



האוניברסיטה העברית בירושלים
המחלקה לבוטניקה

החברה להגנת הטבע



רתם

כתב עת לנושאי שדה בוטניים בארץ ישראל

מס' 29, אב תשמ"ט, אוגוסט 1989

עורכים: גד פולק ואבי שמידע

ראשית החקלאות וביות צמחי בר

עורך אורח: מרדכי כסלו

מערכת: עזריה אלון, אמוץ דפני, יעקב כח, מרדכי כסלו, חיים קיגל

בשערים:

שער קדמי: גורן במג'דל שמס, דיש תבואה במורג, בשור ובחמור יחדיו.

צילום: מרדכי כסלו

שער אחורי: צנצנת פרחים של הצייר הפלמי אמברוזיוס ברושר (1573-1621), בה ניתן לזהות בבירור, בין היתר, פרחי כלנית, נורית, דמומית, רקפת, נרקיס, כדן, צבעוני ואירוס.

הפקה: סברינה קורנבליט.

עימוד: אורנה סנפיר.

הבאה לדפוס: שלמה מלמד.

ISSN 0333-9904

תוכן עניינים

עמוד

5	מבוא
7	מרדכי כסלו / מוצא חקלאות החיטה
28	גדעון לדיז'ינסקי / עדשים בארצנו
36	מרדכי כסלו / טופח תרבותי כצמח מאכל רעיל
49	אורה הורוויץ ומיכאל אבישי / שינויים המלווים את ביות הרקפת ולוע-הארי
60	מרדכי כסלו ועופר בר-יוסף / האם היו הקטניות תבואות החורף הראשונות במזרח הקרוב
70	מרדכי כסלו / החקלאות במזרח הקרוב באלף השמיני לפסה"נ

רשימת המשתתפים

ד"ר מיכאל אבישי - מנהל הגן הבוטני, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
 פרופ' עופר בר-יוסף - המכון לארכיאולוגיה, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
 ד"ר אורה הורוויץ - המחלקה לגנטיקה, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
 ד"ר מרדכי כסלו - המחלקה למדעי החי, אוניברסיטת בר-אילן, רמת-גן.
 פרופ' גדעון לדיז'ינסקי - המחלקה לגידולי שדה, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית, רחובות.

ב"רתם" מתפרסמים מאמרים מקוריים על ביולוגיה של צמחי הארץ, תפוצה, טקסונומיה, אקולוגיה, פיטוגיאוגרפיה, פולקלור ושימושים.

מחברים המעוניינים לפרסם את מאמריהם ב"רתם" יפנו למרכז רת"ם בב"ס שדה תר גילה, או למחלקת התוצאה לאור של החברה להגנת הטבע, רח' השפלה 4, תל-אביב (עבור עלון "רתם").

"רתם" מופיע 4 פעמים בשנה. ניתן לרכוש את העלון בחנויות החברה להגנת הטבע, כמו כן נשלח העלון למנויים, על בסיס שנתי. פרטים נוספים ניתן לקבל במרכז רת"ם, בב"ס שדה תר גילה, ד.נ. צפון יהודה 90907.

רת"ם - רשת תצפיות ומידע לצמחי ארץ ישראל



רת"ם הוא מרכז מידע בוטני שהוקם בשנת תש"מ (1979) על-ידי החברה להגנת הטבע והמחלקה לבוטניקה באוניברסיטה העברית בירושלים. מרכז רת"ם נמצא בבני"ס שדה הר גילה. המטרות העיקריות של רת"ם הן:

1. איסוף מידע על צמחי הארץ - תפוצה ופנולוגיה (מועדי פריחה, הבשלת פירות וזרעים וכו').
 2. מתן מידע בוטני לגורמי שמירת הטבע בארץ במגמה להגן על מיני צמחים נדירים ועל בתי-גידול מיוחדים.
 3. הגברת המודעות והקשר לצמחיית הארץ בקרב ציבור חובבי הטבע בישראל.
- רת"ם פועל באמצעות נציגים בבתי-ספר וצופים אחרים הפזורים בכל רחבי הארץ. הצופים רושמים את הנתונים בכרטיסי תצפית באמצעות מחשב, והנתונים, לאחר עיבודם, עומדים לרשות כל הזקוק להם והמעוניין בהם. אחת לחודש מתקיימת השתלמות בת יומיים, בכל פעם בבית-ספר אחר. השתלמויות כוללות סיורים מקיפים ומפורטים בשטח ללימוד הצמחייה והצומח המקומיים והרצאות רקע כלליות. בהשתלמויות משתתפים נציגי רת"ם בבתי-ספר שדה, בוטנאים וחובבים מכל רחבי הארץ.
- המעוניינים להצטרף לפעילות רת"ם יפנו אל מרכז רת"ם, בני"ס שדה הר גילה ד.נ. צפון יהודה 90907.

פעילויות ופרויקטים המבוצעים על-ידי רת"ם

1. ריכוז התצפיות על צמחי ארץ ישראל, קליטתן, איגוןן ואיסחון המידע שנאסף.
2. פרויקט המינים הנדירים - רישום כל המינים הנדירים והמינים שבסכנת הכחדה בארץ ישראל. קיטלוגם על-פי העשבייה, הכנת רשימות כלליות ואזוריות של המינים הנדירים וחיפוש צמחים נדירים על-פי הרשימות.
3. חלקות מעקב - חלקות הממוקמות ליד בתי-ספר שדה, שבהן מתבצע דיגום רב-שנתי צמחי ארץ ישראל. האוסף מצוי בבני"ס שדה הר גילה.
4. אוסף תצוגה ולימוד - הקמת אוספי קוצים, שלדי צמחים יבשים ויחידות תפוצה של צמחי ארץ ישראל. האוסף מצוי בבני"ס שדה הר גילה.
5. עלון "רתם" - כתב עת לנושאי שדה בוטניים בארץ ישראל.
6. הדרכות בוטניות למדריכי החברה.
7. טיולי פריחה לחברי החברה להגנת הטבע, בשיתוף עם מחלקת הטיולים.

ד"ר אבי שמידע - מנהל רת"ם

אילנה אלמוג - מזכירת רת"ם

עופר כהן - הדרכה ותקשורת עם נציגי רת"ם, סקרי צומח

ד"ר גד פולק - עלון "רתם"

מבוא

עד לזמן האחרון היה מקובל לחשוב, שראשית החקלאות כרוכה בביות הדגנים. הסיבות העיקריות לכך הן: (1) הדגנים מהווים היום, כבעבר ההיסטורי, את עיקר המזון מהצומח, לכן, יש להניח שגם בעבר הרחוק היה כך. (2) הדגנים הם צמחים חד-שנתיים, ובגלל משך החיים הקצר של כל דור מתאפשרת אבולוציה מהירה שלהם בהתאם לצרכיו של האדם. (3) רק אצל דגנים נראים ההבדלים בין צמח בר לצמח תרבות בשלבים השונים של ביותו על-פי השרידים הארכיאולוגיים. (4) כלי החקלאות הראשונים - המגלים - קשורים דווקא בדגנים. (5) להבי המגל הקדומים ביותר נמצאו באזור סמוך לאזור הגידול של **שעורת התבור** (*Hordeum spontaneum*) ו**חיתת הבר** (*Triticum dicoccoides*) - אבותיהם של החיטה והשעורה התרבותיים. בד בבד איתם, או מעט מאוחר יותר, בוייתו גם קטניות אחדות. אחרי-כן גודלו כמה עצי פרי, כגון גפן, תאנה, זית ותמר; ורק בתקופה ההיסטורית גודלו גם פרחים.

לאחרונה מתרבים הספקות באשר לנכונות התמונה האידיאלית הזו, ונשאלות שאלות רבות ונוקבות. האם חיטה ושעורה אכן בוייתו בו בזמן? האם באמת היו הדגנים אלה שבוייתו לראשונה? או שמא קדמו להם הקטניות בכמה מאות שנים. אולי התאנה, שאגוזיות שלה מלפני כ-10,000 שנה נמצאו בנתיב-הגידול, היא הצמח הראשון שגודל במכוון. בכלל, מי אמר שצמחי המזון חייבים להיות הגידולים הראשונים שבוייתו? האם לא סביר יותר, שקרא מצוי (*Lagenaria vulgaris*), אותה דלעת מגדלת פירות המשמשים כלי קיבול דמויי כדים, היתה דרושה לצורכי אחסון ודליית מים יותר מאשר צמחי המזון. ייתכן גם שפשטה (*Linum*) הנחוצה כל-כך לטוויית חוטים לבגדים ולרשתות, או צמחי תבלין או צבע, הם הם שגודלו ראשונים על-ידי ציידים-מלקטים שחיו במערות או באתרים פתוחים אשר התקינו לעצמם גינות פרטיות "ליד הבית".

קשה לדעת. האפשרויות מרובות, וקשה להכריע ביניהן. ודומה שהקטע הבא, הדן בסוגיית זהותו של עץ הדעת, מבטא רעיון זה, שמשמעותו רבה בארכיאולוגיה: קשה להכריע באופן מוחלט כשמדובר בעובדות או בתהליכים שאירעו בעבר הרחוק.

"מה היה אותו האילן, שאכלו ממנו אדם וחווה? ר' מאיר אומר חטים היו. כשאינן לבן אדם דעה, הם אומרים: לא אכל אותו אדם פת חטים מימיו. ר' שמואל בן ר' יצחק שאל לפני ר' זעירא, אמר לו: אפשר חטים היו? אמר לו: הן. אמר לו: והרי כתוב 'עץ'! אמר לו: מתמרות היו כארזי הלבנון... ר' יהודה בן ר' אלעאי אמר: ענבים היו, שנאמר: 'ענבמו ענבי-רוש', אשכלות מרורות למו' (דברים ל"ב, 32). אותם האשכולות הביאו מרורות לעולם.

ר' אמי מעכו אמר: אתרוג היה, זהו שכתוב: 'ותרא האשה כי טוב העץ למאכל' (בראשית ג', 6). אמרת: צא וראה איזהו אילן, שעצו נאכל כפריו, ואין אתה מוצא אלא אתרוג. ר' יוסי אומר: תאנים היו, דבר למד מעניינו. משל לבן-מלכים, שקלקל עם אחת מן השפחות. כיוון ששמע המלך, טרדו והוציאו חוץ לפלטין. והיה מחזר על פתחיהן של שפחות ולא היו מקבלות אותו, אבל אותה, שקלקלה עמו, פתחה דלתיה וקיבלתו. כך בשעה שאכל אדם הראשון מאותו האילן, טרדו הקדוש-ברוך-הוא והוציאו חוץ לגן-עדן, והיה מחזר על כל האילנות ולא היו מקבלים אותו. ומה היו אומרים לו? אמר ר' ברכיה: הנה הגנב, שגנב דעתו של בוראו... לא תטול ממני עלה. אבל תאנה, שאכל מפירותיה, פתחה דלתיה וקיבלתו. זהו שכתוב: 'ויתפרו עלה תאנה' (בראשית ג', 7)... ר' עזריה ור' יהודה בן ר' סימון בשם ר' יהושע בן לוי: חס ושלום, לא גילה הקדוש-ברוך-הוא אותו אילן לאדם ולא עתיד לגלותו. ראה מה כתוב: 'ואשה אשר תקרב אל כל בהמה לרבעה אותה, והרגת את האשה ואת הבהמה' (ויקרא כ', 16). אם אדם חטא! בהמה מה חטאה? אלא שלא תהא הבהמה עוברת בשוק ויאמרו: "זו היא הבהמה שנסקל פלוני על-ידה. ואם על כבוד תולדותיו חס המקום, על כבודו על אחת כמה וכמה" (בראשית רבה, סוף פרשה ט"ו, מהדורת מחברות לספרות, תל-אביב, תשט"ז). הנמשל ברור, כדי שלא לפרסם את קלונו של האדם, אין אנו יודעים את זהותו של עץ הדעת.

מרדכי כסלו

מתוך הרצאה בקונגרס הבוטני הבינלאומי ה-14 בברלין:

Kislev, M.E. 1987. Could humans have selected better fruit trees before domestication of cedreals? XIV international Botanical Congress, Berlin. Abstracts, p. 289.

מוצא חקלאות החיטה

מרדכי כסלו

הקשר בין האדם לצמחיה אשר בסביבתו הביא לכך, שלפני כ-9000-8000 שנה בויתה החיטה, שהיתה והינה הצמח הראשון במעלה בחשיבותו המזונית. יחד עם גידול שעורה, פשתה ומינל קטניות אחדים, התפשטה החיטה במהירות ברחבי המזרח התיכון ולאחר מכן באסיה ובאירופה. פשטות גידול החיטה, יכוליה הגבוהים, הקלות בטיפול, באחסנתה, בהעברתה ובהכנתה כמזון, טעמה הערב לחך ותחושת השובע שהיא גורמת, תרמו לפופולריות הרבה שלה בכל התקופות. מעמדה של החיטה כמצרך בסיסי בתקופת התנ"ך משתקף בפסוק (דברים ח', 3): "כי לא על הלחם לבדו יחיה האדם, כי על כל מוצא פי ה' יחיה האדם". אם כי הידיעות שיש בידינו על תחילת ההיסטוריה של החקלאות עדיין מקוטעות ורחוקות מלהשביע את רצוננו, אפשר לקבל תמונה ברורה למדי בנושא על-ידי צירוף מידע מכמה ענפי מחקר, כגון בוטניקה, ארכיאולוגיה, גנטיקה ואבולוציה.

המהפכה הניאוליתית

המהפכה הניאוליתית, מושג שפורסם לראשונה בשנות השלושים (Childe, 1936), הטביע את חותמו על תפיסת הפרהיסטוריונים את מקורה של החקלאות ותחילת התפתחותה. היום, לאחר כ-50 שנות מחקר, יודעים אנו שכמה מהנחות היסוד הכרוכות במושג זה שוב אינן מקובלות. אולם, המסגרת הכללית, השינוי שעבר האדם משלב של ציד-מלקט לרועה ועובד אדמה, מובע בצורה הולמת באמצעות הביטוי "המהפכה הניאוליתית". יש להוסיף שלגבי כמה מיני תבואות ארכה המהפכה הניאוליתית כמה מאות שנים.

קשה לתארך את המועד המדויק שבו החלה החקלאות, מפני שבשלביה המוקדמים לא נדרשו כל הפעולות הכרוכות בהכנת תבואה למזון. המידע שהצטבר עד כה אודות ראשית גידול החיטה, מצביע על שלושה שלבים עיקריים: (1) "המהפכה האגרוטכנית" שהתחוללה בשעה שהאדם היה עדיין ציד-מלקט. (2) "מהפכת הביית", דהיינו, גידול צמחי בר וחיות בר וביתם. (3) התפשטות החקלאות. נראה הדבר, ששלושת השלבים הללו כוללים לא רק חיטה, אלא גם שעורה, קטניות, פשתה וכן עיזים, כבשים וחזירים, שביתתם בו-זמנית או בהפרש של כמה מאות שנים (Harlan, 1975). השלב האגרוטכני, או המהפכה הטכנולוגית הפרוכה בעבודת אדמה, איננו כנראה כולף ה-11 לפסה"נ, ושורשיו נעוצים מרחק כמה אלפי שנים בעבר. להבלי מגל רבים (שלעתים נעוצים עדיין בתוך ידיעותיהם) עליהם ומכתשים וכן אבני שחיקה, התגלו בכמה אתרים נאטופיים מ-10,300 עד 8,500

M.E. Kislev. 1984. Emergence of wheat agriculture.
Paleorient 10(2): 61-70.

* מתורגם מהמאמר

שנה לפסה"נ (בר-יוסף, תשל"ד; תשל"ז). חיסת-בר חד-גרגירית (טבלה 1) שעורת התבור (*Hordeum spontaneum*) שיפון בר (*Secale sp.*) וכן קטניות בר, זהו משכבות נאטופיות בתל אבו הוריריה ובמורייכט שעל גדות הנהר פרת בצפון סוריה (Hillman, 1975; Zeist and Bakker-Heers, 1986). בחפירות עינן ליד קריית-שמונה נתגלו ממגורות שהיו מדופנות באבני גוויל או מטויחות. הממצאים הנאטופיים מצביעים על כלכלה שהתבססה על ציד ודיג וגם על איסוף אינטנסיבי של זרעים, כולל חיסת הבר ושעורת התבור (Garrod, 1955; Perrot, 1962).

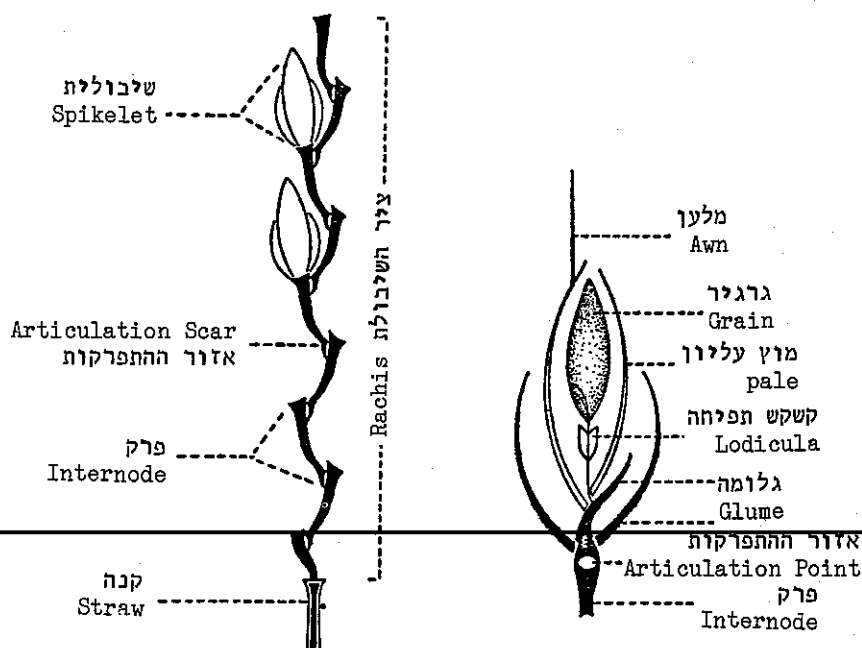
איסוף גרגירים של חיסת בר ושעורת התבור אינו קל. הגרגירים נתונים בתוך יחידות תפוצה מיוחדות במינן. בחיסת הבר יש שני גרגירים, בחיסת-בר חד-גרגירית יש בגיל גרגיר אחד, ובשעורת התבור תמיד גרגיר אחד ביחידת תפוצה. יחידת התפוצה מורכבת

טבלה 1. מינני החיסה (*Triticum*)

(בעיקר על-פי Gandilian, 1980)

השם העברי	פלואידיות	תרבותיות	השם הלטיני
חיסת-בר חד גרגירית	2	בר	<i>T. boeoticum</i>
-	2	בר	<i>T. urartu</i>
חיסה חד-גרגירית	2	עטויה	<i>T. monococcum</i>
-	2	חשופה	<i>T. sinskajae</i>
חיסת הבר	4	בר	<i>T. dicoccoides</i>
חיסה דו-גרגירית (כוסמת)	4	עטויה	<i>T. dicoccon</i>
-	4	עטויה	<i>T. palaeocolchicum</i>
חיסה קשה	4	חשופה	<i>T. durum</i>
חיסה אנגלית	4	חשופה	<i>T. turgidum</i>
חיסה אתיופית	4	חשופה	<i>T. aethiopicum</i>
חיסה מזרחית	4	חשופה	<i>T. turanicum</i>
חיסה פולנית	4	חשופה	<i>T. polonicum</i>
-	4	עטויה	<i>T. isphahanicum</i>
חיסה פרסית	4	חשופה	<i>T. persicum</i>
חיסה ארמנית	4	בר	<i>T. araraticum</i>
חיסת טימופילב	4	עטויה	<i>T. timopheevi</i>
חיסת ספלטה	6	עטויה	<i>T. spelta</i>
-	6	עטויה	<i>T. macha</i>
חיסת ווילוב	6	עטויה	<i>T. vavilovi</i>
חיסה רכה	6	חשופה	<i>T. aestivum</i>
חיסה דחוסת-שיבולת	6	חשופה	<i>T. compactum</i>
חיסה הודית	6	חשופה	<i>T. sphaerococcum</i>

מפרק אחד של ציר השיבולת, ובראשו שיבולית אחת פורה. בשיבולת אחת יכולות להיות כ-5 עד 20 שיבוליות (איור 1). השיבוליות מתפרקות ונושרות זו אחרי זו במהירות די רבה. תוך שבוע עד שבועיים יכול שטח שלם להבשיל ולפזר את זרעיו, תופעה המזוהה על-ידי החמסינים של האביב. יחידת התפוצה, שיש לה צורת ראש חץ, נתקעת בשלף ואחר כך בסדקי הקרקע וקשה אז מאוד לשלוף אותה ממקומה (Zohary, 1969). יש בידי האדם שתי אפשרויות לאיסוף הדגניים הללו: או לפני ההבשלה המלאה, לפני התפרקות השיבולת, או איסוף שיבוליות בודדות הנתונות בסדקי הקרקע או בתוך השלף. איסוף השיבולים בעודן ירוקות כרוך בסכנה שעודף המים בגרגיר יגרום לעיפוש בזמן האחסון. לעומת זאת, איסוף שיבוליות בודדות בתוך השלף דורש אנרגיה רבה מדי. המצאתו של המגל לשם קציר היתה מרכיב חשוב במהפכה האגרוטכנית. ניצול המכשיר הזה, מלבד החיסכון בכוח, מגדיל את יעילות העבודה פי שניים בערך מתליש בעזרת הידלים בלבד (פרופ' אביצור, בע"פ). יתרון נוסף נובע מהקטנת הפחת בשיבוליות בזמן הקציר. כאשר הקוצר מחזיק בידו האחת את קנה השיבולת, הוא בולם את הזעזועים ממכת המגל ומונע את נשירת השיבוליות הבשלות. כך היה הקוצר הנאטופי יכול להמתין להבשלה מלאה יותר של הגרגירים, מבלי לחשוש לאובדן חלק מהיבול. נראה שבשלב זה היתה החברה הנאטופית מוכנה לגידול מכוון של דגני בר, אם כי ייתכן שהדבר התרחש רק בתקופת האבן החדשה הקדם-קראמית, שזמנה הוא מ-8500 עד 6000 לפסה"נ (עיין במאמר "החקלאות במזרח הקרוב באלף השמיני לפסה"נ" בהוברת זו).



איור 1. דיאגרמה של שיבולת ושיבולית של חיטה (מתוך: Helbaek, 1953).

האזור הגיאוגרפי שבו החלה להתפתח חקלאות החיטה, נתחם למעשה על-פי ממצאים ארכיאולוגיים של כלים המיועדים לעיבוד מזון מגרגירים של דגני בר. כלים אלה מוגבלים בתקופות אלה לסהר הפורה.

עליים ומכתשים, בכמות קטנה הרבה יותר, נמצאו גם בתקופות קדומות יותר, המכונות כבארית גיאומטרית (מ-12,500 עד 10,300 לפסה"נ) וכבארית (מ-17,000 עד 12,500 לפסה"נ). שרידי גרגירים מתקופות אלה הם נדירים מאוד, מפני שאפילו גרגירים מפוחמים המורכבים בעיקר מפחמן אינרטי, אינם עמידים בפני שחיקת חלקיקי הקרקע הנגרמת בשל הרטבה והתייבשות חוזרות ונשנות במשך אלפי שנים. שלושה גרגירים של חיטה דו-גרגרית (כוסמת) אמנם נמצאו וזוהו במערת נחל אורן (Noy et al., 1973) ברם ספק אם הזיהוי הוא נכון. הסיבה לכך היא, שקשה לזהות בוודאות זרעים בודדים אשר נמצאו בחפירות ארכיאולוגיות, שכן לזרעים של מינים דומים יש לעתים קרובות טווח מסוים שבו ממדיהם שווים בגלל החפיפה הטבעית בגודלם. בעיה זו בולטת כאשר מעוניינים להבחין בין גרגירים של צמח בר לגרגירי צמח התרבות שבזית ממנו. מכל מקום, בתיארוך של הגרגירים עצמם בעזרת מאיץ חלקיקים בשיטת accelerator mass spectrometry (AMS) התברר שגרגיר אחד היה בן 33,000 שנה ושני הגרגירים האחרים היו בני 3,000 שנה (Gowlett et al., 1987). נראה שהעליים והמכתשים שימשו אז לצרכים מגוונים, כגון כתישת זרעים, בלוטים ואגוזים של צמחי בר שונים ואפילו כתישת צבע מינרלי לצורך קישוט והדגשה. רק בתקופות מאוחרות יותר, או אולי באזורים שבהם היה שפע של דגני בר, גדל מספר כלי האבן המיועדים לעיבוד מזון מגרגירים.

העדויות הראשונות למהפכת הביות מתוארכות לתקופת האבן החדשה הקדם קראמית ב' (מ-7600 עד 6000 לפסה"נ). פיתוח השדה כבית-גידול נרחב לתבואות על-ידי החברות הניאוליתיות במזרח התיכון הושפע בוודאי מהשטחים הגדולים של חיטת הבר, ובעיקר של שעורת התבור, הקיימים גם היום בחברות היער הפתוח של אלון התבור ואלה אטלנטית, ובקרבתן. האדם היה יכול לשרוף שדות בר כאלה ולהשתמש בשטחים שהתפנו לזריעת תבואה. יותר מאוחר התפשטה כנראה החקלאות לאזורים סמוכים, כגון לשטחי ביצה אשר שמרו על לחות הקרקע או לשטחים מכוסים בחורש ים-תיכוני. הפיכת שטחים ירוקי-עד, מכוסים חורש, לשדות של דגני חורף חד-שנתיים, היתה אחד משינויי הנוף הראשונים שנעשו בידי החקלאים הקדמונים. אין ספק, שהתרבות השדות באזור שינתה בצורה ברורה את שיווי-המשקל האקולוגי בביצה ובחורש שבוראו.

אין אפשרות ברורה להבדיל, על-פי שרידים בוטניים-ארכיאולוגיים, בין חיטת הבר לכוסמת (החיטה המבויתת שנוצרה ממנה). קיים בלבול מסוים בהכנת המלה כוסמת. בתנ"ך

ובספרות חז"ל משמעותה היא מין חיטה ששמה המדעי חיטה דו-גרגרית (עין טבלה 1). במאות השנים האחרונות ירדה חשיבותה, ובמקומה השתמשו בפגופירון תרבותי (*Fagopyrum esculentum*) הנמנה על משפחת הארכוביטאים. כנראה בגלל המקום הדומה בסל המזון, שינתה המלה כוסמת את משמעותה מחיטה דו-גרגרית לפגופירון תרבותי. השרידים המפוחמים כוללים תמיד גרגירים ולעתים גם חלקי שיכוליות, אך אין בכל אלה

כדי לזהות כוודאות את אחד המינים. בעקיפין, אפשר להחליט ולזהות, על-פי השעורה המבויתת, גם את גרגירי החיטה שנמצאו באותו אתר כשליכים לחיטה מבויתת, בהנחה ששני הדגנים בויתו בערך באותו זמן. שיבולתה של הכוסמת שוב אינה מתפרקת כעצמה לעת ההבשלה, ואפשר לקצור אותה בבליטחון, מבלי שיאבדו השיבוליות העליונות. היום קיימים הבדלים נוספים בין הכוסמת לחיטת הבר, כגון מוצים וגלומות דקים יותר, שדרת שיבולת פחות עבה, מלענים דקים וקצרים יותר ששיניהם פחות גסות מאשר בחיטת הבר (Zohary, 1969), אולם איננו יודעים מתי קרו השינויים הללו. מכל מקום, סביר להניח שפעולות האיכר הקשורות בעימור, גדיש ודיש החלו רק כאשר איבדה השיבולת את תכונת ההתפרקות של השדרה, מפני שהגרגירים נשארים בתוך השיבולת השלמה, המחוברת לקנה הדגן הקצור.

התכונה החשובה ביותר בדגנים מבויתים היא, שאין הם יכולים להמשיך לפזר את זרעיהם כבעבר, כי כאשר נופלת שיבולת שלמה אל הקרקע, אין היא יכולה לחדור פנימה לפני הנביטה. כדי להתקיים גם בשנה הבאה, חייב האיכר לזרוע אותם במכוון כעצמו (זהרי, תש"ל). לכן סביר להניח, שהידע הכרוך בעיבוד הדגנים לא נרכש כולו בבת-אחת, אלא שפעולות החריש והזריעה היו ידועות לאדם עוד לפני ביות הדגנים, ובשלב יותר מאוחר באו העימור, הגדיש והדיש. כנראה שכבר בתקופת האבן החדשה הקדם-קראמית ב' נקטו בכל הפעולות החקלאיות שהוזכרו.

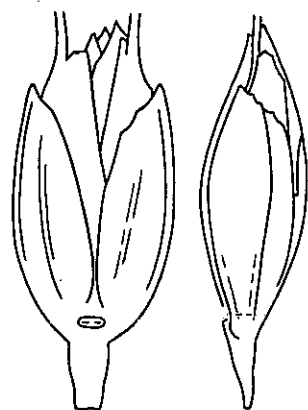
שאלה מעניינת הקשורה בביות היא, מדוע בירר האדם את המוטציה האחראית לאי-התפרקות השיבולת והפיץ אותה בתחילה בשרה ולאוחר מכן ברחבי השטחים החקלאיים בעולם. אחד ההסברים לכך הוא שבשלב שהאדם עוד לא נהג לזרוע, קרתה מדי פעם מוטציה לאי-התפרקות השיבולת. ואפילו אם הוא ליקט שיבולים שלמות - תוצאת המוטציה החדשה - לא היה לכך כל ערך לטווח ארוך, כי האדם לא זרע, ולכן לא היה יכול להגדיל את תדירות המוטציה הזו באוכלוסייה. להיפך, הוא בוודאי העדיף לאסוף שיבולים שלמות למזונו. מאידך, הזרעים שהביאו ליצירת דגני הבר בשנה הבאה באו מהנפולת שהשאיר האדם בשטח, תוצאה של התפרקות השיבולת לשיבוליות מצמחים שלא קרתה בהם המוטציה. אולם, כאשר החל האדם לזרוע, השתנה המצב לחלוטין, שכן הזרעים שהוא זרע באו כעת מהחלק הקצור. ואם היתה כעת מוטציה כזאת, היא היתה נשמרת מבלי משים. כלומר, כאשר החל האדם לזרוע את חיטת הבר נוצרו לחצי הברירה לטובת התבססות התכונה של אי-התפרקות השיבולת (Harlan et al., 1973).

הסבר זה לקוי בכך, שתהליך הברירה שהוצע לעיל יכול לפעול רק כאשר יזרעו בכל שנה שדות חדשים, שאין בהם נפולת מהשנה שעברה. אם יזרע בשנה הבאה אותו השדה, יש להניח, לפי הסבר זה, שישמור אותו ההרכב שהיה בשנה הקודמת. מפני שהיבול החדש

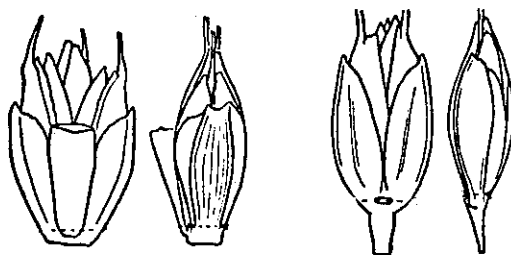
יבוא הן מזרעי הנפולת והן מהזרעים שנקצרו.

סביר יותר להניח, שהאדם קצר את השטח של תבואת הבר פעמיים. הקציר הראשון היה של שיבולים ירוקות, בשלב שלפני הבשלתן והתפרקותן. שבועות מועטים לאחר-מכן, כאשר הגיע זמנו של השיבוליים הצדדיות והאפיליות להבשיל, חזרו וקצרו את השיבוליים המאחרות. אם היתה ביניהן שיבולת בשלה שלא התפרקה, תוצאה של המוטציה, היא

בוודאי נקצרה אתן. בהנחה שכושר הנביטה של הגרגירים הבשלים היה טוב מאלה של השיבולים הירוקות יותר, גדל חלקן היחסי של השיבולים הבלתי מתפרקות בעונה הבאה. חשוב להדגיש, שההבדל היחיד בין חיסת הבר לכוסמת היה אז בכושר ההתפרקות של השיבולת בלבד. כאשר שיבוליות בודדות ושיבולים שלמות נאספו וכונסו יחד לאיסוס לשם התקנת מזון ולצורך זריעה, היתה בעיה לאשה הכותשת את החיטים. היא העדיפה בוודאי את השיבוליות הבודדות הנוחות לכתשה במכתש הצר מאשר את השיבולים השלמות (איור 2). לכן נותרו יותר שיבולים שלמות לשנה הבאה. כידוע, העדויות משבטים של ציידים-מלקטים שחיים בזמננו ובמאות השנים האחרונות קובעות בבירור שהאשה היא שעוסקת ברגיל בהכנת המזון, למשל הבושמנים בבוצאנה (Lee, 1968) והילידיים באוסטרליה (Tindale, 1974). כך, באמצעות הימנעות מעבודה מיותרת בזמן הכתישה, ביררה האשה מבלי דעת, את החיטה (והשעורה) המבולחת, שהרבה יותר יעיל ונוח לקצור אותה, אבל יש צורך לדוש אותה לאחר מכן כדי לקבל שיבוליות בודדות. השלב האבולוציוני הזה היה יכול להיות הרבה יותר ארוך אם יותר מגן אחד היה אחראי להתפרקות השיבולת.



מהפנים
שיבולית טרייה של כוסמת



איור 2. שיבולית מהפנים ומהצד. (מתוך: Helbaek, 1952)
מימין כוסמת. משמאל - חיסת ספלטה.

הצעד הבא בביות החיטה היה חשיפת הגרגיר, כלומר יצירת טיפוס חיסה חדש, שבו הגרגירים נחשפים ביתר קלות מהמוצים והגלומות מאשר גרגירי הכוסמת, העטולים במוצים ובגלומות, ובזמן הדיש נמעכים המוצים והגלומות ומתרסקים הרבה יותר דק מאשר השדרה. הממצא הראשון של חיסה חשופה - או חיסת תרבות מפותחת - כפי הנראה חיסה קטנת-גרגיר (טבלה 2), ידוע מתל אסואד, ליד דמשק, משכבה II המתוארכת בין 6900 ל-6600 שנה לפסה"נ (Zeist, 1976).

טבלה 2
המינים העיקריים של החיטה (Triticum)

שלב הביות	דילואידים X2	טטרפלואידים X4	הקספלואידים X6
1. חיטי בר (השיבולת מתפרקת מעצמה הגרגיר תמיד עטוי)	חיטת-בר חד- גרגירית <i>T. boeoticum</i>	חיטת הבר <i>T. dicoccoides</i>	
2. חיטי תרבות פרימיטיביות (השיבולת אינה מתפרקת הגרגיר עטוי)	חיטה חד-גרגירית <i>T. monococcum</i>	כוסמת <i>T. dicoccon</i>	חיטת ספלטה <i>T. spelta</i>
3. חיטי תרבות מפותחות (השיבולת אינה מתפרקת הגרגיר חופשי)	מין קרוב לחיטה חד-גרגירית <i>T. sinskajae</i>	חיטה קשה <i>T. durum</i>	חיטה רכה <i>T. aestivum</i>
		חיטה אנגלית <i>T. turgidum</i>	חיטה דחוסת- שיבולת <i>T. compactum</i>
		חיטה קטנת-גרגיר <i>T. parvicoccum</i>	חיטה הודית <i>T. sphaerococcum</i>

אין אנו יודעים אם החיטה החשופה גודלה יחד עם החיטה העטויה - כוסמת - או שהן גודלו בשדות נפרדים. מכל מקום, העובדה שכוסמת וחיטה חשופה גודלו זו בצד זו במשך כשבעת אלפים שנה, עד התקופה הרומית, מרמזת על כך שלחיטה החשופה לא היה יתרון גדול דיו כדי לדחוק את הכוסמת - הנחשבת כחיטת תרבות פרימיטיבית - ממעמדה כתבואה בעלת חשיבות ראשונה במעלה.

השלב השלישי במהפכה הביאוליתית - התפשטות החקלאות - היה למעשה שינוי קיצוני ומהיר בארגון הכלכלי, כאשר ציידים-מלקטים נהיו לאיכרים בנישוביהם הקבועים. חקלאות הדגנים התפשטה מאזור הסהר הפורה דרך צפון אירן למרכז אסיה, ובכיוון מערב, לאירופה דרך דרום-מערב אנטוליה, וכן לקפריסין, כרתים ומלטה - כל זאת באלף השני והחמישי לפסה"נ (אירן 3) (Evans, 1964; Follieri, 1973; Helbaek, 1966;).



איור 3. מסלול ההתפשטות של כוסמת מהמזרח הקרוב למערב אירופה
● - יישובים חקלאיים קדומים. שטחים ברום שמעל ל-300 מ' מוצללים.

Hopf, 1966; Wainess and Stanley Price, 1977) האזורים שנהיו חקלאיים לראשונה בחצאי האיים בים התיכון היו תמיד המישורים הדרום-מזרחיים הסמוכים לחוף. חצי האי הבלקני מתועד היום באופן משביע רצון למדי (Renfrew, 1979). באלף השישי לפסה"נ נעו צפונה זני החיטה והשעורה מבתי-גידול ים-תיכוניים לתוך מרכז אירופה. החיטה ברובה כללה שני מינים תרבותיים של חיטה עטויה - - כוסמת וחיטה חד-גרגירית, ורק מיעוטה היה חיטה חשופה בשתי רמות הכרומוזומים שלה - - טטרפלואידית והקספלואידית.

הצורך של צמח זר להסתגל לתנאי האקלים באזור החדש, וקיומם של מכשולים גיאוגרפיים, כגון הרים גבוהים, יכולים לעכב ולהגביל את מהירות התפשטותו ואת כיבושם של שטחים חדשים על-ידי. בתהליך התפשטות מיני חיטה ושעורה, למשל מדרום לצפון בחצי האי הבלקני, כאשר עברו התבואות הללו מאקלים של קיץ יבש, המתאים לגידולן, לקיץ גשום וקריר, הן הזדקקו לתקופת אקלום בטרם יכלו להתפשט הלאה ~~צפונה. אכן, יש עדויות פלנוולוגיות שרשריכות 6000 לפסה"נ. הטמפרטורה הממוצעת~~

ביוון היתה גבוהה יותר מאשר בתקופות קודמות וגם גבוהה מזו של היום (Bottema, 1974). אם כי במזרח התיכון יכלו להיות בתקופה הניאוליתית שדות גם בהרים (חג'ילר בדרום-מערב תורכיה שוכנת בגובה 970 מ' מעל פני הים), הרי רוב אתרי החקלאות באירופה שוכנים ברום נמוך מ-200 מ', וגם מעברי ההרים אינם נישאים מעל רום של 500 מ'. ההסבר לכך הוא, שהתבואות עדיין לא הסתגלו לקור השורר בהרי אירופה.

התברר, שהמסלול המהיר ביותר שעברה החיטה בדרכה מאזור הים התיכון לאירופה התיכונה עבר באזורים ובתנאי האקלים הנוחים ביותר. במרכז אירופה המזרחית החורף אמנם קשה, אך הקיץ חם יחסית. היות שעיקר עונת הצמיחה חלה בחלק החם יותר של השנה, היה קל יותר לחיטה להתקדם צפונה לתוך היבשת. למשל, ההבדל בטמפרטורה בחודש יולי בין אתונה לבודפשט, כ-1000 ק"מ בכיוון דרום-צפון, הוא רק 5°C . יתר על כן, במרכז אירופה, במשך התקופה האטלנטית הקדומה - 4000-5600 שנה לפסה"נ - היתה הטמפרטורה השנתית הממוצעת גבוהה ב- 1°C מאשר היום, והקיץ היה פחות מעונן וב- 2°C חם יותר (Bakels, 1978). החיטים העטויות (כוסמת וחיטה חד-גרעינית) היו הראשונות שהגיעו צפונה, ורק אחר-כך הופיעה השעורה בכמויות גדולות (Korber-Grohne, 1981). התפשטות החקלאות לאירופה המרכזית שינתה את הנוף מיער צפוף, משיר עלים - או לפחות אזורים מכוסים בשיחים צפופים - לשדות תבואה חד-שנתיים. השינוי הזה מתבטא בשטח חשוף בחורף; ובמקום הנוף הירוק, הקשור בעלווה של רחבי העלים, הטיפוסי לתקופה הקדם-חקלאית, נוצרו קעת אזורים של שדות ובהם עלים צרים וארוכים המצהיבים ומתייבשים בקיץ ואופייניים לאקלים הים-תיכוני והמזרח-תיכוני.

קשה כיום לשחזר את שינויי ההסתגלות שעבר צמח החיטה בנדידתו מהמזרח התיכון לבתי-הגידול החדשים. רמז לכך אפשר לקבל באמצעות השוואת התכונות הטיפוסיות של הזנים המקומיים לאורך מסלול התפשטותה של החיטה. ויילוב ליקט דוגמאות של אלפי זנים מקומיים ובחן אותם בתנאי אקלים שונים ברחבי רוסיה. באמצעות אנליזה של תכונותיהם הגנטיות, היה יכול לזהות את התכונות החקלאיות והאקולוגיות של כל אזור בעזרת "דרכון אקולוגי", כלומר, קובץ של יותר מעשר תכונות חשובות, האופייניות לאותו אזור (Vavilov, 1940). בהנחה שתכונותיהם של זנים מקומיים משקפות את התגובה לתנאים האקולוגיים שבהם הם גדלים, אפשר לשחזר את השינויים שחלו אצל החיטים החשופות, ובעקבות זאת גם את אלה שחלו אצל החיטים העטויות, במעברן מאזור לאזור.

במהלך נדידתה מהמזרח התיכון דרך מערב אנטוליה אל חצי האי הבלקני ומשם צפונה, צברה החיטה החשופה שינויים כמעט בכל איבר. הצמח המקורי הנמוך החל להתארך והגיע לגובה רב יותר באירופה; תקופת הצמיחה שלו התארכה כדי לנצל את גשמי הקיץ והימים הארוכים; העלים, וכן השיבולת והגרעינים, גדלו, והצורך בטמפרטורה גבוהה בזמן ההבשלה נפוג לאטו.

מה היה קצב התקדמותה של חקלאות החיטה מהמזרח התיכון לאירופה? הערכה גסה היא - בערך ק"מ אחד לשנה (Cavalli-Sforza, 1974) (איור 3). המרחקים מתל אסואד II ליד דמשק - 6900 לפסה"נ (Zeist and Bakker-Heeres, 1985); לחג'ילר הקדם-קראמית V בדרום-מערב אנטוליה - 6750 לפסה"נ (Helbaek, 1970); לשכבה הניאוליתית המוקדמת במערב פרנצ'טי בפלופונס - 6000 לפסה"נ (Hansen and Renfrew, 1978); לתרבות הדנובה הניאוליתית (Koros culture) ליד סגד בדרום הונגריה - 5100 לפסה"נ (Hartyanyi and Novaki, 1975); ולתרבות קראמיקת הפסים ליד מאסטריכט בדרום הולנד - 4400 לפסה"נ (Bakels, 1978) הם 1000, 600, ו-1200 ק"מ בהתאמה.

וקצב ההתקדמות ב-2500 השנים הראשונות של התפשטות חקלאות החיטה הוא 1.5 ק"מ לשנה; או 0.8, 1.1 ו-1.7 ק"מ לשנה מתחנה לתחנה. מובן מאליו שהמספרים הללו אינם מדויקים, אלא מבטאים באופן כללי את הקצב, ורק רשת צפופה יותר של נתונים תוכל לתת תמונה יותר מדויקת. המעבר מדרום אנטוליה לדרום יוון היה יכול להתבצע דרך הים, מפני שהספנות היתה כבר ידועה אז (Mellaart, 1975). התחנה המקובלת היא, שאנשי תרבות קראמיקת הפסים נדדו ברחבי אירופה המרכזית והעבירו אתם גם את החיטה (Quitta, 1971), אבל אין אנו יודעים על מנגנוני העברה מיוחדים באזורים האחרים. לא כל המינים התפשטו באותה מהירות והגיעו לאירופה הממוזגת. בעוד שכוסמת, ביחד עם חיטה חד-גרגירית, היתה כמעט תמיד בחזית התפשטות החקלאות, הרי תבואות אחרות, כגון שעורה, פשתה, אפונה ועדשה היו כנראה רק גידולים משניים או מזדמנים (Willerding, 1970; Korber-Grohne, 1981). תבואות אחרות, כגון חיטים חשופות טרפולואידיות, טופת תרבותי וכרשינה, היו מוגבלות בעיקר לאזור הים התיכון. בניאולית הקדום במרכז אירופה, היתה החקלאות מוגבלת עדיין למספר קטן של גידולים ולעתים היתה רק מונוקולטורה של כוסמת וחיטה חד-גרגירית (Knorzer, 1979). אנשי תקופת האבן החדשה העבירו לנו את רוב מיני החיטה שהשתמרו באלפי זנים מקומיים. במאה שלנו אנו עדים להיעלמות מהירה של הזנים המקומיים לטובת חיטה אחידה ועתירת יבול, הרגישה עם זאת מאוד למחלות פתאומיות. אם המהפכה הירוקה תמשיך להיות קשורה בהפחתה מדהימה כזו במספר הזנים המקומיים, ייתכן שנוכל לאפיין את העתיד כפרק ההתמוטטות של החקלאות המוכרת.

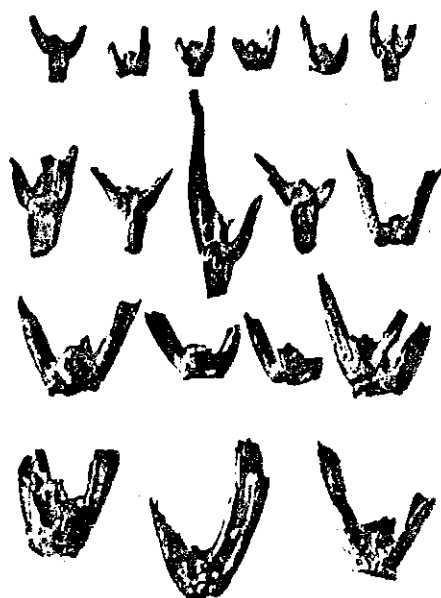
בוטניקה ארכיאולוגית

כאשר שרידים בוטניים-ארכיאולוגיים מתוארכים ומזהוים נכונה, הם מספקים לנו מידע חיוני ורב-ערי להבנה טובה יותר של מוצאם ונדידתם של מיני התרבות, וברומה – גם של העשבים הרעים. ממצאים שנתגלו לאחרונה מהתקופה הניאוליתית במזרח הקרוב ובדרום-מזרח אירופה יוצרים תמונה מעניינת, אם כי לא שלמה, של ראשית חקלאות החיטה. הממצאים הניאוליתיים הראשונים, כוסמת וחיטה חד-גרגירית, התגלו על-ידי Helbaek ב-1953; וחיטה חשופה (כנראה חיטה דחוסת-שיבולת) על-ידי Hopf ב-1961 (Helbaek, 1953; Hopf, 1961). הממצאים כוללים בעיקר גרגירים מפוחמים. כמו-כן מוצאים גם חלקי שדרה, לעתים אף עם גלומות, שבאמצעותן אפשר לזהות בקלות רבה יותר את החיטה. אבל שיבוליות או שיבולים שלמות הן ממצא נדיר. הילכך, אימצו הבוטנאים-הארכיאולוגים מכלול תכונות חדש, שבעזרתו הם יכולים להגדיר את המינים השונים, או לפחות את קבוצה המלווה, כגון חיטה עטויה או חיטה חשופה (טבלה 1).

הבסיסים העבים של שתי הגלומות, בעיקר האזור של העורק הראשי, לעתים יחד עם הפרק הסמוך של ציר השיבולת הנשאר שלם עד בסיסו, יוצרים צורה דמוית מזלג, שבעזרתה קל להגדיר את השרידים כשליכים לקבוצה הכוללת חיטל בר וחיטים עטויות (איור 4). ממדי הגרגיר וצורתו הכללית, כגון אורכו, רוחבו וגובהו הנקבעים כאשר הגרגיר מונח על בסיסו השטוח המחורץ לאורכו, וכך היחסים ביניהם, תורמים גם הם לזיהויו. המינים

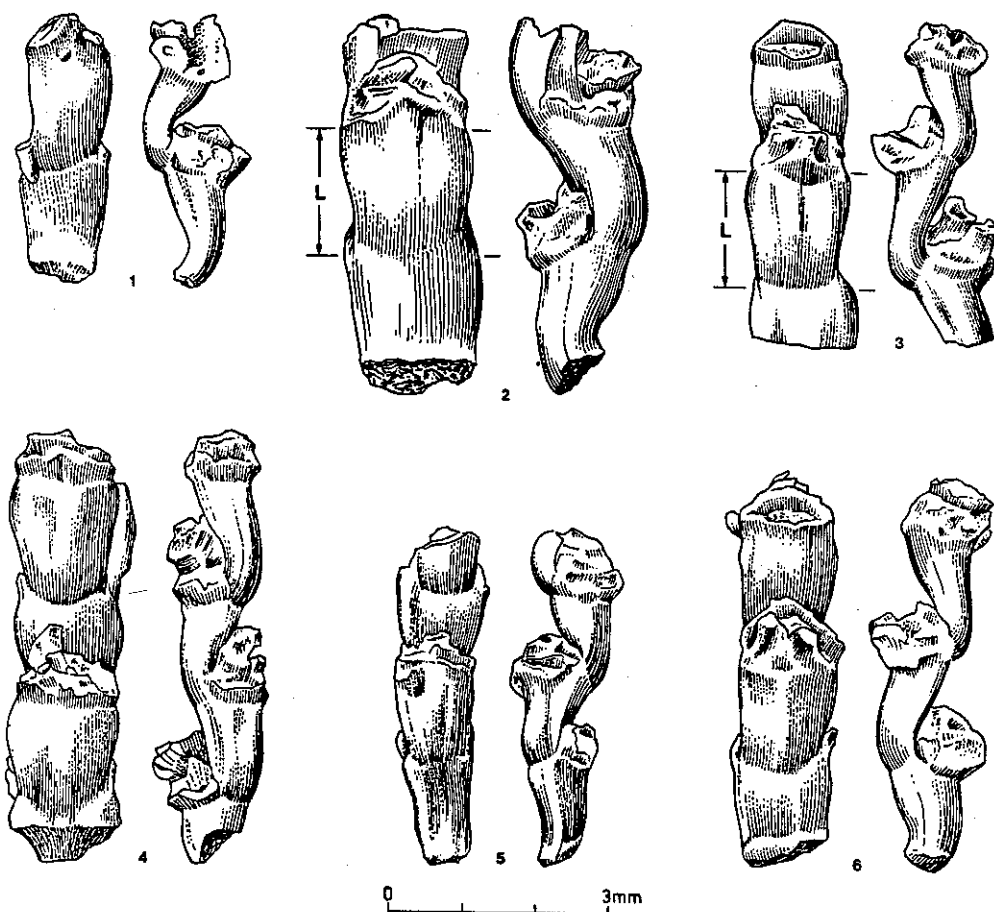
הדיפלואידים העטויים - חיסת-בר חד-גרגירית, *T. urartu*, וחיטה חד-גרגירית - שברגיל יש אצלם גרגיר אחד בכל שיכולית, מוגדרים באמצעות המזלג הצר והגרגיר הצר והגבוה שלהם. מוזר הדבר שיותר קל לקבוע שהמצא שייך לזן דו-גרגירי של אחד המינים הללו מאשר לזהות את המין המדויק, בהנחה שהברלים בין זנים קטנים יותר מאשר בין מינים. לקבוצת המינים העטויים, הסטרפלואידים, הכוללים את חיסת הבר ואת הכוסמת, יש מזלגות רחבים יותר וגרגיר רחב יותר ולא כל-כך גבוה, ושוב, קשה להבדיל בין המינים בתוך הקבוצה מבחינה מורפולוגית.

את חיסת ספלטא אפשר לזהות באמצעות המזלג שצורתו אופיינית - כרגיל הוא רחב יותר ועבה יותר, על-פי הצורה והמבנה המיוחדים של הגלומה, על-פי הגרגיר הרחב בעל הקודקוד הקהה וכן על-פי ההתפרקות המיוחדת של ציר השיכולת, שברגיל משאירה את הפרק של ציר השיכולת בחיק השיכולית (איור 4) (Jessen, 1939; Helbaek, 1952).



איור 4. "מזלגות" מפוחמים של מיני חיטה (מתוך: Helbaek, 1952)
שורה עליונה: חיטה חד-גרגירית
שורה שניה: כוסמת
שתי השורות התחתונות: חיסת ספלטא

חיטים חשופות ניכרות בקטעי ציר השיכולת שלהן, שלא נשברו בעת הדיש באזור החיבור שבין פרק לפרק, אלא באופן אקראי, ולעתים הם כוללים כמה פרקים - וכן בגרגיריהם העגלגלים (איור 5). שוב, קשה להבחין בין המינים בתוך הקבוצה (Helbaek, 1961; Jørgensen, 1975). כדי להבחין בכל זאת בין המינים, נעזרים בתפוצה הפיטוגיאוגרפית של המינים הללו בתקופות ההיסטוריות. כך למשל, את הממצאים של חיסת חשופה באירופה, מלבד אלה שנמצאו בחצאי האיזם הדרומיים, משייכים בדרך-כלל לחיטה רכה כאשר פרקי ציר השיכולת ארוכים, וכאשר הם קצרים יותר, הממצא שייך

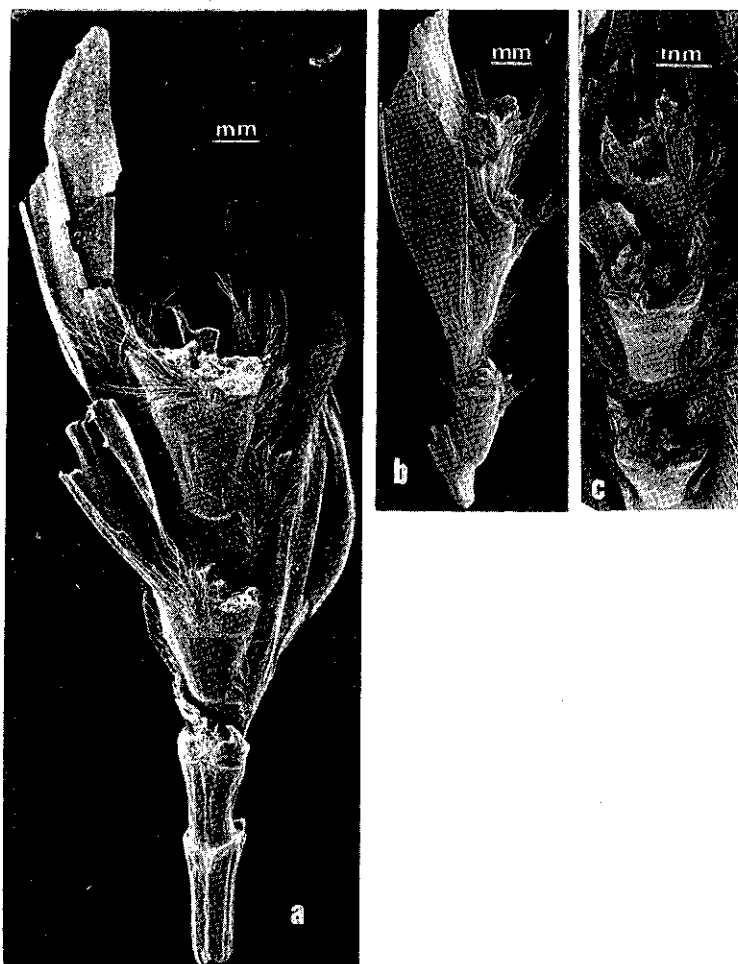


איור 5. קטעים מפוחמים של ציר השיבולת של חיטה קטנת-גרגיר מרמאד (מתוך: Zeist and Bakker-Heeres, 1985).

לחיטה דחוסת-שיבולת. מאידך, במזרח הקרוב (שלא מגדלים בשטחו, מלבד תורכיה, חיטה דחוסת-שיבולת) מזהים חיטה רכה על-פי פרקי ציר השיבולת הארוכים וכאשר הם קצרים יותר, הם מוגדרים כחיטה קשה.

בין הממצאים הקדומים יותר, מלפני התקופה הרומית, יש גרגירים קצרים יותר מ-5 מ"מ, בממוצע 3.6 עד 4.9 מ"מ. אלה שייכים לחיטה קטנת-גרגיר (*T. parvicoccum*), שאצלה גם פרקי ציר השיבולת קצרים יותר, ואורכם 1 עד 2 מ"מ. היות שהם נמצאים באזור שבו גדלה חיטה קשה, הובעה ההשערה, שהיטה זו היא טטרפלואידית (Kislev,

1980; Kislev, 1981). חיטה כזו איננה גדלה היום, ולכן אי אפשר לקבוע את מספר הכרומוזומים שלה. לאחרונה נמצאו בתל בטש בשפלת יהודה שרידים יפים שלה מהמאה ה"ד לפסה"נ, הכוללים גלומות עם קרין בולט לאורכן, האופייני לחיטים טטרפלואידיות (Briggle and Reitz, 1963) (איור 6). השרידים מראים 13 תכונות,



איור 6. שרירים מפוחמים של חיטה קטנת-גרגיר מתל בטש
 a - מבט מהפנים, הגלומות מראות את הקלין הברור.
 b - מבט מהצד
 c - כמו b, מלמעלה.

הנמצאות ברגל אצל חיטים טטרפלואידיות, לעומת 6 תכונות אצל הקספלואידיות. בעוד שרוב התכונות המיוחדות להקספלואידים נמצאות בגרגיר, רוב תכונות ציר השיכולת והגלומה מתאימות לטטרפלואידים (Kislev, 1984). הנימוק העיקרי למתן מעמד של מין עצמאי לשרירים הללו הוא, שלא ידוע היום על מין טטרפלואיד עם גרגיר כל כך קטן. מבחינה היסטורית זהו המין הקדום ביותר של חיטה חשופה, ולכן יש להניח שמיני התרבות העיקריים שמגדלים היום כגון חיטה רכה וחיטה קשה, נוצרו מחיטה קטנת-גרגיר.

המחקר הגנטי גילה את הקשר בין חיסה רכה לבין בן-חיסה פרוע (*Aegilops tauschii*). לפני כ-45 שנה גילו בנפרד Mofadden ו-Sears בארצות הברית ו-Kihara ביפן, את התורם של גנום D לחיסה רכה ולחיסה ספלטה (Sears and Mcfadden 1944; 1946; Kihara, 1944). יותר מעשרים שנה לאחר מכן הניחו, שחיסה רכה נוצרה מחיסה ספלטה באמצעות מוטציה של הגורם הקובע כי הגרגיר יהיה עטוי q, לגורם המקדד גרגיר חשוף Q. לדעתם, הגורם q, שנמצא על כרומוזום מס' 5A, הועבר מחיסה הבר דרך כוסמת לחיסה ספלטה (Morris and Sears, 1967). הסינתזה המלאכותית של חיסה ספלטה כתוצאה מהכלאה של כוסמת עם בן-חיסה פרוע מהווה אבן דרך בחשיפת החידה של אבולוציית החיסה. אולם, קיימת היום עדות לכך, שהתהליך האבולוציוני היה למעשה מסובך יותר מאשר חשבו קודם לכן. חיסה ספלטה מורכבת משני טיפוסים שונים: האחד שכנראה היה אבי חיסה רכה והשני שנוצר ממנה. בכל טיפוס יש גורם אחר האחראי לגרגיר עטוי.

יתר על כן, היום מכירים שלב ביניים נוסף בתהליך יצירת חיסה רכה. זהו רעיון שהציע Kerber ב-1964. הוא בחר זן מסוים של חיסה רכה שנקרא Canthatch, ובעזרת טכניקה של הכלאות חוזרות, הצליח לבדוד את המרכיב הטראפלואידי שלו. הוא גידל את הצמח הטראפלואידי (ללא התרומה של בן-חיסה פרוע), ולכן הוא כינה אותו Tetra Canthatch, והתברר שהגרגיר חשוף ומכיל את הגנום AABB של החיסה הרכה המקורית (Kerber, 1964). מכאן, שהתכונה Q של גרגיר חשוף בחיסה רכה, מצויה גם ב-Tetra Canthatch. במידה שאפשר להשוות, זן זה דומה מאוד לחיסה קטנת-גרגיר. במחקרים נוספים הוא הכליא את התוצר הטראפלואידי הזה שהוא בעל גרגיר חשוף עם בן-חיסה פרוע, וקיבל להפתעתו צמח בעל גרגיר עטוי דומה לחיסה ספלטה. מניסויים אלה הוא הגיע למסקנה, שבן-חיסה פרוע מכיל גן אחר, דומיננטי, המקדד גרגיר עטוי שנקרא Tg ונמצא על כרומוזום מס' 2D והוא משנה את הביטוי של הגורם Q שהיה צריך לתת גרגיר חשוף. מכאן שחיסה ספלטה שהיתה הורתה של חיסה רכה, היה לה הגן Tg המקדד גרגיר עטוי ולא הגורם q בעל אותה השפעה (Kerber and Rowland, 1974). כלומר, הגורם האחראי לגרגיר עטוי בחיסה ספלטה יכול במקורו לבוא מגנום A, שמרכיב למשל את חיסה הבר או את הכוסמת, כפי שחשבו עד אז, או לבוא מגנום D, מבן-חיסה פרוע, לפי הצעתו של Kerber. להלן נראה שקל יותר להסביר את מוצאה של חיסה רכה מחיסה ספלטה לפי ההצעה החדשה. כדי להבדיל בין שני הטיפוסים של חיסה ספלטה, נקרא לטיפוס שהיה ההורה של חיסה רכה - Tg, ולחיסה ספלטה האירופית - q.

איננו יודעים עדיין איזה גן המקדד גרגיר עטוי קיים בחיסה ספלטה אירנית *T. spelta ssp. kuckuckianum*. אולם, על-פי המידע שקיים היום, אפשר להסביר מדוע

קיבל החוקר טיפוסים דומים לחיסה רכה כאשר הכליא חיסה ספלטה אירנית עם זן אירופי שלה (Kuckuck, 1959). אם מכליאים חיסה ספלטה הטרוזיגוטית ל-Tg עם חיסה ספלטה הטרוזיגוטית ל-q מקבלים בוודאי, מלבד הטיפוסים של ההורים, גם טיפוס Q_{tg}, הדומה לחיסה רכה, וכן טיפוס qTg המכיל שני גורמים הגורמים לגרגיר להיות עטוי. כלומר, אפשר להניח שחיסה ספלטה האירנית היא עטויה בגלל הגן Tg, חיסה ספלטה האירופית

עטויה בגלל הגורם q , ואפשר לייצר עוד טיפוס שלישי של חיסת ספלט, בן-כלאים של הטלפוסים הללו, שמכיל את שני הגורמים שמקדרים גרגיר עטוי. מכאן שחיסת ספלט הסננתית שקיבלו Sears ו-Mcfadden הכוללת את שני הגורמים לגרגיר עטוי, מפני שהם הכליאו כוסמת, המכילה q , עם בן-חיסת פרוע שמכיל Tg . יש להניח, אם כן, שחיסת ספלט Tg היא הורתה של חיסת רכה ולא חיסת ספלט q האירופית. הספקות שהטלנו כעת באבהותה של חיסת ספלט האירופית מעמידות בסימן שאלה גם את התיאוריות בדבר הנדידה שלה מאירן דרך דרום-מערב רוסיה למרכז אירופה, וזאת מפני ששני גורמים שונים גורמים אצלן לגרגיר עטוי, כלומר, הן אינן זהות.

האבולוציה של חיסת התרבות

על-פי המידע שהצטבר אצלנו, ארך התהליך האבולוציוני של רוב חיסת התרבות פחות מ-1000 שנה במשך התקופה הנלאוליתית הקדם-קראמית. יצירת מספר כזה של מינים במשך זמן כה קצר, היתה כרוכה בתהליכים אבולוציוניים מהירים ביותר. יתר על כן, מינים אלה אינם יכולים לחיות במשך דורות ללא עזרת האדם; השיכולת הבשלה אינה מתפרקת לשיכוליות בודדות, ולכן אין אצלם פיזור זרעים. מהלך האבולוציה כלל שבעה שלבים ברורים שאפשר לאתר אותם בדיוק רב למדי בזמן ובמקום (טבלה 2, איור 7):

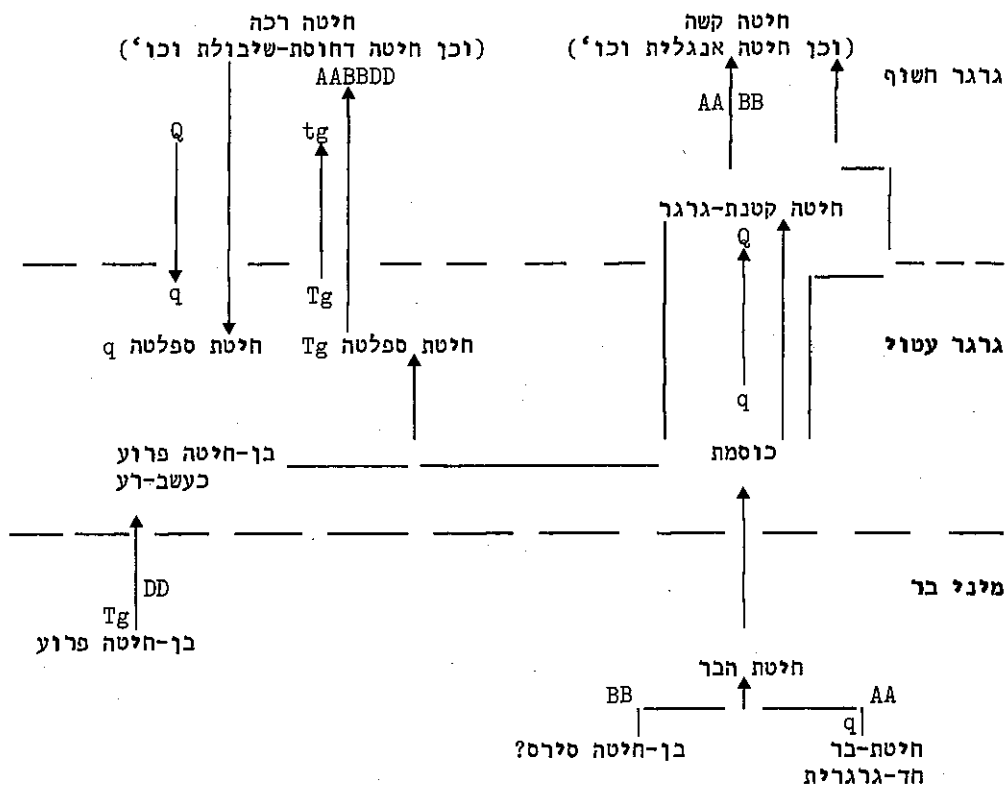
א. העדויות הקדומות ביותר שאפשר להניח שהן של כוסמת. (ו/או של חיסת הבר) הן מתל אסואד ליד דמשק (Zeist and Bakker-Heeres, 1985), צ'ינו במזרח אנטוליה (Zeist, 1970) ומתרבות בוס מורדה באלז קוש בדרום-מערב אירן (Helbaek, 1969), כולם מתאלי השמיני לפסה"נ. אתרים אלה קרובים לאזור התפוצה הטבעי של חיסת הבר ושל חיסת ארמנית שגם היא צמח בר הדומה ביותר לחיסת הבר שלנו (Zohary, 1969).

ב. בשכבה מאוחרת יותר בתל אסואד, המתוארכת לאחר 7000 לפסה"נ, נמצאו גרגירים קטנים וקטעי ציר שיכולת בעלת פרקים קצרים (Zeist and Bakker-Heeres, 1985). כאמור, שרידים אלה שליוכים, לדעתי, לחיסת קטנת-גרגיר, מין שנוצר מכוסמת (כנראה מצורה בעלת גרגירים יותר קטנים) באמצעות שורת מוטציות וביניהן המעבר מגרגיר עטוי לגרגיר חשוף. היות שכל המינים החשופים הידועים כיום מכילים כנראה את הגורם Q , האחראי לקבלת גרגירים חשופים בדיש ולציר שיכולת חזק (Muramatsu, אוניברסיטת Okayama, במכתב), יש להניח שגם חיסת קטנת-גרגיר מכילה גן זה. אם כך הוא הדבר, אזי המוטציה של הגן q - הנמצא על כרומוזום מס' 5A - ל- Q , גרמה לשינוי בתכונה המבדילה בין כוסמת לחיסת קטנת-גרגיר. השוואה בין תוצאות הניסויים הגנטיים לעדות הבוטנית-ארכיאולוגית, מראה דמיון

רב בין חיסת קטנת-גרגיר לבין הזן הטטרפלואיד *Tetra Cantharion*.

ג. יש להניח, שבסביבת מפגש הגבולות תורכיה, עיראק ואירן, באחד מהשדות שגידלו בו חיסת קטנת-גרגיר (טטרפלואידית), ושהיה בו גם בן-חיסת פרוע (דיפלואידית) כעשב-רע, נוצרה חיסת ספלט (הקספלואידית) מטיפוס Tg באמצעות הכלאה, יצירת טריפלואיד בלתי יציב, הכפלה של מספר הכרומוזומים ויצירת הקספלואיד. חיסת

איור 7
מהלך האבולוציה של מיני החיטה



ספלטת בתקופה הניאוליתית במזרח הקרוב היא נדירה מאוד, אבל פורסמו ממצאי גרגירים מהאתר יארים טפה II בצפון עיראק מהאלף החמישי לפסה"נ, וכנראה גם מהאתר הסמוך - יארים טפה I משכבה המתוארכת כ-1000 שנה קודם לכן. המין הוגדר על-פי תכונות הגרגיר, ובכללן עקבות של עירוק המוצים על פני הגרגיר (Merpert and Munchaev 1973; Bakhteyev and Yanushevich, 1980). עדיין אין בידינו נתונים בדבר מציאות חיטת ספלטת בתקופות יותר קדומות. כמו-כן, עדיף שהנתונים לתבססו גם על שרידי גלומות, כי כך הוודאות בזיהוי רבה יותר.

ד. השלב האבולוציוני הבא הוא יצירת חיטה רכה מחיטת ספלטת מטיפוס Tg באמצעות מוטציה של הגן Tg, האחראי לגרגיר עטוי, לאלל הרצסיבי שלו tg (Kerber and Rowland, 1974). יש אמנם אפשרות, שחיטה רכה נוצרה מחיטת ספלטת, שמקורה בהכלאה בין כוסמת לבן-חיטה פרוע. אבל לחיטת ספלטת כזאת יהיו שני גנים המקדדים גרגיר עטוי Tg וכן q; הסיכוי לקבל מוטציה של שני הגנים הללו הוא קטן, אפילו במשך כמה מאות שנים. סביר יותר להניח, שהמוטציה הראשונה מ-q ל-Q קרתה בשדות הכוסמת, והמוטציה השנייה קרתה בשדות חיטת הספלטת מטיפוס Tg

ויצרה חיטה רכה עם גן tg, האחראי לגרגיר חשוף. הממצאים הקדומים ביותר של חיטה רכה הם מצ'אן האסאן III בדרום אנטוליה, בערך מאמצע האלף השביעי לפסה"נ (Hillman, 1978).

ה. כמה מינים טרפלוואדיים בעלי גרגיר חשוף יכלו להיווצר מחיטה קטנת-גרגיר, כגון חיטה קשה, חיטה אנגלית וכו'. חיטה קשה נמצאה בשכבות יותר מאוחרות בצ'אן האסאן III מהתקופה הנלאוליתית הקראמית (Hillman, 1978).

ו. אחרי שחיטה רכה וכוסמת התבססו באירופה, הופיעה חיטת ספלטה שנייה, בעיקר מצפון להרי האלפים. לכך אפשר להניח, שחיטת ספלטה q נוצרה מחיטה רכה. המוטציה החוזרת של גורם Q החזירה את הגרגיר העטוי לחיטים ההקספלוואידיות.

ז. חיטה חד-גרגירית נוצרה מחיטת-בר חד-גרגירית כענף אבולוציוני נפרד. בדומה למעבר מחיטת הבר לכוסמת, כך גם כאן דוכאה ההתפרקות העצמית של ציר השיבולת בזמן ההבשלה. הממצאים הקדומים ביותר של חיטה חד-גרגירית (חיטת-בר או חיטה תרבותית), הם מ-6500 עד 6000 לפסה"נ, מסוריה (Hillman, 1975).

ענף אבולוציוני צדדי אחר הוא ביות חיטה ארמנית לחיטת טימופילב באגף המזרחי של הסהר הפורה. אמנם יצאו פרסומים אחדים על אודות ממצאים של שרידי החיטים הללו (Lisitsina, 1978), אבל לא ידוע לנו כיצד מבדילים בין גרגירים שלהם לבין גרגירים של חיטת הבר והכוסמת.

מהמידע שהצטבר כאן אפשר לומר, שבסוף הנלאולית הקדם-קראמי במזרח הקרוב, בסביבות 6000 לפסה"נ נתקיימו כבר כל התהליכים החשובים וכל המינים החשובים (להוציא חיטת ספלטה האירופית). אם כן, בשלב מוקדם מאוד של ההיסטוריה האנושית, כ-3000 שנה בטרם ידע האדם קרוא וכתוב, כבר היתה בידו אחת ההמצאות החשובות ביותר שלו – חופן של גרגירי תבואה תרבותית.

הבעת תודה

תודתי נתונה לראשי משלחת חפירות תמנה פרופ' קלם מטכסס וד"ר מזר מירושלים, שהרשו לי לפרסם את החומר בדבר חלקי השיבולים מתקופת הברונזה המאוחרת; לשרה שלום על העזרה הטכנית, ליעקב לנגזם וליוסי מור על הצילומים הנאים.

רשימת ספרות

בר יוסף, ע., תשל"ד. התרבות הנאטופית בארץ ישראל. קדמוניות ז', עמ' 23-3.
בר יוסף, ע., תשל"ז. התרבויות הנלאוליות בארץ ישראל. קדמוניות י', עמ' 59-38.

זהרי, ד., תשל"ל. מוצא החיטים התרבותיות. בתוך: ה' אופנהיימר, חיטי-בר וחיטים תרבותיות, מאגנס, ירושלים. עמ' 53-73.

Bakhteyev F.KH. and Yanushevich Z.V. 1980. Discoveries of cultivated plants in the early farming settlements of Yarym-Tepe I and Yarym-Tepe II in northern Iraq. J. Archaeol. Sci. 7: 167-178.

- Bakels C. 1978 Four Linearbandkeramik Settlements and their Environment. University Press, Leiden, pp. 2-15.
- Bar-Yosef O. 1981. the Epi-Palaeolithic complexes in the southern Levant. in: J. Cauvin et P. Sanlaville (eds) Colloques Internationaux du C.N.R.S., No. 598 - préhistoire du Levant, Paris, pp. 389-408.
- Bor, N.L. 1968. Flora of Iraq, Vol. 9. Ministry of Agriculture, Baghdad. pp. 173-208.
- Bottema S., 1974. Late Quaternary Vegetation History of Northwestern Greece. V.R.B. Offsetdrukker, Groningen.
- Briggle L.W. 1980. Origin and botany of wheat. In: Hafliger, E. (ed.) Wheat, Basle pp.6-13.
- Briggle L.W., and Reitz L.P. 1963. Classification of *Triticum* species and of wheat varieties grown in the United States. USDA. Bull. 1278
- Cavalli-Sforza L.L. 1974. The genetics of human populations. Sci. Amer. 231(3): 81-89.
- Childe, V.G. 1936. Man Makes Himself (repr. 1965), Watts, London.
- Evans, J.D. 1964. Excavations in the Neolithic settlement of Knossos, 1957-1960, part I. The Annual of the British School at Athens 59, London. pp. 140.
- Follieri, M. 1973. Cereali del villaggio neolitico di Passo di corvo (Foggia). Annali Bot. 32: 49-61.
- Gandilian, P.A. 1980. Determiner to the Wheats, Aegilopses ,Ryes and Barleys. Yeravan (Russian with English summary).
- Garrod, D.A.E. 1957. The Natufian culture: Life and economy of a Mesolithic people in the Near East. Proc. Brit. Acad. 43: 211-227.
- Gowlett, J.A.J., Hedges, R.E.M., Law, I.A. and Perry, C. 1987. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: archaeometry datelist 5. Archaeometry 29:125-155.
- Hansen, J. and Renfrew, J.M. 1978. Palaeolithic-Neolithic seed remains at Franchthi cave, Greece. Nature 271: 349-352.
- Harlan, J.R. 1967. A wild wheat harvest in Turkey. Archaeology 20: 197-201.
- Harlan, J.R. 1975. Crops and Man. Madison, American Society for Agronomy, Wisconsin.
- Harlan, J.R., De Wet, J.M.J. and Price, E.G. 1973. Comparative evolution of cereals. Evolution 27: 311-325.
- Hartyányi, B.P. and Nováki, G. 1975. Samen-und Fruchtfunde in Ungaren von der Neusteinzeit bis zum 18. Jahrhundert. Agrartort. Szemle 17 (suppl.): 1-65.

- Helbaek, H. 1952. Spelt (*Triticum spelta* L.) in Bronze Age Denmark. *Acta Archaeologica* 23: 97-107.
- Helbaek, H. 1953. Archaeology and agricultural botany. *Ann. Repts. Inst. Archaeol. Univ. London* 9: 44-59.
- Helbaek, H. 1961. Late Bronze Age and Byzantine crops at Beycesultan in Anatolia. *Anatol. Stud.* 11: 77-97.
- Helbaek, H. 1961. Report on carbonized grain from AF5 (GHD. phase). In Trump D.H. (ed.) *Skorba. The society of Antiquaries*, London, p. 53.
- Helbaek, H. 1969. Plant collecting, dry-farming and irrigation agriculture in prehistoric Deh Luran. In: F. Hole, K.V. Flannery and J.A. Neely, (eds.) *Prehistory and Human Ecology of the Deh Luran Plain*. University Press, Ann. Arbor, Michigan, pp. 383-426.
- Helbaek, H. pp. 1970. The plant husbandry of Hacilar. In: J. Mellaart (ed.) *Excavations at Hacilar, Vol. 1*. University Press, Edinburgh, 189-244.
- Hillman, G.C. 1972. Plant remains. In: E.S. Higgs (ed.) *Papers in Economic Prehistory*. University Press, Cambridge, p. 182.
- Hillman, G.C. 1975. The plant remains from Tell Abu Hureyra: a preliminary report. *Proc. Prehist. Soc.* 41: 70-73.
- Hillman, G.C. 1978. On the origin of domestic rye - *Secale cereale*: The finds from aceramic Can Hasan III in Turkey. *Anatol. Stud.* 28: 157-174.
- Hillman, G.C., Robins G.V., Oduwole D., Sales K.D., and McNeil D.A.C. 1983. Determination of thermal histories of archeological cereal grains with electron spin resonance spectroscopy. *Science* 222:1235-1236.
- Hopf, M. 1961. Untersuchungsbericht über Kornfunde aus Vrsnik. *Zbornik Stip.* 2:41-45.
- Hopf, M. 1966. *Triticum monococcum* L. Y *Triticum dicoccum* Schubl. en el neolitico antiguo espanol. *Archivo de prehistoria Levantina* 11: 53-73.
- Jessen, K. 1939. Trouvailles de ble. In: T. Mathiassen, *Bundso: une station de recent Age de la Pierre dans l'ile d'Asl*, Aarbog. Nord. Oldk. Hist. p. 68.
- Jorgensen, G. 1975. *Triticum aestivum* s.l. from the Neolithic site of Weier in Switzerland. *Folia Quaternaria* 46: 7-21.
- Kerber, E.R. 1964. Wheat: reconstitution of the tetraploid component (AABB) of hexaploids. *Science* 143: 253-255.
- Kerber, E.R. and Rowland, G.G. 1974. Origin of the free threshing character in hexaploid wheat. *Can. J. Genet. Cytol.* 16: 145-154.
- Kihara, M. 1944. Die Entdeckung der DD-Analysatoren beim Weizen. *Agr. Hort.* 19: 889-890.

- Kislev M.E. 1981 *Triticum parvicoccum* sp. nov., the oldest naked wheat.
Isr. J. Bot. 28: 95-107.
- Kislev, M.E. 1981. The history of evolution of naked wheats. Z. Archaeol. 15:
57-64.
- Kislev, M.E. 1984. Botanical evidence for ancient naked wheats in the Near
East. In W. van Zeist (ed.) Plants and Ancient Man. Balkema, Rotterdam,
pp. 141-152.
- Kislev, M.E. 1988. Predomesticated cereals in the pre-pottery Neolithic A
period. In: I. Herskovitz (ed) Man and Culture in change. British
Archaeological Reports, International series, Oxford.
- Knörzer, K.H. 1979. Über den Wandel der angebauten körnerfrüchte und ihrer
Unkrautvegetation auf einer niederrheinischen Lössfläche site dem
Frühneolithikum. Archaeo-Physika 8: 147-163.
- Körber-Grohne, U. 1981. Pflanzliche Abdrücke in eisenzeitliche
Keramik-Spiegelbild damaliger Nutzpflanzen? Fundberichte aus
Baden-Württemberg 6: 65-211.
- Kuckuck, H. 1959. On the findings of *Triticum spelta* L. in Iran and on the
arising of *Triticum aestivum*-types through crossing of different
spelta-types. Wheat Inf. Serv. 9-10: 1-2.
- Lee, R.B. 1968. What hunters do for a living, or, how to make out on scarce
resources. in: R.B. Lee and I. DeVore (eds.) Man the Hunter. Aldine,
Chicago.
- Lisitsina, G.N. 1978. Main types of ancient farming on the Caucasus - on the
basis of palaeo-ethnobotanical research. Ber. Deutsch. Bot. Ges.
91: 47-57.
- McFadden, E.S and Sears, E.R. 1944. The artificial synthesis of *Triticum*
spelta. Rec. Genet. Soc. Amer. 13: 36-27.
- McFadden, E.S. and Sears, E.R. 1946. The origin of *Triticum spelta* and
its free-threshing hexaploid relatives. J. Hered. 27: 81-89; 107-116.
- Mellaart, J. 1975. The Neolithic of the Near East. Thames and Hudson,
London, p. 244.
- Merpert, N.Y. and Munchaev, R.M. 1973. Early agricultural settlements in the
Sinjar plain, northern Iraq. Iraq 35: 93-113.
- Morris, R. and Sears, E.R. 1967. The cytogenetics of wheat and its relatives.
In: K.S. Quisenberry (ed.) Wheat and Wheat Improvement. American society
Agronomy, Madison, Wisc. pp. 19-87.
- Noy, T., Legge, A.J. and Higgs, E.S. 1973. Excavations at Nahal Oren,
Israel. Proc. Prehist. Soc. 39: 75-99.

- Perrot, J. 1981. Palestine-Syria-Cilicia. In: R.J. Braidwood and G.R. Willey, (eds) *Courses towards Urban Life*. Aldine, Chicago, pp. 148-164.
- Quitta, H. 1971. Der Balkan als Mittler zwischen Vorderem Orient und Europa. In: F. Schlette (ed.) *Evolution und Revolution im Alten Orient und in Europa*. Berlin, pp. 38-63.
- Renfrew, J.M. 1979. The first farmers in south east Europe. *Archaeo-Physika* 8: 243-265.
- Tindale, N.B. 1974. *Aboriginal Tribes in Australia*. University of California Press, Berkeley etc.
- Tutin, T.C. and Humphries, C.J. 1980. *Aegilops, Triticum*. In: T.G. Tutin et al. (eds) *Flora Europaea* vol. 5, Cambridge, pp. 200-203.
- Vavilov, N.I. 1940. The new systematics of cultivated plants. In: J. Huxley (ed.) *The New Systematics*. University Press Oxford, pp. 549-566.
- Waines, J.G. and Stanley Price, N.P. 1977. Plant remains from Khirokitia in Cyprus. *Pale'orient* 3: 281-284.
- Willerding, U. 1970. Vor- und fruhgeschichtliche kulturpflanzenfunde in Mitteleuropa. *Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen* 5: 287-375.
- Zeist, van W. 1970. Palaeobotanical results of the 1970 season at Cayonu, Turkey. *Helinium* 12: 3-19.
- Zeist, van W. 1976. On macroscopic traces of food plants in southwestern Asia (with some reference to pollen data). *Philos. Trans. B.* 275: 27-41.
- Zeist van W. and Bakker-Heeres, J.A.H. 1979. Some economic and ecological aspects of the plant husbandry of Tell Aswad. *Paleorient* 5: 161-169.
- Zeist, van W. and Bakker-Heeres, J.A.H. 1985. Archaeobotanical studies in the Levant: 1. Neolithic sites in the Damascus basin: Aswad, Ghoraife, Ramad. *Palaeohistoria* 24: 165-256.
- Zeist, van W. and Bakker-Heeres, J.A.H. 1986. Archaeobotanical studies in the Levant: 3. Late-Polaeolithic Mureybit. *Palaeohistoria* 26: 171-199.
- Zeist, van W. and Casparie, W.A. 1968. Wild einkorn wheat and barley from Tell Mureybit in northern Syria. *Acta Bot. Neerl.* 17: 44-53.
- Zohary, D. 1969. The progenitors of wheat and barley in relation to domestication in: P.J. Ucko and G.W. Dumbleby (eds.) *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*. Duckworth, London, pp. 47-66.

עדשים בארצנו

גדעון לדיז'נסקי

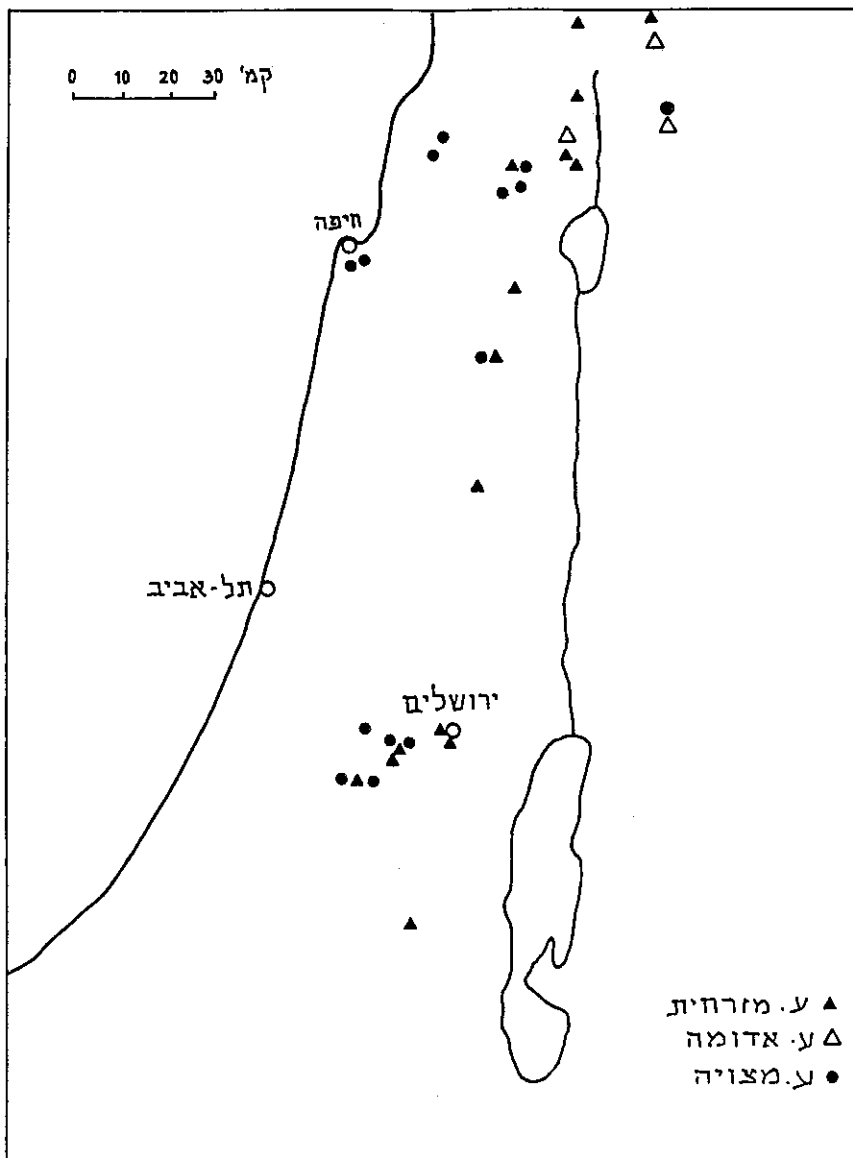
שרידים של זרעי עדשים באתרים פרהיסטוריים במזרח התיכון מעידים על כך שהאדם הכיר עדשים והשתמש בהן כבר באלף השמיני לפסה"נ ואולי אף קודם לכן. זרעי עדשים זהו ברוב האתרים מתקופת האבן החדשה ומתקופת הברונזה במזרח התיכון ובאירופה. העדשים מוזכרות במקורותינו פעמים אחדות, למשל, שמואל ב' י"ז, 28; משנה, תרומות פ"י, מ"א (פליקס, תשי"ז), אולם מעשה מכירת בכורתו של עשו בנזיד עדשים הוא אולי הידוע מכולם, "ויעקב נתן לעשו לחם ונזיד עדשים ויאכל וישת ויקום וילך, ויבז עשו את הבכורה" (בראשית כ"ה, 34).

העדשה התרבותית (*Lens culinaris*) הינה גידול מסורתי בחקלאות היס-תיכונית. היא נפוצה בדרום-מערב אסיה, באגן הים התיכון, באתיופיה ואף ליבשת אמריקה הגיעה. בארצנו העדשה הינה גידול חורפי בדומה ליתר קטניות המאכל של אזורנו: חמצה, אפון ופול. קטניות אלה נזרעות לרוב במחצית החורף. בשנים שחונות עולה חלקה של העדשה בשדות המזרע מאחר ותקופת גידולה קצרה יותר משל יתר הקטניות. גידול העדשים בישראל התמעט לאחר קום המדינה והיה מוגבל לסקטור הערבי. כיום הוזנח הגידול כמעט כליל בגלל הצורך בעבודת ידים רבה בזמן האסיף וכן בשל היכולים הנמוכים.

מלבד המין התרבותי מכיל הסוג עדשה ארבעה מיני בר: עדשה מזרחית (*L. orientalis*), עדשה אדומה (*L. odemensis*), עדשה מצויה (*L. ervoides*) ועדשה שחורה (*L. nigricans*); מלבד זה האחרון מצויים בארצנו כל יתר מיני הבר. צמח העדשה הוא נמוך, 5-25 ס"מ ולו גבעול יחיד או מסועף, עלה מנוצה בעל 2-7 זוגות עלעלים, פרחים הנישאים בתפרחת ותרמיל המכיל 1-2 זרעים פחוסים ודמויי עדשה. עדשי הבר גדלים בבת-גידול אבניים ובקרקע רדודה, בתוך צומח עשבוני דליל. האוכלוסיות של עדשי הבר מכילות בדרך-כלל מספר קטן של פרטים הגדלים בכתמים של כמה מ"ר, אולם בגבהים הרמים ניתן למצוא אוכלוסיות על פני שטח גדול יותר, אך הן דלילות מאוד.

אפיון מורפולוגי ואקולוגי של עדשי הבר בארצנו

עדשה מזרחית: אורך העלה 2-4 ס"מ, והוא בעל 5-6 זוגות עלעלים. עלי הלואי אופקיים, תמימים ודמויי איזמל. עוקץ התפרחת כאורך העלה הסמוך או קצר ממנו, נושא 1-3 פרחים ומסתים במלען (איור 1). אורך הגביע כאורך הכותרת ולעתים אף ארוך ממנה. שיני הגביע ארוכות מצינור הגביע. צבע הכותרת כחלחל עם עורקים כהים יותר. התרמיל קרח לרוב. התרמיל הבשל מתבקע על הצמח ומפזר כך את זרעיו.



מפה 1: תפוצת עדשי הבר בישראל.

העדשה המזרחית יוצרת אוכלוסיות קטנות ודלילות המכילות עשרות בודדות של פרטים בהרי יהודה, בשומרון, בכרמל, בגלבוע, בחבור ובגליל העליון. אוכלוסיות גדולות יותר קיימות בחרמון (מפה 1). עדשה זו גדלה בקרקע אבנית ורדודה בבתי-גידול פתוחים, יחד עם קטניות חד-שנתיות אחרות ורק לעתים רחוקות אפשר למצוא אותה בין שיחים או בצל עצים.

לעדשה המזרחית תפוצה גיאוגרפית נרחבת, מתורכיה ועד לאוזבקיסטן, אולם היא מוגבלת לבתי-גידול האופייניים לה באזורים הרריים עם צומח עשבוני חד-שנתי. מבחינה מורפולוגית דומה מאוד העדשה המזרחית לעדשה תרבותית, ועדויות ציטוגנטיות מעידות על כך שהיא אם העדשה התרבותית (Ladizinsky, 1979a). השוני בין שני המינים הוא בתכונות שנבררו על-ידי האדם במהלך הביות כגון: צמח זקוף, מספר רב יותר של עלעלים לעלה, זרע גדול יותר ותרמילים שאינם נפתחים בזמן ההבשלה.

עדשה אדומה: עדשה זו דומה מאוד לעדשה המזרחית ונבדלת ממנה בצורת עלי הלוואי שהינם דמויי חצי רומח ולעתים משוננים בחלקם התחתון (איור 1), אלא שצורה זו אינה בולטת בכל העלים. בעלים התחתונים והעליונים עלי הלוואי לעתים דמויי איזמל כמו בעדשה המזרחית.

על-פי הספרות הבוטנית, עלי לוואי דמויי חצי רומח הם סימן אופייני של העדשה השחורה. בכדיקת מספר רב של נציגי אוכלוסיות בעלי עלי לוואי דמויי חצי רומח, נמצא שישנם כאלה עם עלי לוואי זקופים וגדולים יחסית ובעלי שינון נמרץ בחלקם התחתון ואילו באחרים עלי הלוואי קטנים יותר, בעלי עמדה אופקית ביחס לגבעול והשינון בהם מועט יחסית. הצמח ששימש לתיאור העדשה השחורה היה בעל עלי לוואי זקופים ועל כן תואר הטיפוס בעל עלי הלוואי האופקיים כמין חדש, עדשה אדומה. פרט לשוני המורפולוגי בין שני המינים קיימים ביניהם הבדלים גנטיים בולטים שנמצאו בנלווי הכלאה בין העדשה השחורה והעדשה האדומה. שני מינים אלה מבודדים זה מזה מאחר שעובר הכלאים מופל כשבועיים לאחר ההפריה (Ladizinsky et al., 1984). לעומת זאת, מבין השתיים רק העדשה האדומה בת הכלאה עם העדשה התרבותית. אמנם בן הכלאים בין שני המינים עקר במידה ניכרת, אך בדור השני להכלאה ניתן לברור פרטים בעלי פוריות מלאה (גושן, 1981).

העדשה האדומה זוהתה לראשונה בשמורת הר אודם בגולן וברמת אדמון ליד כרם בן זמרה, ולאחר-מכן בהר שלפון וביער מסעדה שבגולן. היא נאספה על-ידינו גם בתורכיה וזוהתה בחומר עשביה מתאי חיוס שבים האגאי.

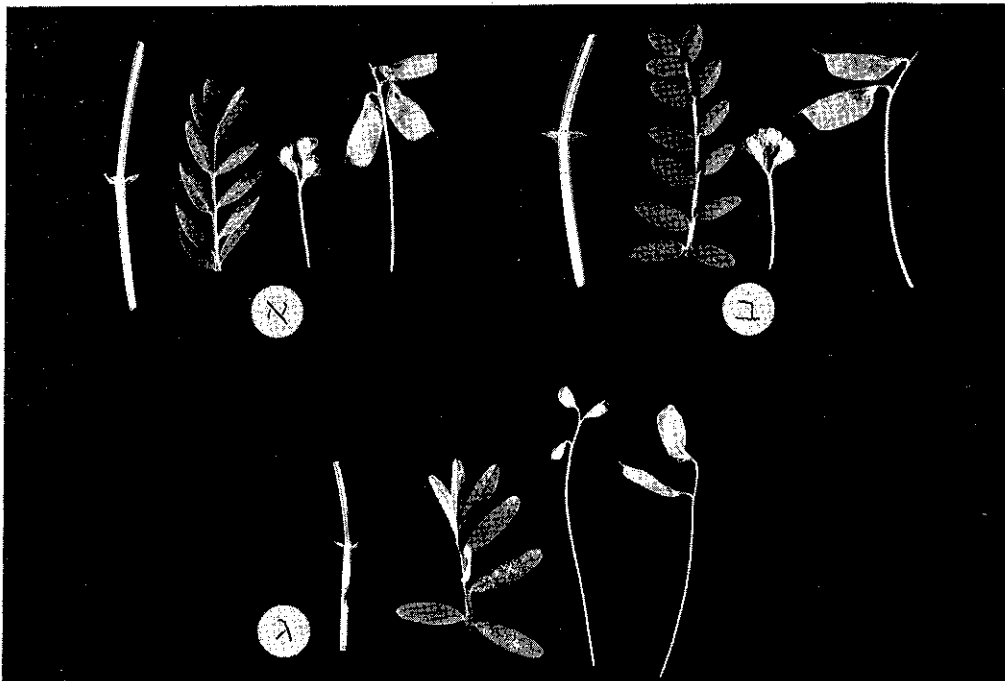
העדשה האדומה גדלה בקרקע רדודה בבתי-גידול פתוחים או בקרחות של חורש אלון ואורן. האוכלוסיות מצומצמות ומכילות מספר קטן של פרטים.

עדשה מצויה: עדשה זו מאופיינת בעלים קטנים ועדינים בהשוואה לשני המינים הקודמים. מספר העלעלים לעלה: 2-4, והעלים העליונים צרים בדרך-כלל וארוכים יותר. עלי הלוואי אצלמיניים או דמויי חצי רומח. עוקץ-התפרחת מסתיים לרוב בפרח ובדרך-כלל הוא ארוך מהעלה שבחיקו הוא יושב (איור 1). הגביע קצר מהכותרת, ושיני הגביע הן באורך צינור הגביע. התרמיל מכוסה שערות לבדיות קצרות.

העדשה המצויה גדלה בארץ בהרי יהודה, בכרמל, בגלבוע, בגליל המערבי ובגליל העליון. גם היא גדלה בבתי-גידול אבניים אולם מעדיפה גומחות מוצלות תחת עצים ושיחים. כאשר בתי-הגידול של העדשה המצויה והעדשה המזרחית, או העדשה האדומה,

נוגעים זה בזה ניתן למצוא את שני המינים זה ליד זה. מצב כזה קיים במצפה משואה שבהרי יהודה, בהר מירון, שם גדלה העדשה המצויה ליד העדשה המזרחית; וביער מסעדה בו היא גדלה בסמיכות לעדשה האדומה.

העדשה המצויה איננה בת הכלאה עם העדשה התרבותית, מאחר שעוברי הכלאים מתמוטטים 10-14 ימים לאחר ההפריה. אולם ניתן להציל את עוברי הכלאים אם מעבירים אותם למצע של מזון מלאכותי. בן כלאים כזה התפתחותו הווגטיבית נורמלית ופוריותו חלקית (Ladizinsky et al., 1985).



איור 1: עלי לוואי, עלה, תפרחת ותרמילים של א) עדשה מזרחית ב) עדשה אדומה ג) עדשה מצויה.

מפתח להגדרת מיני העדשים בארצנו

1. העלה בעל 3-4 זוגות עלעלים, עוקץ התפרחת מסתיים לרוב במלען, התרמיל קרח (2)
 - העלה בעל 2-4 זוגות עלעלים, עוקץ התפרחת מסתיים לרוב בפרח, התרמיל לכיד ע. מצויה

2. עלי הלוואי דמויי איזמל (3)
 - עלי הלוואי, לפחות בחלקם, דמויי חצי רומח ומשוננים בחלקם התחתון ע. אדומה
3. צמחי תרבות, התרמיל לרוב אינו נפתח גם לאחר ההבשלה
 - צמחי בר, התרמיל הבשל מתבקע ומפזר את זרעיו ע. תרבותית ע. מזרחית

תירבות העדשים

הידע שהצטבר בשנים האחרונות על הסוג עדשה ועל מוצא העדשה התרבותית מצביע על כך שתירבות העדשים לא היה תהליך פשוט כלל וכלל. הנחה מקובלת היא שבתקופות קדומות קדם איסוף צמחים לתירבותם. אם כן, כמה זרעים של עדשה מזרחית ניתן היה לאסוף באוכלוסיות הטבעיות? ומה היה יכול להיות חלקן של העדשים בסל המזון של האדם באותן התקופות?

ערכנו איסוף נסיוני של עדשה מזרחית בשלוש אוכלוסיות בר, אשר שתיים מהן היו מוגנות מפני רעיה ובשלישית היתה רעיה מתונה. האיסוף נעשה על-ידי תלישת הצמחים כאשר התרמילים התחתונים הגיעו להבשלה או אף פיזרו כבר את זרעיהם. נמצא שבצורת איסוף כזו, שהינה אופטימלית לאיסוף כמות מרבית של זרעים, ניתן לקבל בממוצע 10 זרעים לצמח, וכדי לקבל ק"ג אחד של זרעים יש לאסוף כ-10.000 צמחים (Ladizinsky, 1987). מאחר שאוכלוסיות העדשה המזרחית בארצנו, כמו ביתר אזור התפוצה, מרוחקות זו מזו ומכילות מספר קטן של פרטים המפזרים את זרעיהם סמוך להבשלה, קשה לקבל את ההנחה שהאדם אסף אותם כדי להפיק מהם זרעים. מעניינת האפשרות שהאדם אסף את צמחי העדשים, כפי שאסף צמחי בר אחרים, כמספוא לבעלי-החיים שגידל בשביה (Bohrer, 1972).

גם זריעת העדשים בידי האדם לשם קבלת אוכלוסיות גדולות יותר הינה פרובלמטית בגלל עיכוב הנביטה בזרעים של עדשי הבר. בניסויים שערכנו במשך שנים מספר נמצא שרק 10%-15% מהזרעים נובטים בעונה שלאחר ההבשלה, ואילו בשנה השנייה לאחר פיזור הזרעים רק 7% מהם נבטו. אי נביטת הזרעים נובעת מאי חדירות קליפת הזרע למים. בזרעים הנובטים נסדקת הקליפה מסיבה כלשהי, כנראה בגלל תנאי סביבה מיוחדים, אולם לא בגלל סיבות גנטיות, שכן זרעים שנאספו מצמחים שנבטו באופן ספונטני לא נבטו גם הם. זרעים טריים של עדשים תרבותיות נובטים מיד כאשר מסופקים להם תנאי לחות וטמפרטורה נאותים. השוני בצורת הנביטה של העדשה התרבותית והעדשה המזרחית מבוקר על-ידי גן יחיד, והטיפול התרבותי הוא הדומיננטי (Ladizinsky, 1985a). לעיכוב הנביטה של מין הבר יתרון ברור בתנאים טבעיים. בדרך זו נמנעת הכחדת המין, אם לאחר גשמי החורף הראשונים באה תקופת יובש ממושכת. עיכוב הנביטה מהווה גם אמצעי לוויסות גודל האוכלוסיה של עדשי הבר. מאחר שעדשי הבר גדלות בבת-גידול דלים, נביטת כל הזרעים יחד תיצור אוכלוסיות צפופות שתדלדלנה את המשאבים של בית-הגידול עוד בטרם יגיעו הצמחים להבשלה.

לעיכוב הנביטה יש השפעה מכרעת על הצלחת הניסוי של זריעת עדשי בר כגידול חקלאי. כאשר רק 10% מהזרעים נובטים וכל צמח מניב 10 זרעים, הרי שהיבול שנאסף שווה, פחות או יותר, לכמות הזרעים שנזרעה. ספק אם תוצאה כזו מהווה תמריץ לשוב ולזרוע עדשים בשנה הבאה. ברור על כן שביטול מלא או חלקי של עיכוב הנביטה היה תנאי מוקדם להצלחת גידול העדשים. הבעיה היא כיצד טיפוס, שזרעיו נעדרים עיכוב נביטה, יכול להתבסס באוכלוסיה טבעית כאשר הסלקציה הטבעית פועלת נגדו. ההשפעה המיידית של מוטנט כזה הוא הגדלת הצפיפות באוכלוסיה לממדים קריטיים, מצמח יחיד

לאוכלוסיה של מיליון תוך חמש שנים. צפיפות זו עשויה להימנע אם האדם אסף את צמחי העדשים בשלבים המוקדמים של ההבשלה ומנע בכך את פיזור רוב הזרעים בבית-הגידול. חישובים תיאורטיים המבוססים על ההנחות הבאות: (1) כל הצמחים נאספים על-ידי האדם, (2) כל צמח מפזר שני זרעים בטרם נאסף, מראים שבתנאים כאלה מוטנט החסר עיכוב נביטה יכול להתבסס באוכלוסיה טבעית תוך שבע שנים (Ladizinsky, 1987). מהלך כזה מרמז על כך שהאדם יכול לגרום לשינוי גנטי באוכלוסיות עדשי בר עוד בטרם התחיל לעסוק בחקלאות. אולם כאשר התחיל לזרוע עדשי בר, רק אלה שאיבדו את עיכוב הנביטה יצרו עומד מלא בשדה, הניבו יכול רב יותר ועל כן היוו את מקור הזרעים לשנה הבאה.

אי פתיחת התרמיל בזמן ההבשלה הינה אחת התכונות הבולטות של עדשים תרבותיות, אם כי מידה מסוימת של שפיכות תרמילים ניתן למצוא בזנים אנדמיים. ההבדל בצורת פיזור הזרעים בין העדשה התרבותית לעדשה המזרחית מבוקר על-ידי גן עיקרי יחיד וצורת הבר הינה דומיננטית (Ladizinsky, 1979b). שינוי צורת פיזור הזרעים היה שלב מוקדם ומכריע בתירבות הדגניים אך שולי ומאוחר יחסית בתירבות העדשים. על כך ניתן להסיק מצורת אסיף העדשים, הנהוגה עד היום בחלקים רבים במזרח התיכון. אסיף העדשים נעשה על-ידי תלישת הצמח, כאשר מרבית התרמילים בשלים אולם לחים עדיין. הצמחים נערמים לערימות בשדה לשם ייבוש ולעתים נעשה הדיש באותו המקום. בתנאים כאלה, למוטנט בעל תרמיל בלתי שפין, אין כל יתרון בהשוואה לטיפוס הבר. למוטנט בעל התרמיל הבלתי שפין עשוי להיות יתרון בולט כאשר צמחי העדשים היבשים מועברים למרחק של כמה קילומטרים - מהשדה לגורן. ככל שרב יותר איבוד הזרעים בשלב הזה, כן יתבסס המוטנט מהר יותר. כאשר 50% מן הזרעים אובדים בשלב זה, ישתלט המוטנט בעל התרמיל הבלתי שפין על אוכלוסיות העדשים התרבותיות- לאחר 18 שנים, אולם, אם איבוד הזרעים הינו רק 10%, אין הדבר מהווה לחץ סלקציה מתאים להתבססות המוטנט (Ladizinsky, 1987). אי שפיכות מלאה של התרמילים קימת בזני עדשים תוצרי תוכניות טיפוח, אולם בזנים אנדמיים ומסורתיים ניתן למצוא דרגות שונות של שפיכות תרמילים, כנראה בגלל התבטאות חלקית של הגן המונע שפיכות. דבר זה מחזק את המסקנה בדבר החשיבות המועטה יחסית של היעדר שפיכות התרמילים בתהליך תירבות העדשים.

מקום התירבות של העדשים

יכול הזרעים הנמוך ועיכוב הנביטה בזרעים של העדשה המזרחית, השפיעו בוודאי על תהליך תירבות העדשים. אולם, בגלל תכונות אלה, סביר להניח שתירבות העדשים התרחש בתחום אזור התפוצה של העדשה המזרחית. כאמור, משתרע אזור זה מהמזרח התיכון ועד לאוזבקיסטן, ולפחות מבחינה תיאורטית היה תירבות העדשים יכול להתרחש במקומות אחדים ובאופן בלתי תלוי. הסברה בדבר מוצא פוליפילטי של העדשה התרבותית קיבלה לאחרונה חיזוק כתוצאה מהשוואת השונות הגנטית בעדשה התרבותית והעדשה המזרחית באמצעות אלקטרופורזה של איזוזימים (פנקס, 1985). איזוזימים הם אנזימים בעלי פעילות ביולוגית דומה אך מטען חשמלי שונה, ועל כן נעים הם למרחקים שונים בשדה

חשמלי. שונות איזוזימית, באופן כללי, מבטאת שוני במספר הגנים והאללים של אנזים מסוים. השוואת השונות האיזוזימית בין גידולי תרבות והורי הבר שלהם, מגלה שהשונות בהורה הבר גדולה יותר. על-פי-רוב, להורה הבר מספר גדול יותר של אללים לגן ולעתים גם מספר גדול יותר של גנים בהשוואה לגידול התרבותי. תופעה זו מצביעה על כך שבתהליך התירבות פעל עיקרון המייסדים (Founder effect), היינו, שמוצא המין התרבותי נובע ממספר קטן יחסית של גנוטיפים מהאוכלוסיה של הורה הבר (5b Ladizinsky, 1988). בעדשה המזרחית נמצאה שונות איזוזימית רבה בין אוכלוסיות שונות, ובמידה מועטה יותר גם בתוך אוכלוסיות. חלק מהאללים הראו תפוצה גיאוגרפית מוגבלת ולא היתה ולו גם אוכלוסיה אחת שהכילה את כל האללים של המין. לעומת זאת, לא כל האללים שהתגלו במין הבר נמצאו גם בעדשה התרבותית. פרופיל איזוזימי כזה היה יכול להיגרם ממוצא פוליפילטי של העדשים התרבותיות או מחילוף גנים נמרץ בין העדשה המזרחית והעדשה התרבותית. אולם, חילופי גנים כאלה הם בלתי סבירים, מאחר שהעדשים הן בעלות הפריה עצמית מובהקת ורק לעתים רחוקות גדלים טיפוסי הבר והתרבות בסמיכות זה לזה.

שרידים של זרעי עדשים נמצאו באתרים ניאוליתיים מהאלף השביעי לפסה"נ, במקומות אחדים במזרח התיכון. ומכאן נובעת הדעה שתירבות העדשים התרחש במזרח התיכון (Zohary and Hopf, 1973). על-פי צורתם, לא ניתן לקבוע אם זרעים אלה שייכים למין התרבותי או למין הבר. אולם, בגלל מספרם הזעום של הזרעים שהתגלו בכל אחד מהאתרים, ומציאות אתרים קדומים אלה בתחום התפוצה הנוכחי של העדשה המזרחית, אין לשלול את האפשרות שאלה הם זרעים של עדשי בר. לעומת זאת, זרעי עדשים מהאלף השביעי לפסה"נ שהתגלו ביפתחאל, בקצה הדרום-מערבי של בקעת בית-נטופה, מייצגים כנראה גידול תרבותי. זאת משום כמותם הרבה (7.4 ק"ג), וזרעי דבקה משולשת (Galium tricornutum), עשב בשדות תבואה וקטניות, שנמצאו בין זרעי העדשים (Garfinkel et al., 1987).

העדשה המזרחית בעלת שונות כרומוזומלית רבה יחסית. נציגי אוכלוסיות מאזורים גיאוגרפיים שונים, נבדלים זה מזה בסידור האורכי של הכרומוזומים כתוצאה מחילוף קטעים בין כרומוזומים בלתי הומולוגיים, או מהיפוך קטעים בתוך הכרומוזום עצמו. לעומת זאת, השונות הכרומוזומלית בעדשים התרבותיות קטנה מאוד. המבנה הכרומוזומלי של העדשה התרבותית נמצא במספר רב של קווים של העדשה המזרחית מקפריסין, תורכיה, אירן ואוזבקיסטן, כך שגם ההיבט הכרומוזומלי תומך באפשרות של מוצא פוליפילטי של העדשה התרבותית. העדשה המזרחית שבארצנו כנראה לא תורבתה. קווים של עדשה זו, מהחרמון ועד ירושלים, שנבדקו על-ידינו, היו זהים מבחינה כרומוזומלית אך נבדלו בשינוי כרומוזומלי אחד מהעדשה התרבותית.

ספרות

גושן, ד., 1981. שונות ציטוגנטית בעדשים. עבודת גמר, האוניברסיטה העברית.
פליקס, י., תשי"ז. עולם הצומח המקראי. מסדה, תל-אביב.

פנקס, ר., 1985. שונות אלוזימית ויחס קירבה בין המינים בסוג עדשה. עבודת גמר, האוניברסיטה העברית.

- Bohrer, V.L. 1972. On the relation of harvest methods of early agriculture in the middle east. *Econ. Bot.* 26:145-155.
- Ladizinsky, G. 1979a. The origin of lentil and its wild genepool. *Euphytica* 28:179-187.
- Garfinkel, Y., Kislev M. E. and Zohary D. 1988. Lentil in prepottery neolithic B Yiftah'el: additional evidence of its early domestication. *Isr. J. Bot.* 37:49-51.
- Ladizinsky, G. 1979b. The genetics of several morphological traits in the lentil. *J. Hered.* 70:135-137.
- Ladizinsky, G. 1985a. The genetics of hard seed coat in the genus *Lens*. *Euphytica* 34:539-543.
- Ladizinsky, G. 1985b. Founder effect in crop plant evolution. *Econ. Bot.* 39:191-199.
- Ladizinsky, G. 1987. Pulse domestication before cultivation. *Econ. Bot.* 41:60-65.
- Ladizinsky, G., Braun, D., Goshen, D. and Muehlbauer, F.J. 1984. The biological species of the genus *Lens* L. *Bot. Gaz.* 145:253-261.
- Ladizinsky, G., Cohen, D. and Muehlbauer, F.J. 1985. Hybridization in the genus *Lens* by means of embryo culture. *Theor. Appl. Genet.* 70:97-101.
- Zohary, D. and Hopf, M. 1973. Domestication of pulses in the old world. *Science* 182:887-894.

טופח תרבותי כצמח מאכל רעיל*

מרדכי כסלו

טופח תרבותי (*Lathyrus sativus*) ירד מגדולתו באזורנו במשך השנים, בהתחלה - כמזון לאדם ויותר מאוחר, ממש במאה העשרים, איבד גם את תפקידו בהאבסת בהמות. לכן איננו מופיע עוד בפרסומים ספרותיים ועיתונאיים לחקלאים ובוודאי לא בספרי הבישול.

באזורים עניים של העולם עדיין מגדלים את הטופח ומשם אפשר ללמוד על יתרונותיו וחסרונותיו. הילדים האתיופים, שבאו לאחרונה ארצה, מספרים שמתקנים שם ממנו מאכל טעים, אבל ללא אמצעי זהירות מתאימים, "הוא שובר את הרגליים".

למעשה מופיע היום טופח תרבותי כגידול חקלאי בעל חשיבות רק בצפון-מזרח הודו, בפקיסטן המזרחית (בנגלדש) ובמרכז אתיופיה. בארצות אחרות, כמו במזרח התיכון או בארצות הים התיכון, אפשר למצוא אותו רק כגידול משני או אקראי, בעיקר לשם האבסת בקר וצאן. בארץ היה אפשר למצוא אותו עדיין פה ושם בשדותיהם של הערבים לפני קום המדינה ואף מעט אחר-כך (איג, זהרי ופינברון, תש"ח; פלדמן, תשכ"ב). הפרטים המובאים להלן לקוחים ברובם מהמקורות הבאים: Padmanaban, 1980; Townsend and Guest, 1974; Kay, 1979.

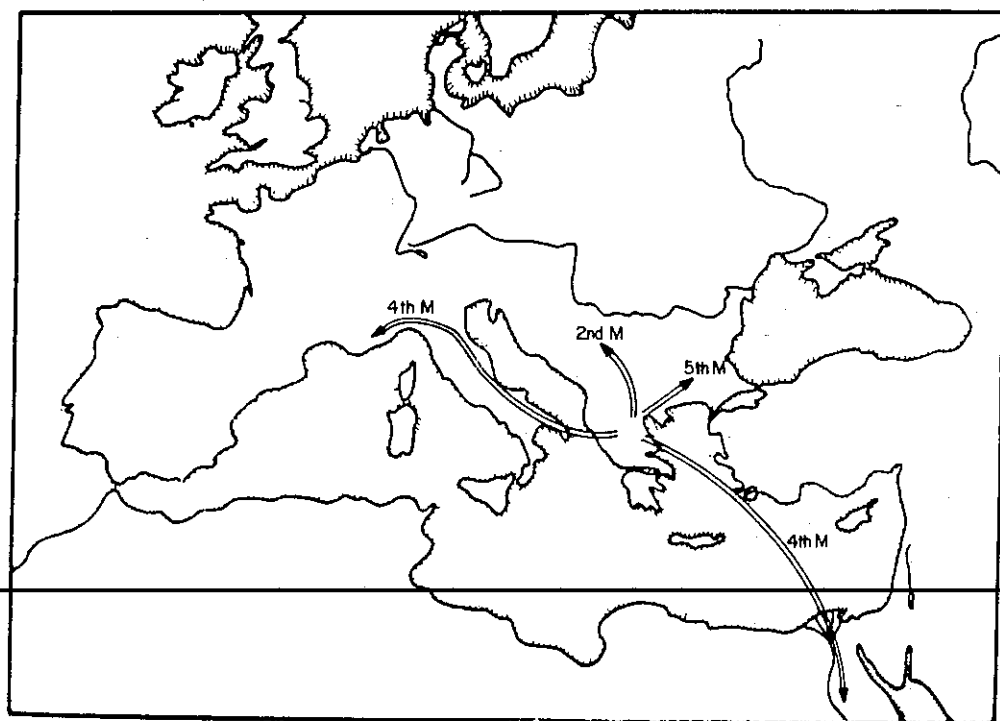
הצמח

טופח תרבותי הוא צמח חד-שנתי מסתעף, מטפס במקצת או רובץ על הקרקע, גובהו 25 עד 75 ס"מ. העלים בעלי זוג עלעלים צרים וארוכים, קנוקנות אחדות, פטוטרת מכונפת ועלי-לוואי גדולים. הפרחים יכולים להיות כחולים, לבנים או בצבע לילך. התרמיל קצר ורחב, עבה יותר בצד העליון (הוונטרלי, באזור תפר הבטן) מאשר בצד התחתון, ומצויד בשתי כנפיים לאורך תפר הבטן. מספר התרמילים לצמח 17-29.

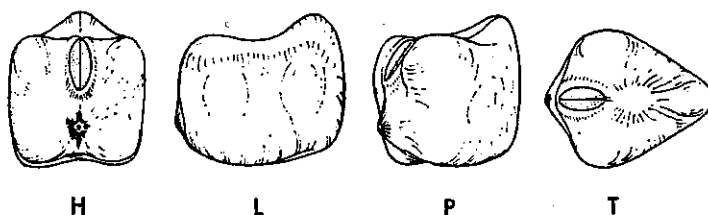
מספר הזרעים ברגיל הוא ארבעה, אולם יכול להיות 3-5. צורת הזרעים כמעט מרובעת, אם כי יש זנים בעלי זרעים עגלגלים. הזרעים רחבים יותר בפאה הפונה לתפר הבטן ומתחלקים כלפי תפר הגב; בחתך רוחב יוצרים הזרעים משולש, שבסיסו לכיוון תפר הבטן של התרמיל (כאשר הזרע עדיין בתרמיל). בצד הרחב של הזרע, הסמוך לתפר הבטן, בפינה הפונה כלפי עמוד העלי, נמצאת הטבורית שהיא צלקת על פני הזרע אשר נותרת אחרי שעוקץ הזרע ניתק מהזרע; בפינה השנייה, הפונה כלפי בסיס התרמיל, אפשר לראות נקודה כהה, בולטת במקצת, הנקראת עדשה, שהיא התפתחות של החלזה (מקום כניסת

* מתורגם מהמאמר שיצא בקרוב: Kislev, M.E. 1989. Origins of the cultivation of *Lathyrus sativus* and *L. cicera* (Fabaceae). *Economic Botany* 43(2).

צורות הצינוורות אל גוף הביצית). אורך הטבורית כ-1/15 מהיקף הזרע (איור 1). גודל הזרע וצורתו תלויים במקומו בתרמיל המתחדד בשני קצותיו. מבחינה זו שונה הסופח התרבותי משאר צמחי התרבות, שאצלם הזרעים אחידים. היות שבתרמיל יש בממוצע ארבעה זרעים, מספר הזרעים הקיצוניים שווה לאמצעים. אצל כל אחד משני הזרעים האמצעיים, שתי הפאות הפונות אל קצות התרמיל נראות חתוכות וישרות ורוחב הזרעים גדול מאורכם (אורך הזרע נמדד במקביל לאורך התרמיל, ורוחבו נמדד במקביל לרוחב התרמיל). לעומת זאת, בזרעים הקיצוניים, רק הפאה הפונה לאמצע נראית חתוכה וישרה, אולם הפאה הנגדית מעוגלת או מחודדת למדי. הזרעים הקיצוניים צורתם כיתד, וברגיל אורכם גדול מרוחבם. אפשר גם להבדיל בין שניהם: הזרע שבבסיס התרמיל ארוך יותר, ויותר דמוי יתד מאשר זה שליד עמוד העלי. בנוסף, אפשר להבדיל ביניהם גם לפי מיקומו של קצה השורשון, הנוגע בטבורית מהצד הרחוק מהעדשה. השורשון נמצא תמיד בפאת הזרע הקרובה לעמוד העלי, לכן הזרע הקרוב לעמוד העלי הוא היחיד שבו השורשון לא נמצא בפאה חתוכה וישרה. הזרע הזה, צורתו צורת כיננים בין הזרעים האמצעיים ובין הזרע שבבסיס התרמיל (איור 2). מכל מקום, בזרעים מפוחמים מחפירות ארכיאולוגיות, קשה ההבחנה בין הטיפוסים הללו יותר מאשר בזרעים טריים. כמויות גדולות של זרעי סופח תרבותי נמצאו בתל קסילה, במקדש פלישתי מהמאה ה"א לפסה"נ (Kislev and Hopf, 1985) (איור 3).

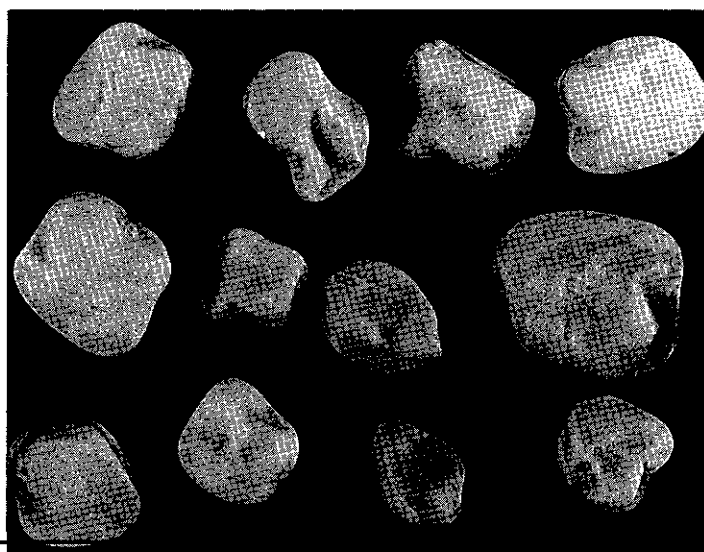


מפה מס' 1. ההתפשטות הקדומה של סופח תרבותי.

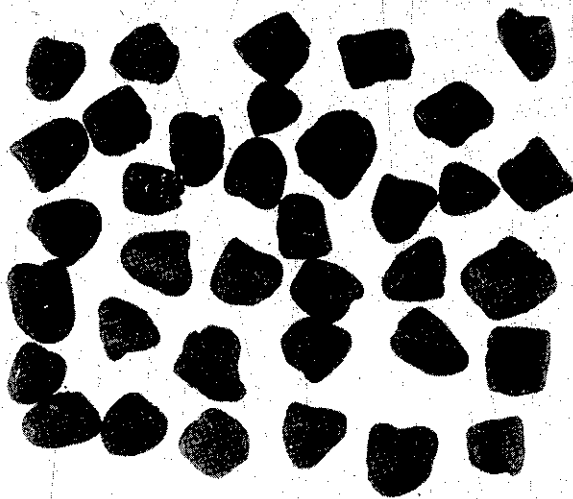


איור 1. זרע של טופח תרבותי (מתוך: Renfrew 1973).
 T - מבט מצד השרשון (איננו מובלט בציור). הטבורית משמאל, מעבר לה - העדשה.
 P - מבט כללי. בצד שמאל: למעלה הטבורית, למטה בולטת העדשה.
 L - מבט מהצד. העדשה משמאל.
 H - מבט מצד העדשה. הטבורית למעלה, העדשה למטה.

היום קיימים כמה וכמה זנים של טופח תרבותי, הנבדלים בין היתר בצורת זרעיהם ובגודלם, למרות המגוון הרחב בצורת הזרעים שבכל תרמיל. במקביל, קיים מין תרבותי נוסף הנקרא טופח חמצתי (*L. cicera*), ומגדלים אותו בעיקר בארצות מערב הים התיכון. הזרעים של שני המינים דומים בצורתם וקשה להבדיל ביניהם, אם כי אלה של טופח חמצתי קטנים יותר. קשה לדעת מה היתה תפוצתו של טופח זה בימי קדם, מפני שאי אפשר להבדיל בוודאות בין הזרעים שלו לאלה של טופח תרבותי, כיוון שאברי הצמח אצל שני המינים הללו הלכו וגדלו במשך הזמן בקצב בלתי ידוע. סביר להניח, שתפוצתו היתה מצומצמת יותר, בדומה לתפוצתו היום.



איור 2. זרעי טופח תרבותי מזן מודרני מצרפת בעל זרעים גדולים ביותר. x2.
 בשורה העליונה: זרעים שנמצאו בראש התרמיל. בזרע השמאלי נראית הטבורית בפינה הימנית העליונה, העדשה בצידו הימני, ובלטת השרשון בצידו העליון, הדק של הזרע. בשתי השורות האמצעיות: זרעים אמצעיים.
 בשורה התחתונה: זרעים מבסיס התרמיל. הזרע הימני זהה בעמדתו בתמונה לזרע השמאלי שבשורה העליונה, אבל כאן בליטת השרשון נראית בצד העליון העבה של הזרע.



איור 3. זרעים מפוחמים של טופח תרבותי מתל קסילה, אתר פלישתי מהמאה ה"א לפסה"נ (כיום בחצר מוזיאון הארץ בתל-אביב). $\times 2.5$.

חקלאות

באזור הים התיכון, במזרח התיכון, באתיופיה ובהודו, מגדלים טופח תרבותי בעונה הקרה. לעומת זאת הוא גדל באירופה כגידול קיץ. הצמח עמיד מאוד למחלות, למזיקים, לעודף ולמחסור במים, וגדל באזורים יבשים הרבה יותר מאלה הדרושים לגידול שיגרתי של קטניות אחרות או חיטה, כלומר במוצע שנתי של לפחות 320 מ"מ גשם. בהודו מגדלים אותו לעתים קרובות בשנות בצורת, כאשר גשמי אוקטובר אינם מגיעים. בדומה לעמידותו בפני יובש, הוא גדל יפה גם בשנים שיש בהן עודפי גשמים וגם בשטחים מוצפים. טופח תרבותי איננו רגיש כרגיל לסוג הקרקע, והוא מניב יכולים יפים גם באדמות דלות, אבל קרקע כבדה ועמוקה ומנוקזת היטב נחשבת למתאימה ביותר עבורו. הצמח רגיש לקרקע חמוצה, ויש אז צורך לסייב אותה בגיר. אפשר לגדל אותו בשטחים שגובהם עד כ-3000 מטר מעל פני הים.

בהודו מפזרים את הזרעים בשדה מבלי לטמון אותם בקרקע, וללא שום טיפול נוסף. בעונת הפריחה כבר מכסים הצמחים את השדה בצפיפות רבה כשטיח צמחי. תקופת הגידול כארבעה חודשים. כאשר מבשילים התרמילים הראשונים, עוקרים את הצמחים, מעבירים אותם באלומות לגורן ומשאירים אותם שם כדי שיתליכשו, בטרם חובטים את התרמילים ואוספים את הזרעים (Mann, 1947). משקל 1000 זרעים כ-40 גרם. כאשר מגדלים אותו כגידול מעורב, זורעים אותו בין צמחי אורז או יחד עם זרעי שעורה, פשתה או חמצה. הוא מופיע גם כעשב רע נפוץ למדי בשדות החיטה והשעורה.

שילמושים

בטופח תרבותי השתמשו בארצות הים התיכון למאכל, מימי קדם עד לדור האחרון, וייתכן שבכמה מקומות נידחים משתמשים בו אפילו היום. כאמור, מגדלים אותו בכמויות גדולות בצפון-מזרח הודו ובמרכז אתיופיה, בעיקר בתקופות של מחסור במזון, ובמיוחד צורכת אותו האוכלוסיה הכפרית. למעשה, אין כמעט תבואה היכולה להחליף אותו בשנות בצורת או באזורים חצי מדבריים. ולכן הוא משמש בכמה אזורים בהודו כתבואה העיקרית, בעיקר בשנות רעב. היכול העולמי השנתי של הטופח מוערך ביותר ממיליון טון. את הזרעים הלבשים מבשלים במים ואוכלים אותם שלמים, חצויים לשניים, או שטוחים אותם לדייסה דמוית חומס. אפשר גם לטחון אותם כשהם יבשים, ואז אופים זאת כפיתה דקה, מכינים כופתות בדומה לכדורי פלאפל, או כתוספת עיסתית. במקומות אחדים מסירים את קליפת הזרע וקולים לפני ההכנה. הרבה פעמים מערבבים את הקטנית הזו בקטניות יקרות יותר לשם גריפת רווחים קלים. באתיופיה אוכלים את הזרעים קלויים או שמבשלים אותם בשלמותם. באירופה נחשבה הקטנית הזו כחומס מדרגה פחותה, או שהשתמשו בזרעים להכנת מרק (Lindley and Moore, 1870). לעתים אוכלים את הזרעים בעודם ירוקים (Bois, 1927). עלים צעירים נאכלים לפעמים מבושלים וכך גם תרמילים צעירים. היום מגדלים את הצמח גם כמספוא. אפשר להאביס בו את הבהמות כשהוא ירוק, אבל ניתן לקצור אותו רק פעם אחת; כמו-כן אפשר להניח למקנה לרעות בשדה. לעומת זאת, אין מכינים ממנו חציר בדרך-כלל, פרט להודו, שם מכינים חציר בתנאים מיוחדים (Foaden and Fletcher, 1910). צמחים ירוקים נחשבים לרעילים לסוסים אבל לא לצאן, בקר או ארנבות. בזרעים מאכילים בהמות וכן עופות. קולומלה (על החקלאות, ספר ט, פרק א', סעיף ח') מונה זרעי טופח תרבותי שרויים במי גשם בין הזרעים והירקות שטוב לתיתם כמאכל לארנבות.

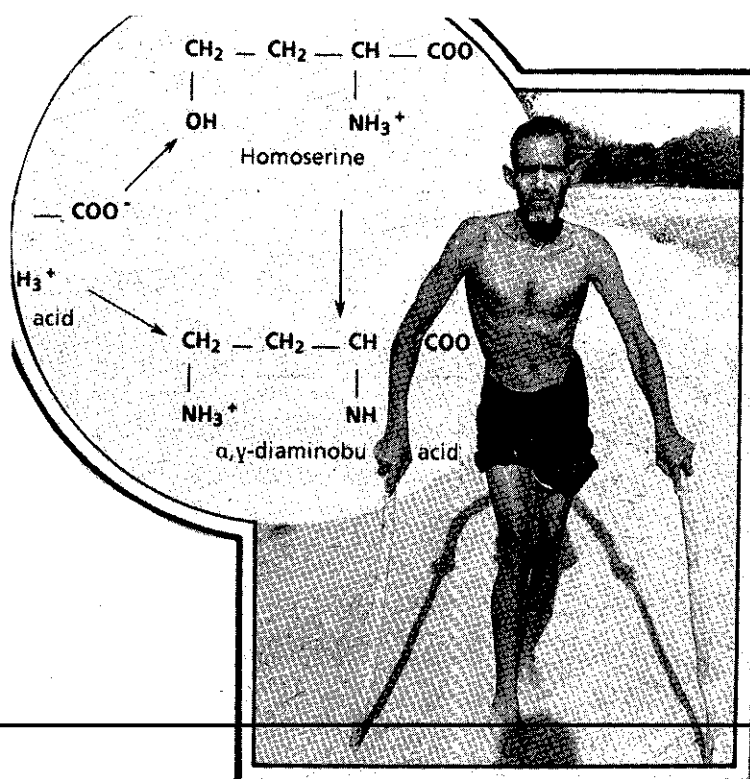
להוציא התכונות הרעילות שלו, הרכב אבות המזון בזרע דומה להרכבם בקטניות אחרות. הזרעים, ללא הקליפה, מכילים 10% מים, 21%-28% חלבון, 1% שומן, 58%-61% פחמימות (מזה 15% תאית) ו-3% אפר (עיון גם Hartman et al., 1974). ריכוזי החומצות האמיניות החיוניות הם: ארגינין-7.8%; היסטידין-2.5%; לאוצין-6.6%; ליזין-6.9%; מתיונין-0.4%; פנילאלנין-4.1%; תראונין-2.3%; טריפטופן-0.4%; ואלין-4.7%. הרכב החציר הוא 15% מים, 10% חלבון, 2% שומן, 36% תאית, 31% סיבים ו-6% אפר.

רעילות

אנשים הניזונים מזרעים של טופח תרבותי (או טופח חמצתי או מין טופח אחר הנקרא *L. clymenum*) יכולים לחלות במחלה הנקראת לתיריזם או ביתר דיוק נוירולתיריזם. גם סוסים יכולים לחלות במחלה זו. המחלה מופיעה בדרך-כלל כאשר טופח תרבותי מהווה שליש או מחצית ממזון האדם במשך 3-6 חודשים. המחלה לובשת ממדים של מגיפה, בדרך-כלל בשנות רעב, כאשר יכולי הטופח הם כמעט המזון היחיד שאפשר להפיק מהשדות, והיא תוקפת בעיקר צעירים בגיל 20-29 שנה - יותר גברים מאשר נשים. תסמונת המחלה היא בעיקר שיתוק נוקשה של הרגליים, כאשר השרירים המיזרשים של

הרגליים אינם מתכווצים עוד. המחלה באה כתוצאה מניוון העצבים העוברים מהראש דרך עמוד השדרה ואחראיים על חלק מתנועת הרגליים. ברוב המקרים שדוות עליהם, התפרצות המחלה היא פתאומית; מחסור במזון, תנאי לחות ועבודה קשה מגבירים את הופעתה. במקרים קלים מתקשים החולים לכופף ולחזור וליישר את הרגליים. כאשר המחלה בשלב מתקדם, מסוגלים האנשים ללכת רק על קצות אצבעותיהם, במקרים חמורים יותר נדרש מקל או שני מקלות להליכה, ולבסוף יכולים החולים רק לזחול (איור 4). חולים כאלה מועדים למות ברעב, בגלל הקשיים שלהם בהשגת מזון.

את התיאור הנאמן ביותר של המחלה, ועם זאת המחיר ביותר מהבחינה האנושית, רשם ד"ר קסלר, אסיר מחנה הריכוז בעיירה האוקראינית Wapniarka. ב-16 בספטמבר 1942 נכלאו במחנה כ-1400 גברים, נשים וטף מיהודי רומניה בידי הגרמנים. בתנאי היגיינה ודיור קשים נאלצו האסירים לבצע עבודות גופניות קשות, כגון תיקון מסילות ברזל וכריית מנהרות. יוצא דופן ושטני במיוחד היה הרכב המזון שניתן לאסירים אלה.



איור 4. קטע ממסלול ביוסינתטי משוער ליצירת DABA - אחד הרעלנים המצויים בזרעי מינים אחדים של טופח ובקיה - מחומצה אספרטית. במרובע: הודי חולה בנוירולתיריזם, נעזר במקלות בהליכתו.

התפריט היומי כלל 400 גרם זרעי טופח תרבותי מבושלים במלח, בנוסף ל-200 גרם לחם, שהוכן מ-80% קמח שעורה ו-20% תבן קצוץ. בתוך חודשים אחדים החלו רבים מהאסירים להרגיש חולשה ברגליים והתקשות בשירי הרגליים. בסוף דצמבר היתה כבר ההתקשות והחולשה ברגליים בולטת, וחלק מהאסירים היו מרותקים למיטה. ד"ר קסלר זיהה את מחלת הנכות הזו כלתיריזם, ומתן זרעי טופח תרבותי הופסק ב-22 בינואר 1943. מאז לא נרשמו חולים חדשים. חלק מהקורבנות עלו ארצה, והם מטופלים כאן על-ידי פרופ' כהן וקבוצתו (כהן ושטרייפלר, 1978; Spencer et al., 1986).

מחלה זו היא אחת הבעיות הלאומיות של הודו. בשנת 1958 נערך סקר באחד המחוזות, ומתוך אוכלוסייה בת 634,000 נפש, חלו במחלה זו כ-25,000 איש. בבנגלדש חלו בשנת הרעב של 1974 כ-6000 איש, חלק גדול מהם עניים, שקיבלו מבעלי האחוזות נדבות בצורת כמות של זרעי טופח תרבותי, המזון הזול ביותר, להחיות בו את הנפש. מחלה זו היא חשוכת מרפא. יש סימנים ברורים, שהגורם לנוירוליתריזם הוא הרעלן למערכת העצבים β -N-Oxalyl-L- α , β , diamino propionic acid (ODAP). לרעלן זה יש שני שמות נוספים, המובאים בספרות המדעית, והם מתארים את החומר בצורה אחרת:

(1) β -N-oxalylamino-L-alanine (BOAA).

(2) L -3-oxalylamino-2-aminopropionic acid (OAP).

מובן שחומצה אמינית זו אינה נכללת ברשימת החומצות האמיניות שהגוף משתמש בהן לבניינו. ניסויים בהאכלת חיות מעבדה לשם לימוד המחלה וריפוייה לא הביאו תמיד לתוצאות המקוות, מפני שחלק מהן לא חלו במחלה, כנראה בגלל הכושר שלהן להפריש במהירות את הרעלן או לנטרל את פעולתו. רעלן זה מצוי גם בטופח גדול ובמינים אחרים. בזרעי טופח גדול ריכוז הרעלן גבוה יותר מאשר ברוב המינים האחרים (Bell, 1964). ODAP הוא רק אחד החומרים הרעילים שבודדו מזרעי מינים שונים של טופח ובקיה. כך, למשל, בודד החומר L - α , γ -diaminobutyric acid (DABA) מיותר מ-10 מינים שונים של טופח וממין אחד של בקיה; והחומרים γ -glutamyl- β -alanine; β -cyanoalanine; β -cyanoalanine מ-10 מינים שונים של טופח וממין אחד של בקיה; ובקיה β -cyanoalanine; β -cyanoalanine בודדו מבקיה תרבותית ומעוד 15 מינים נוספים של בקיה. רעלנים אלה משפיעים גם הם על מערכת העצבים. בנוסף לכך נמצא חומר אחר בטופח ריחני ("אפונה ריחנית") ובעוד מיני טופח אחרים, הגורם לעיוות של מערכת העצמות על-ידי השפעה על המטבוליזם של הקולגן והאלסטין ושמו:

β -(N- γ -glutamyl) aminopropionitrile (BAPN) (Roy et al., 1986). נעשו ניסויים בכיוון של הורדה משמעותית של כמות הרעלן בזמן ההכנה של הטופח התרבותי כמזון, והתבררו כמה כיוונים יעילים: (1) בישול הזרעים בהרבה מים ושפיכתם. (2) השריית הזרעים למים הכושל ללילה במים קרים. (3) הסרת הקליפה והשריית הזרעים

במים חמים. (4) קליית הזרעים ב-150°C במשך 20 דקות. שיטות אלה הביאו במקרים אחדים להיעלמות כמעט מוחלטת של הרעלן. זרעים שהושרו במים אפשר לייבש אחר-כך בשמש ולטחון אותם לקמח. לא נבדקו עדיין תכונות הקמח הזה ביחס לקמח רגיל של טופח תרבותי.

הגישה השנייה, שבעזרתה אפשר להקטין את כמות הרעלן, היא הגישה הגנטית. זוהו כמה טיפוסים של סופח תרבותי, שריכוז ה-ODAP בחלבון היה פחות מ-0.2%, לעומת 0.5% ויותר בזנים המקובלים. ריכוזים וטיפוחם של זנים אלה, אם הם מתאפשרים מהבחינה החקלאית, יוכלו לסייע בסילוק המחלה מהעולם. יש גם צורך לשמור על הטעם הערב של הזרעים, אחרת יתנגדו החקלאים להחליף את הזנים שברשותם בזנים החדשים. בהודו למשל, החלו בבירור זנים בעלי ריכוז נמוך של הרעלן. בשנת 1966 נאספו מאות של דוגמאות, ומהם נבחר הזן Rewa 2, שהוא בעל זרעים גדולים ותקופת גדילתו קצרה - כ-110 יום. אולם תכולת הרעלן בו היתה עדיין 0.6%. בהמשך המחקר שוחרר ב-1973 זן נוסף, Pusa 24, שהשיג יבולים גבוהים למדי ואחוז רעלן נמוך - כ-0.2%. במסגרת מחקר אחר הצליחו להוריד את הריכוז של ODAP לשיעור רעלני נמוך מ-2%, באמצעות הקרנת הזנים הללו וקבלת מוטציות חדשות (Lal et al., 1986). הבעיה העיקרית כעת היא האיסור המוחלט שהטילה ממשלת הודו על גידול סופח תרבותי בארצה. התוצאות המיידיות של האיסור הן הפסקה בהזרמת התקציבים להמשך טיפוח זנים מתאימים; וגידול בלתי חוקי נרחב של הקטנית הזו בגלל מחירה הנמוך, הצלחתה בתנאי בצורת וטעמה הערב.

כיוון המחקר השלישי הוא בדיקה פיזיולוגית מדוקדקת של השפעת הרעלן על האדם. לפני כ-30 שנה מצאו חיות ניסוי, שאחרי האכלתה בסופח תרבותי מפתחת תסמונת דומה לזו של אדם, והיא רזוס, קוף מטוג מקק (*Macaca mulatta*) (Selye, 1957). התברר שהפגיעה במערכת העצבים המרכזית וההיקפית, המלווה כרגיל את הלתיריזם, היא בעצם חלק קטן אבל קבוע של תסמונת המחלה. אפשר היה גם להוכיח בעזרת ניסויים מבוקרים, שהאכלת הקופים ב-ODAP הביאה לאותה תסמונת שנתגלתה אצל קופים אשר אכלו זרעי סופח תרבותי. השימוש בקופים כחיות מעבדה יכול לענות על שאלות רבות בנושא זה ולהקל על השימוש בסופח התרבותי כמזון. אפשר לבדוק האם באמת נשים נפגעות מן הרעלן פחות מאשר גברים, האם קלימים הבדלים ברגישות בקרב הגילים השונים, והאם תת-תזונה מגבירה את הרגישות למחלה. נוסף לכך, עדיין איננו מכירים את תחילתה של המחלה, תשלב שבו אפשר לקטוע את צריכת הסופח התרבותי מבלי להיפגע עדיין. חשוב לעקוב אחרי צריכה של המאכלים השונים העשויים מסופח תרבותי, אחר כמות ה-ODAP בדם וההעברה שלו, או של התוצרים המטבוליים שלו, לנוזל המקיף את חוט השדרה. אפשר גם לקבוע את כמות ה-ODAP הגורמת לשלב הקל ביותר של הלתיריזם. כאשר הנתונים הללו יהיו ידועים מניסויים בחיות מעבדה, יהיה אפשר להחיל את המידע הזה על אוכלוסיות הצורכות סופח תרבותי, עם מקדמי ביטחון של X100 או X1000. בכלל לא ודאי שהמטרה הסופית היא להגיע לזנים בטולי ODAP, כי מתברר שחומר זה הוא התורם לטעם הערב, המיוחד במינו, של סופח תרבותי. ייתכן גם שהחומר היוני בחילוף החומרים של נביטת הצמח. אולם הורדה נוספת של ריכוז הרעלן לרמת של מאיות בודדות של אחוז, תספיק אולי כדי להזין אוכלוסיות גדולות בעולם מבלי לגרום להן נזק (Spencer et al., 1986).

מוצאו של הטופח התרבותי

דה קנדול (De Candolle, 1886) קבע, שהאזור שבו בולת הטופח התרבותי לראשונה הוא טרנס קווקז או דרום הים הכספי. אולם, נראה שהוא הסתמך על נתונים של צמחי בר, שהתבררו לאחר מכן כלא נכונים.

אין אנו מכירים עדיין את צמח הבר שבולת לטופח תרבותי. לכן, קשה לאתר את האזור שבו החל האדם לגדל את הקטנית הזו כחלק ממזונו. הדרך היחידה שנותרת כדי לברר שאלה זו היא באמצעות איסוף נתונים בוטניים-ארכיאולוגיים והסקת מסקנות על-פי הממצאים הקדומים ביותר. איסוף הנתונים חייב להיעשות בזהירות, מפני שמנים קרובים לטופח תרבותי, השייכים לסקציה *Cicerula*, זרעיהם דומים לשלו, ואי אפשר לזהות במדויק את המין על-פי השרידים השרופים, ללא קליפת הזרע. מינים אלה, טופח ריסני, טופח ארך-עמוד, טופח חמצתי, טופח מעורק וטופח נאה, יכולים להימצא בשדות

טבלה 1

ממצאי הטופח הקדומים ביותר

(C - המאה; e - המחצית הראשונה; 1 - המחצית השנייה; M - האלף; * לא פורסם עדיין)

האתר	הארץ	התאריך לפסה"נ	כמות	גודל הזרע (מ"מ)	מקור ספרותי
Cayonu	תורכיה	7000	1	4.5	Zeist (1972)
Jarmo	עיראק	e 7th M	-	-	Helbaek (1963)
Ghoraife	סוריה	6500	1	3.9	Z. & B. H. (1985)
Ramad	סוריה	6000	2	3.7	Zeist (1976)
Prodromos	יוון	6000	200	-	H. & J. (1980)
Erbaba	תורכיה	5800-5400	6	-	Z. & B. (1983)
Khirokitia	קפריסין	5500	1	2.5	W. & S.P. (1977)
Tepe Sabz	אירן	1 6th M	-	-	Helbaek (1969)
Hacilar	תורכיה	5050	1	4.3	Helbaek (1970)
Servia	יוון	e 5th M	7 ליטר	-	Hubbard (1979)
Azmak	בולגריה	4700	162	4.0;4.4	Hopf (1973)
Catignano	איטליה	4200-3700	4	-	C. & T. (1983)
Dimini	יוון	e 4th M	300	3.1-4.3	Kroll (1979)
Choga Mami	עיראק	e 4th M	1	-	Helbaek (1972)
Badari	מצרים	e 4th M	-	-	B. & C.T. (1928)
-	מצרים	4th M	-	-	Helbaek (1958)
Kephala	יוון	29th C	300	4.5	Renfrew (1977)
Pefkakia	יוון	e 3rd M	הרבה	-	Kroll (1981)
לכיש	ישראל	28-25th C	1	5.5	Helbaek (1958)
Chirand	הודו	2500	3	4.5	Vishnu-Mittre (1974)
Kastanas	יוון	2500-1800	5	-	Kroll (1983)
Selenkahiye	סוריה	2400-1900	כ-30	-	Zeist (1970) & *
Tell es-Sweyat	סוריה	2200-2000	1000	-	Zeist*
Lerna	יוון	2200-1800	15+68	4.1-4.5	Hopf (1961, 1962)

B. & C.-T. - Brunton and Caton-Thompson; C. & T. - Costantini and Tozzi;
H. & G. - H. & G. Halstead and Jones; W. & S.P. - Waines and Stanley Price
Z. & B. - Zeist and Buitenhuis; Z. & B. H - Zeist and Bakker - Heeres)

או בקירבת שדות, ולהיכנס לערימת התבואה כזרעים בודדים. לעומת זאת, כאשר נמצאים שרידים של טופח תרבותי או של כל טופח אחר שמגדלים אותו בתרבות, מספר הזרעים בדרך-כלל רב יותר. לכן, ממצאים הכוללים מספר קטן של זרעים, לא ייחשבו כמייצגים של טופח תרבותי, אלא של אחד מצמחי הבר. מובן מאליו ששיטה זו אינה יכולה להביא למסקנה חד-משמעית, אלא-אם-כן היא נתמכת בעובדות או בעדויות אחרות. מטבלה 1 עולה, שהממצאים הקדומים ביותר התגלו ביוון, שבה קיים גם ריכוז הנתונים הגדול ביותר. מכאן נובעת המסקנה, שכדאי לחפש בחצי האי הבלקני את צמח הבר, אבי הטופח התרבותי (Kislev, 1986; Kislev, in press) (מפה 1).

הטופח בארץ ובמקורות

טופח תרבותי כבר איננו גדל בארץ. זקני הערבים זוכרים עדיין את השם הערבי ג'ולבאן, אולם ינודו בראשם כלפי מעלה באומרם, היום כבר אין מגדלים את הקטניות הזו. במשנה, שנחתמה בתקופה הרומית, (כלאים, פרק א' משנה א') מוזכר הטופח בקרב מיני קטניות. ור' עובדיה מברטנורא מפרש "שטופח הוא שקורין לו גילבאן".

טופח תרבותי איננו מוזכר בתנ"ך, אלא רק בספרות חז"ל. ידוע לנו מכאן שאחת השיטות להקלת ההסרה של קליפת הזרע וקבלת הגריסים (הפסיגים), היתה שריית הזרעים במים לפני הגריסה (תוספתא, מכשירין פ"ג ה"ו). גריסי טופח תרבותי היו דומים בטעמם לגריסי פול (תוספתא, תרומות פ"ו ה"א), אולם הבישול שלהם מעלה פחות קצף (משנה, טבול-יום פ"א מ"ב). הטופח דומה לצמח שנקרא פורקדן (משנה, כלאים פ"א מ"א); הרמב"ם מפרש כאן פורקדן - אלג'לבאן, והטופח - אלקרטמאן, וכן במסכת פאה, פ"ה מ"ג, הוא מפרש טופח - קרטמאן. ועל זה מעיר קאפח, שהערבים מחליפים את שמותיהם, יש מקומות שבהם קוראים לפורקדן "קורטמאן" ולטופח "גלובאן", ויש מקומות ששם קוראים ל"גלובאן" גם בשמו וגם בשם "קורטמאן", ויש שמחליפים.

מבין החוקרים המודרניים יש שמזהים טופח כטופח חמצתי (Löw, 1924: 437; ובעקבותיו ליברמן על התוספתא, תרומות, פ"ו ה"א). אולם יש שמזהים טופח כטופח תרבותי (צ'יז'יק, תשי"ב; פליקס, תשכ"ז; וכנראה גם פלדמן, תשכ"ב). גם זיהוי הפורקדן שנוי במחלוקת (עיין פליקס, תשכ"ז). לי נראה, שהיות שאזור גידולו של טופח חמצתי היה בעיקר בארצות מערב הים התיכון (Townsend and Guest, 1974), ספק אם גידלו אותו אי-פעם בארץ בשטחים נרחבים, ולכן עדיף לזהות טופח כטופח תרבותי. יתר על כן, טופח מופיע בספרות חז"ל הרבה יותר מאשר פורקדן. מתקבל על הדעת שפורקדן היה גם הוא אחד המינים של טופח אבל מוקדם עדיין לקבוע מיהו.

רשימת ספרות

איג, א., זהרלי, מ., פינברון, נ. תש"ח. מגדיר לצמחי ארץ ישראל. ירושלים. הוצאת העיתון לבוטניקה.
כהן, ד.פ., שטרייפלר, מ. 1978. הרעלה כפול הטופח - הערות היסטוריות. קורות ז', ע' 572-569.

פלדמן, א. תשכ"ב. צמחי המשנה. דביר, תל-אביב.
 פליקס, י. תשכ"ז. כלאי זרעים והרכבה. דביר, תל-אביב.
 צ'יז'יק, ב. תש"ב. אוצר הצמחים. הוצאת המחבר, הרצליה.

- Bois, D., 1927 Les Plantes Alimentaires chez tous les Peuples et travers les Ages Lechevaliers, Paris, pp. 104-105.
- Brunton, G. and Caton-Thompson, G. 1928. The Badarian Civilization and Predynastic Remains near Badari. British school of Archaeology in Egypt, London, pp. 62-65.
- de Candolle, A. 1886. Origin of Cultivated Plants (English translation of the 2nd ed., Hafner, New York and London, 1967;
- Costantini, L. and Tozzi, C. 1983. Les plantes cultivees et la conservation des grains pendant le Neolithique des Abruzzes (Italie centrale): le te'moignage du village de Catignano (Pescara). in: Universite' de Nice-U.E.R. Civilisations, Centre des Civilisations Traditionnelles Mediterraneennes (ed). Longue duree et ennovation dans le monde mediterrane'en. Societes Agricoles et Technigues Agraires, Actes du Colloque de Nice 1981: 19A-19H (mimeographed report).
- Foaden, G.P. and Fletcher, F. 1910. Text-Book of Egyptian Agriculture. National Printing Department Cairo, pp. 476-477.
- Halstead, P. and Jones, G. 1980. Early Neolithic economy in Thessaly. Anthropologika 1:93-117.
- Hartman, C.P., Divakar, N.G. and Rao, U.N.N. 1974. A study on **Lathyrus sativus**. Ind. J. Nutr. Dietet. 11:178-191.
- Helbaek, H. 1958. Plant economy in ancient Lachish in: O. Tufnell Lachish IV. Oxford University Press London etc., pp. 309-317.
- Helbaek, H. 1963. Isin Larsan and Horian food remains at Tell Bazmosian in the Dokan Valley. Sumer 19:27-35.
- Helbaek, H. 1969. Plant collecting, dry farming and irrigation agriculture in prehistoric Deh Luran. In: F. Hole, K.V. Flannery, and J.A. Neely, Prehistory and Human Ecology of the Deh Luran Plain. University of Michigan, Ann Arbor, pp. 383-426.
-
- Helbaek, H. 1970. The plant husbandry of Hacilar. In: J. Mellaart Excavations at Hacilar I. University Press, Edinburgh, pp. 189-244.
- Helbaek, H. 1972. Samarran irrigation agriculture at Choga Mami in Iraq. Iraq 34: 35-48.
- Hopf, M. 1961. Pflanzenfunde aus Lerna/Argolis. Züchter 31: 239-247.

- Hopf, M. 1962. Nutzpflanzen vom Lernäischen Golf. Jahrb. Romisch-German. Zentralmus. Mainz 9: 1-19.
- Hopf, M. 1973. Frühe kulturpflanzen aus Bulgarien. Jahrb. Römisch-German. Zentralmus. Mainz 20:1-47.
- Hubbard, R.N.L. 1979. Ancient agriculture and ecology at Servia. Annual Brit. School Athens 74: 226-228.
- Kay, D.E. 1979. Food Legumes Tropical Products Institute, London, pp. 115-123.
- Kislev, M.E. 1986. Archaeobotanical findings on the origin of *Lathyrus sativus* and *L. cicera*. In: A.K. Kaul and D. Combes, (eds.) *Lathyrus and Lathyrism* Third World Medical Research Foundation. New York, pp. 46-51.
- Kislev, M. and Hopf, M. 1985. Food remains from Tell Qasile In: Mazar A. Excavations at Tell Qasile. Qedem 20: 140-147.
- Kroll, H. 1979. Kulturpflanzen aus Dimini. Archaeo-Physika 8: 173-189.
- Kroll, H. 1981. Thessalische kulturpflanzen. Z. Archaeologie 15: 97-103.
- Kroll, H. 1983. Kastanas: die Pflanzenfunde. Verlag Volker spiess. Berlin, p. 54.
- Lal, M.S., Agrawal, I. and Chitale, M.W. 1986. Genetic improvement of chickling vetch (*Lathyrus sativus* L.) in Madhya Pradesh, India. In: A.K. Kaul and D. Combes. (eds.) *Lathyrus and Lathyrism*. Third World Medical Research Foundation, New York, pp. 146-160.
- Löw, I. 1924. Die Flora der Juden, Vol. 2. Wien und Leipzig.
- Lindley, J. and Moore, T. 1870. The Treasury of Botany: a Popular Dictionary of the Vegetable Kingdom, 2 vols. London.
- Mann, H.H. 1974. Pulse prain crops in the Middle East. Empire J. Exp. Agric. 15: 249-259.
- Padmanaban, G. 1980. Lathyrogens. In: Liener, I.E. (ed.) *Toxic Constituents of Plant Foodstuffs*, 2nd ed. Academic Press, New York etc., pp. 239-263.
- Renfrew, J. 1977. Seeds from area K. In: Coleman, J. Keos 1. Kephala A Late Neolithic Settelement and Cemetery, The American School of Classical studies, Princeton, pp. 127-128.
- Roy, D.N., Spencer, P.S. and Nunn, P.B. 1986. Toxic components of **Lathyrus**. In: A.K. Kaul and D. Combes (eds.) *Lathyrus and Lathyrism*. Third World Medical Research Foundation, New York. pp. 287-296.
- Selye, H. 1957. Lathyrism. Revue Can. Biol. 16: 1-82.
- Spencer, P.S., Roy, D.N., Palmer, V.S. and Dwivedi, M.P. 1986. **Lathyrus**

- sativus L.:** The need for a strain lacking human and animal neurotoxic properties. In: A.K. Kaul and D. Combes (eds) *Lathyrus and Lathyrism*. Third World Medical Research Foundation, New York. pp. 297-305.
- Townsend, C.C. and Guest, E. 1974. *Flora of Iraq*, Vol. 3. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Baghdad, pp. 554-558.
- Vishnu-Mittre 1974. Neolithic plant economy at Chirand, Bihar. *Palaeobot.* 21:18-22.
- Waines, J.G. and Stanley Price, N.P. 1977. Plant remains from Khirokitia in Cyprus. *Paleorient* 3:281-284.
- Zeist, W. van 1970. A first impression of the plant remains from Selenkahiye. *Annls. Archeol. Arab. Syrien*. 18: 35-36.
- Zeist, W. van 1972. Palaeobotanical results of the 1970 season at Cayonu Turkey. *Helinium* 12: 3-19.
- Zeist, W. van 1976. On macroscopic traces of food plants in southwestern Asia. *Philos. Trans. B.* 275: 27-41.
- Zeist, W. van and Bakker-Heeres, J.A.H. 1985. Archaeobotanical studies in the Levant I. Neolithic sites in the Damascus basin: Aswad, Ghoraife', Ramad. *Palaeohistoria* 24:165-256.
- Zeist, W. van and Buitenhuis, H. 1983. A palaeobotanical study of Neolithic Erbaba, Turkey. *Anatolica* 10: 47-89.

שינויים המלווים את ביות הרקפת ולוע-האדי

אורה הורוויץ ומיכאל אבישי

מבוא

תולדות צמחי הנוי נבדלות מתולדות צמחי התועלת האחרים בכך, שביותם התבצע לרוב הרחק מאזור תפוצתם הטבעית. הזרות והאקזוטיות הוסיפו קסם מיוחד על ערכם האסתטי. בעוד שבצמחי מאכל ותועלת חל הביות הראשון באזור התפוצה הטבעית של הצמח, הרי שצמחי נוי מקומיים לא זכו בדרך-כלל בהכרה הראויה – בחינת אין נביא בעירו; הם נחשבו כעשבי-בר, והיחס אליהם היה בהתאם. רק בשנים האחרונות התעורר עניין בצמחים שעל-יד סף הבית.

מאז החלו לגלות עניין בצמחי נוי, קסמה קדמת אסיה לשוחרי הצמחים בני אירופה. מיקומה הגיאוגרפי של הארץ והעובדה כי היא מצויה בגשר היבשתי בין אסיה לאפריקה, וכן ארבעת אזורי הצומח הנפגשים בתחומה או בקירבתה, תרמו לעושר מיני הצמחים הגדלים בר בארץ, לרב-גוונות הצמחיה וליצירת מאגר גנים של צורות עילית. רבים מצמחי הנוי, הגדלים בר בארצנו, נפוצים בגננות העולם הרחב, גם אם ישראל לא שימשה תמיד בפועל כמקור לתירבות צורות המוצא מן הטבע. ייתכן מאוד כי העברה של צמחי נוי, או צמחים העשויים להיות צמחי נוי, התרחשה כבר בתקופה הקלאסית, במקביל לתנועת הצבאות. כך היה, למשל, בימי הכיבוש הרומי, ושוב, מאוחר יותר, בסוף ימי-הביניים, בעת מסעות הצלבנים. אך אין בידנו תיעוד מהימן להצלחת דרך זו של אינטרוודקציות של צמחי נוי מהמזרח התיכון לגני אירופה.

בתקופת הרנסאנס (תקופת התחייה) עסקו חובבים, שוחרי בוטניקה, בסקר של צמחים זרים ובגידולם בגנים בוטניים. תמונות ותיאורים מילוליים מתעדים את הנעשה. בעוד שבעבר הועברו צמחים ממקומם פעמים מספר, ורק לעתים רחוקות נקלטו, הרי שבתקופת התחייה התבססו בתרבות והפכו "צמחים גרים" בסביבה החדשה.

ואכן, מספר לא מבוטל של צמחי נוי תרבותיים נפוצים כצמחי בר באזורנו, כגון שושן, צבעוני, כרכום, אירוס, אדמונית ועוד. כמה מהמעולים שבקרב מינים אלה הובאו לאירופה המרכזית והמערבית מהאימפריה העות'מאנית, ששלטה באזור זה במאות ה-16, ה-17 וה-18 (Coats, 1969). העניין שעוררו צמחים אלה באירופה, והקשרים המסחריים

והמדיניים שנתקיימו בין בירות אירופה המרכזית והמערבית לבין מרכז האימפריה העות'מאנית בתורכיה, גרמו לכך, שבמשך 300 שנות המחקר והאיסוף של צמחיית המזרח (ה-"Levant"), נוצלו בעצם רק צמחים מהמחוזות המערביים והצפוניים של האימפריה; מלווין, תורכיה ואולי גם מצפון סוריה (Coats, 1970). דרום הממלכה, שכללה את ארץ ישראל, היתה רחוקה יותר ועוררה עניין בעיקר בקרב אנשי הכנסייה.

סליבה נוספת למיעוט מינים מצמחי הבר שלנו אשר שימשו מקור לפיתוח צמחי נול, היא הסכנות שהיו כרוכות במסעות לאזורים הרחוקים ממרכז השלטון העות'מאני. ואכן, סיפורי המסעות של חוקרי הצומח הראשונים, כראוולף (Rauwolf), בלון (Belon) או מישו (Michaux) נקראים כיום כסיפורי הרפתקאות (Coats, 1969) לבד מן הקושי שבאיסוף צמחי נול, היתה גם רמת גננות נמוכה - ולמעשה היעדר כל מסורת גננית בארץ ישראל - וזאת שעה שארמונות אנטוליה, שבהם סבבו שליחי ממלכות המערב, כבר הצטיינו בסגנון ובמסורת של גידול צמחי נול יפים, כמו יקינתון, צבעוני (איור 1) או שושן.



איור 1 - ציור תורכי מהמאה ה-17, המתאר חגיגת פרחים בחצר השולטן מורד השלישי (לפי Coats, 1970).

בלותם של צמחי נוי מלווה בשינויים מהותיים, שמתוכם נציין ונדגים כאן שלושה:

1. תחום התפוצה גדל, מכיוון שהצורה המבויתת אינה חשופה למלוא המגוון של תנאי הסביבה שבתחומה, אלא מתקיימת בתנאי בית-גידול מלאכותיים. יחד עם זאת, רביית המין תלויה באדם.

2. צמחי נוי, שפרחיהם אינם נקטפים, עשויים להפוך לפליטי תרבות ביתר קלות מאשר גידולים חקלאיים, שבהם הפרח או הפרי הם היבול הנקטף. ככל שאפשרית רבייה בלא עזרת האדם, תורחב משרעת התפוצה.

3. מוטציות המופיעות בתרבות, או מוגנות בתרבות, עשויות להוסיף ממד לשונות הגנטית, הקיימת באופן טבעי.

במאמר זה נעקוב אחר גורלם של שני מינים בתהליך הפיכתם לצמחי נוי. הרקפת המצויה תדגים את הרחבת תחום התפוצה בתנאים של תלות באדם ואת הרחבת השונות הגנטית בתנאי תרבות. לוע-הארי הגדול תת-מין מפותל - ידגים את המגמה של הרחבת תחום התפוצה באוכלוסיות פליטות תרבות. שני המינים מיוצגים בצמחיה הטבעית של הארץ.

רקפת מצויה

רקפת מצויה ($2n=48$, *Cyclamen persicum* Mill.) היא גיאופיט ממשפחת הרקפתיים. לפי שוורץ מקורו של הסוג רקפת ביערות-הערד הגשומים של האזור החם הממוזג (Schwarz, 1938; 1964). חוקר זה טוען, שכל המינים של הסוג הזה שמרו על תכונות אופייניות לצמחי הקומה התחתונה של יערות אלה. לדבריו, תכונות כגון גידולם השרוע של העלים והכתמים בצבע כסף, מקנות לצמח כושר גידול בעוצמות אור נמוכות; הפקעות, שבמינים מסוימים הן על-קרקעיות בחלקן, מילאו בעבר תפקיד באיכסון נמלים; מינים כגון: *C. purpurescens* Mill. ו-*C. neapolitanum* Ten. נשארו ירוקי-עד, והם מטמיעים במשך כל השנה. שוורץ סבור, שעמידות ליובש ותרדמת קיץ במינים הים-תיכוניים, כגון ברקפת מצויה וברקפת יוונית הן בבחינת התאמות ייחודיות לאקלים הים-תיכוני, הסוטות מתכונות היסוד של הסוג.

רקפת מצויה נבדלת ממינים אחרים בסוג, כגון רקפת יוונית, בכיפוף של עוקץ הפרי; במינים אחרים העוקץ מפתח סלילים צפופים, המחדירים את הפרי לתוך העלווה ומקלים על פיזור זרעים באמצעות נמלים. אף-על-פי-כן, גם זרעי רקפת מצויה מתפזרים על-ידי נמלים.

כאשר יצר האדם תנאי סביבה מלאכותיים, המותאמים לדרישות הצמח, הוא למד כי בית-גידולו הטבעי של הצמח אינו בהכרח מיטבלי למטרת התפקוד הנדרש, כגון התפתחות מהירה ויבול גבוה של פרחים או עלווה. מאטש מביא את רקפת מצויה כדוגמה לצמח המצליח יותר בחלק מסביבתו המלאכותית החדשה מאשר בבית-גידולו הטבעי (חצי-צל על גיר) (Maatsch, 1956).

רקפת מצויה מהווה דוגמה נאותה להרחבת התחום הגיאוגרפי המקורי באמצעות צורות תרבות. בצמחי נוי, כמו בצמחי תרבות אחרים, נפתרת בעיית ההישרדות על-ידי המגדל, ולכן הצמח יכול להימצא באזורים נרחבים יותר.

תפוצת צורות הבר של הרקפת הזו משתרעת בעיקר בשני אזורים: מדרום תורכיה דרך סוריה, לבנון וקפריסין לצפונה של ישראל, וכן בכרתים, רודוס ומזרח הים האגאי, עד מיטילני באי לסבוס. כמו-כן, נמצא המין במבודד בסבילות העיר תוניס. את צורות התרבות, לעומת זאת, מגדלים בעיקר כצמחי עציץ בכל ארצות העולם העוסקות בגידול פרחים, פרט לארצות האזור הטרופי. מצע גידול סטנדרטי המשמש לגידול צמחי עציץ למיניהם, עונה באופן מרבי על דרישותיו האדאפיות של הצמח. ברם, בגלולה המסחרי לא היתה הרקפת מגיעה לתפוצתה הנוכחית, אילו לא היתה עוברת תמורות בגורמים תורשתיים, הקובעים את דינמיקת הגידול שלה. למשל, בתפוצתה הים-תיכונית, הרקפת היא בעלת תרדמת קיץ מושלמת. ההפסקות בגידול גורמות לכך, שתקופת ההתפתחות מזרע לפרח משתרעת על פני חמש שנים.

ב-1826 הצליח שתלן אנגלי לגדל לראשונה נבטים ללא תרדמת קיץ ולקצר בכך את התקופה זרע-פרח ל-15 חודשים. תגלית זו היוותה מפנה בתולדות טיפוחה של רקפת מצויה (Lyons and Widmer, 1980; Wellensiek et al., 1961) יתרה מזו: היום אפשר להביא צורות תרבות לפריחה במשך כל השנה ללא תאורה מלאכותית. שונות מסוימת במועדי פריחה קיימת גם בצורות הבר. בישראל קיימת עדות על הבדלים ניכרים במועדי פריחה של אוכלוסיות שונות ובעיתוי וביחס של ייצור פרחים לעומת ייצור העלים. טרם נקבעה מידת התורשתיים של תכונות אלו. עוזרי וקדמן-זהבי (מידע אישי) מצאו בצורת הבר שיום ארוך בצירוף טמפרטורה גבוהה גורם לתרדמת קיץ. בכל מקרה, בתרבות בוטלה הספציפיות שחסמה את הרחבת תחום המחיה בבר, וכך הורחבה התפוצה במידה ניכרת. אולם באזורים חדשים נתונה רביית המין בידי המגדל.

לראשונה הופיע הצמח בספרות הגננית באמצע המאה ה-17 בשם המעיד על מוצאו מאנטיוכיה (איור 2). ג'ואן פרקינסון (איור 3) תיאר אז מגוון של צמחי נוי בצירוף הנחיות לגידולם (Parkinson, 1629). עד היום משמש אזור העיר העתיקה של אנטיוכיה (אנטקיה של היום), ליד הנהר אורונטס, כמרכז תפוצה חשוב של המין (Baur, 1930).

ליתכן שמקור השם הלטיני המקובל של המין, *C. persicum*, הוא שיבושו של שם אחר של המין, *C. puniceum*. הסבר אחר למקור השם הוא הדמיון בין צבע הפרח לצבע פרח האפרסק (Blasdale, 1949). המין זכה לאינטרודוקציה לגננות בעקבות המסעות לאיסוף



איור 2 - ציור של רקפת מצויה, המופיע בספרו של פרקינסון (Parkinson 1629) בשם *Cyclamen duploii* (לפי *antiochenum autumnale flore purpureo*). (Blasdale, 1949).



איור 3 - ג'ואן פרקינסון (1567-1650).

צמחים באימפריה התורכית בתקופת הרנסאנס. אף שצורות שונות של המין הועברו לאירופה המערבית לפני כ-350 שנה, והיו קלימות במלאי המשתלות כצמחים של אספנים, הוא הפך לצמח גן נפוץ רק באמצע המאה ה-19. אחת הסיבות לכך היא, כפי שצוין, מחזור החיים הארוך של צמח הבר. כמו כן, לא הבלינו המגדלים המוקדמים, שמנגנון הזיווג של הרקפת הוא של הפרייה הדדית, ושלצורך קבלת זרעים, יש להאביק את הפרחים באבקה זרה (Wellensiek, 1959).

צמח הבר הוא רב-גוני לא רק במקצב הגידול, אלא אף בגודל הפקעת, בצורת העלווה והפרח, בעונת הפריחה ובצבע הפרח והעלווה. בטבלה 1 מסוכמים גנים עיקריים משוערים, הקובעים את צבען הכותרת, על-ידי אנתוציאנינים, פלאבונים ופלאבונולים (Van Bragt, 1962). על-פי ניתוח תכונות אלה על-ידי סליפרט, קובע האלל W את יצירת האנתוציאנינים, והאלל הדומיננטי (השליט) בלוקוס F/f קובע את יצירת הפלאבונולים. אלה באים לידי ביטוי בעיקר בצמחי WW. יש להניח, שהגנום של טיפוס הבר בארץ מכיל לעתים קרובות את האלל השליט S, יחד עם F (Seyffert, 1955).

בתרבות חלה הגברה של השונות הקלימת בטבע. האינטרודוקציות הראשונות לתרבות של רקפת מצויה היו לפעמים וריאנטים נדירים, כגון C. antiochenum (איור 2) בעל כותרת כפולה בצבע ורוד-אדום. מאמצי הטיפוח הראשונים הביאו - לפי קטלוגים

שהופיעו בצרפת בשנים 1850-1870 - ליצירות גוונים עזים מאלה שבטבע, בין ורוד לארגמן, שלפי הידע של היום נקבעים על-ידי גנים רצסיביים, כגון ss ו-cc. לאחר מכן הופיעו צבעי פרח עזים, הנוטים יותר לאזור האדום של הספקטרום ואשר נגרמו כנראה על-ידי מוטציה מ-M ל-m, שהביאה ליצירת מלוידין מונוגלוקוסיד (Wellensiek et al., 1961). מהידע הקיים אודות הבסיס התורשתי של צבעי פרחים (Van Bragt,

טבלה 1. צבעי הכותרת והגנוטיפ הדיפלואידי ברקפת מצויה (לפי Seyffert, 1955)

הגנוטיפ						צבע הכותרת
WW	--	--	--	--	F-	לבן קרם
WW	--	--	--	--	ff	לבן טהור
						לבן עד ארגמן-סגול חיוור, בסיס
W-	--	--	--	S-	F-	ארגמן-סגול (מספר גוונים)
W-	M-	--	I-	ss	F-	ארגמן-סגול חי
W-	M-	--	ii	ss	F-	ארגמן-סגול חיוור
W-	mm	--	I-	ss	F-	ארגמן-סגול חזק
W-	mm	--	ii	ss	F-	ארגמן-סגול חזק, גוון אחר
W-	M-	--	I-	ss	ff	סגול ארגמני כהה
W-	M-	--	ii	--	ff	ארגמן-סגול כהה
W-	mm	--	I-	ss	ff	ארגמן-סגול כהה, גוון אחר
W-	mm	--	ii	--	ff	ארגמן-סגול כהה, גוון אחר
W-	M-	C-	I-	S-	ff	ארגמן-סגול זוהר
W-	M-	cc	I-	S-	ff	ארגמן אדמדם חי
W-	mm	C-	I-	S-	ff	אדום ארגמני חזק
W-	mm	cc	I-	S-	ff	אדום ארגמני חזק, גוון אחר

(1962) מותר להסיק, שבתחילה נבחרו וטופחו אללים רצסיביים אשר נוכחותם סבירה במקור הבר. משלהי המאה ה-19 ואילך הופיעו גליקוסיד-פיאונידין, הנדירים בטבע, כמוטציות חדשות בקווי תרבות שונים. הזן הראשון שהכיל פיאונידין היה הזן Queen Salmon, שהוכנס לתרבות ב-1894 על-ידי חברת הזרעים האנגלית Suttons. השימוש במוטציות לפיאונידין הביא לליצור שורה של זנים בצבע פרח אדום וורוד-אפרסק (Wellensiek et al., 1961).

תופעה חדשה חשובה אחרת היתה היווצרות אוטוטטראפלואידים פוריים בעלי מספר כרומוזומים של $4x=96$ ובעלי פרח גדול בהרבה מזה שהושג בברירה הראשונית, שכוונה לגדול הפרח בדיפלואידים. ההפצה הראשונית של זנים טטראפלואידים, כגון הזנים Universum ו-Splendens, נעשתה בגרמניה. כיום, רוב רקפות העציץ הן טטראפלואידיות; חלק מהזנים הם בעלי מספר כרומוזומים של $2n=92$, ובמקרים מסוימים אובדן של ארבעה כרומוזומים הומולוגיים יכול להתבטא בצבע פרחים חריג (Wellensiek et al., 1961).

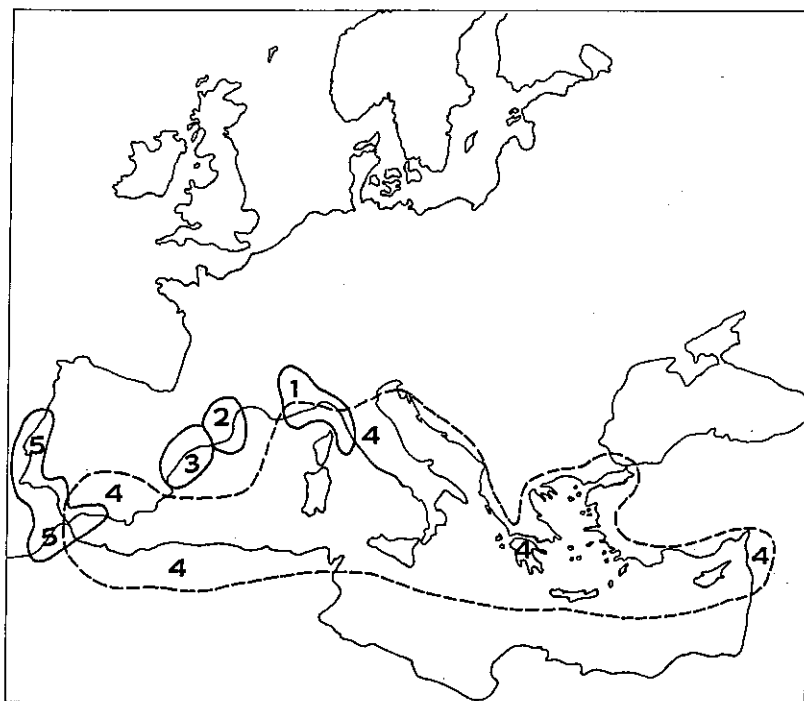
עם התכונות החדשות, המעשירות את מגוון הזנים, נמנית כותרת בעלת קצה מסולסל או בעלת עורק מרכזי כרובולתי (crested). מתברר, שמוטציות המקבלות הגנה ועידוד בתנאי ביות, מגבירות את השונות הגנטית המוכרת בצורת הבר.

תולדות טיפוח הרקפת מדגימות, אם כן, שני היבטים של השינוי בביות: הרחבת תחום התפוצה הגיאוגרפית הודות לביטול הספציפיות ושינוי מקצב החיים, והגדלת השונות הגנטית - כל זאת בתקופה קצרה בת פחות מ-200 שנה.

לוע-הארי הגדול

כדוגמה לשינויים אחרים בביות בחרנו בלוע-הארי הגדול, (*Antirrhinum majus* L.), $(2n=16)$, ממשפחת הלועניים. הסוג מונה כ-40 מינים, ועיבודו הטקסונומי האחרון נעשה על-ידי רותמאלר (Rothmaler, 1956).

רותמאלר מחלק את הסוג לשתי סקציות*: סקציה *Saerorrhinum*, בעלת פרחים קטנים, שמרכז תפוצתה בקליפורניה והסקציה *Antirrhinum* שמרכז תפוצתה במערב הים-התיכון. לסקציה *Antirrhinum* שלוש תת-סקציות: *Kickxiella*, המורכבת מבני-שיח ושתי תת-סקציות עשבוניות לרוב, *Streptosepalum* ו-*Antirrhinum*. לוע-הארי הגדול,



מפה 1. תפוצת התת-מינים של לוע-הארי הגדול (לפי Rothmaler 1965)

- | | |
|--|---|
| <i>A. majus</i> ssp. <i>latifolium</i> - 1 | <i>A. majus</i> ssp. <i>tortuosum</i> - 4 |
| <i>A. majus</i> ssp. <i>majus</i> - 2 | <i>A. majus</i> ssp. <i>linkianum</i> - 5 |
| <i>A. majus</i> ssp. <i>litigiosum</i> - 3 | |

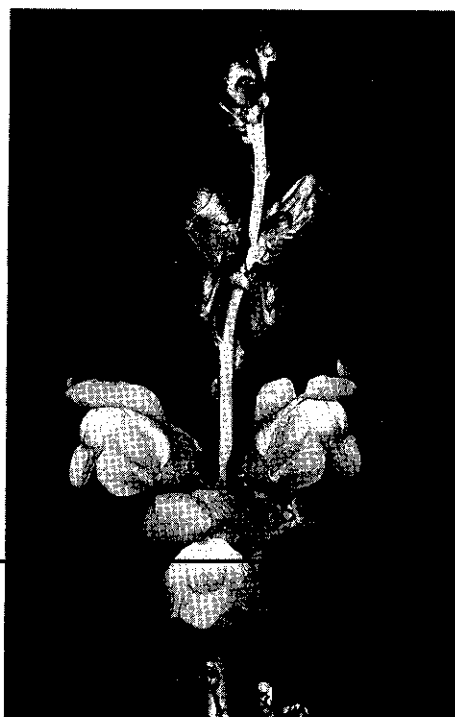
* כדי להדגיש את הקרבה היחסית בין המינים השונים בתוך הסוג משתמשים החוקרים ביחידות טקסונומיות נוספות, כגון: סקציה, תת-סקציה וסריה.

על תת-מיניו, כלול כמין יחיד בסריה *Majora*, בתת-סקציה *Antirrhinum*. תפוצתן של צורות בר אמיתיות של התת-מינים משתרעת מליגוריה והאלפים המערביים (*ssp. latifolium*), דרך הרי דרום צרפת והפירנאים המזרחיים תת-מין גדול (*ssp. majus*), לארגון בצפון-מזרח ספרד (*ssp. litigiosum*), לדרום ספרד, מרוקו ואלג'יריה (תת-מין מפותל) (*ssp. tortuosum*) וכן לדרום ספרד, מרוקו ופורטוגל (*ssp. linkianum*).

במפה 1 מובאת התפוצה של המין (להוציא צורות תרבות של התת-מין גדול הנפוץ היום בכל העולם כצמח נוי וכפרח קטיף).

מהמפה ברור, כי תפוצת התת-מין מפותל (איור 4), המליצג את המין בארץ, היא רחבה, ובעצם היא היום כלל ים-תיכונית. לפי רותמאלר, תת-מין זה בויית בתקופה הרומית, והפצתו בידי האדם היא הגורם העיקרי לתפוצתו העכשווית אל מחוץ לחצי האי האיברי הדרומי. היום תת-מין מפותל אינו מוכר כצמח נוי באירופה, אך הוא הופץ גם לעולם החדש, ומגדלים אותו עד היום בגינות במקסיקו ובדרום אמריקה. בארץ הוא מופיע באוכלוסיות מספר, בקירות מוצלים, במצוקי גיר בגליל העליון ובבזלת בגולן. הוא נחשב כצמח נדיר ואף נכלל בין הצמחים המוגנים על-פי החוק.

התת-מין גדול בויית מאוחר יותר ומופיע בספרות הבוטנית-רפואית (*herbals*) רק בסוף ימי-הביניים. בהתאם למוצאו ההררי, עמיד תת-מין זה לכפור, ולכן הצליח להישרד



איור 4 - לוע-הארי הגדול, תת-מין מפותל.

בחורבות מבצרים באירופה. כבר במאה ה-19 פיתח התת-מין גדול - ובמיוחד הזן striatum מהאלפים המערביים (מפה 1) שונות רבה בתרבות והפך לצמח הנזי היחיד, או לפחות הבולט, בסוגו. לוע-הארי הגדול הוא רב-שנתי, אך זני תרבות שלו מקובלים באזורים ממוזגים כחד-שנתיים, ולא ידוע באיזו מידה נשמר הכושר לרב-שנתיים בכל זן וזן. נוסף ליעדם כפרחי קטיף וכצמחי ערוגות, משמשים זני התרבות של התת-מין גדול גם כאובייקטים מועדפים למחקרים גנטיים (צורת הגידול, מועדי הפריחה, פלגמנטציה של הפרח) וביולוגיים (ביוגנזה של פלגמנטים) החל ממחקריו של באור בשליש הראשון של המאה ה-20, ועד למחקרים המתבצעים כיום במכון ג'ון אינס באנגליה (Baur, 1930; Coen and Carpenter, 1988).

בנקודות המגע עוברים שני התת-מינים - גדול ומפותל - היברידיזציה. למשל, התת-מין מפותל גדל בנחל דישון ביער ברעם והועתק משם לגינה של קיבוץ ברעם. בגינה זו מגדלים - או גידלו - גם צורות נזי של התת-מין גדול, ונוצרה אוכלוסיה של צורות מעבר בין שני התת-מינים. ערכנו בדיקה של צאצאים מאוכלוסיה זו, ומצאנו שונות פנוטיפית גבוהה בצבע הפרח ובצורתו, ברוחב העלה ובעומק השורש.

אף שהתת-מין מפותל נחשב כסרופיטי בהשוואה לתת-מין גדול וכנופל ממנו בעמידות לקרה, ייתכן שרצועת האקלים היס-תיכונית החופית מהווה גבול לתפוצתו בארץ. התרמופיליות והתכונות הקסרומורפיות, כגון עלים צרים, סוקולונטיים במידת מה, ושורשים עמוקים, מתקשרות יפה למוצאו הדרום איברי-צפון אפריקאי של תת-מין זה - על-פי רותמאלר.

אולם, ייתכן, שאוכלוסיות הגליל הן פליטות תרבות, שהתבססו בצוקים באזורים מתאימים. נראה כי למספר מינים בסוג לוע-הארי יש כושר לישוב בתי-גידול זרים. למשל, המין השני של הסוג הגדל בארץ, לוע-הארי הסיצילי (A. siculum Mill.), מתת-סקציה Antirrhinum, סריה Sicula, נחשב גם כן כצמח תרבות עתיק. מוצאו, לפי רותמאלר, בסיציליה ומלטה, והוא הופץ משם למגורי הצלבנים. לפי הנתונים של קרשון ווינשטיין הופיע מין זה כצמח קירות בארץ רק מסוף המאה ה-19, כנראה כפליט גן מאחד המוסדות הכנסייתיים האירופאיים (Karschon and Weinstein, 1977).

דוגמה אחרת לכושר התנחלות בסוג זה, היא התפשטותו בשנים האחרונות של המין A. meonanthum, מתת-סקציה Streptosepalum, בגן הבוטני של האוניברסיטה העברית. מקור המין בצפון-מערב חצי-האי האיברי, וזרעים התקבלו בירושלים מגנים בוטניים בפורטוגל.

בתת-מין מפותל, ייתכן שאנו עדים, אם כן, לסגירת מעגל מבר לתרבות וחזרה לבר. אולם, לאיכלוס של אזורים חדשים נחוצה התערבותו של האדם. תהליך כזה חל כעת בארץ.

לפני שנים מספר הועברו זרעים מהגליל למצוקי חתך חדש בכביש המהיר לירושלים-תל אביב, ליד אבו-גוש. היום מופיעים צמחי לוע-הארי בכל תחומי המצוק. דבר זה מאשר מחדש את כושרו של התת-מין הזה לאכלס בתי-גידול פנויים, אם ימצא גורם שיעביר את הזרעים. באזור החדש התחלף המאביק, ומיני דבורת העץ Xylocopa מבקרים את הפרחים במקום דבורי Bombus, המאביקים את התת-מין בצפון. השונות בתכונות הפרח והעלווה

באוכלוסייה החדשה, מרמזת על אילוח גנטי. נראה שהזרעים המקוריים נאספו מצמחים אינטרוגרסנטיים, שהכילו גנים של התת-מין גדול. אוכלוסייה דינמית זו ראויה למעקב ולמחקר.

הצלחתו הביולוגית של המין מבוססת על שיעור רבייה גבוה, הפצת זרעים במשך תקופה ארוכה ויכולת התבססות נבטים אף בלא "טיפול גנטי", כל זאת בנוסף לחייל פרט ארוכים (יש המגיעים לכ-20 שנה).

לסיכום, נראה לנו כי הביות בלוע-הארי הוא שלב ביניים ואמצעי להרחבת התפוצה של הסוג. לכן קשה לקבוע כאן, האם מצוי הצמח בשירות האדם או שתרבות האדם היא המנוצלת ביעילות על-ידי הצמח במסעיו באזור הים-תיכוני.

רשימת ספרות

Baur, F. 1930. Mutationsauslösung bei *Antirrhinum majus*. Zeitschr. f. Bot 23:676-702.

Blasdale, W. C. 1949. The early history of the Persian cyclamen. Nat. Hort. Mag., Oct. pp. 156-161.

Coats, A. M. 1969. The quest for plants. Studio Vista, London.

Coats, P. 1970. Flowers. The Story of Flowers, Plants and Gardens through the Ages. Peerage Books, London.

Coen, E. S. and Carpenter R., 1988. A semi-dominant allele, *niv-525*, acts in trans to inhibit expression of its wild-type homologue in *Antirrhinum majus*. Embo Journal 7:877-883.

Karschon, R. and Weinstein A.. 1977. New data on the occurrence of *Antirrhinum siculum* Mill. in Israel. Isr. J. Bot. 26:32-32.

Lyons, R. E. and Widmer R. E.. 1980. Origin and historical aspects of *Cyclamen persicum* Mill. Hortscience 15: 132-135.

Maatsch. R. 1956. Die Bedeutung der heimatischen Standortbedingungen. Gartenwelt 56:1-2.

Parkinson, J. 1629 *Paradisi in Sole Paradisus Terrestris* (reprinted 1904 Methuen, London).

Rothmaler, W. 1956. *Taxonomische Monographie der Gattung Antirrhinum*.

Feddes Rept. Beih. 136:1-124.

Schwarz, O. 1938. *Cyclamen Studien*. Gartenflora (new series): 11-38.

Schwarz, O. 1964. *Systematische Monographie der Gattung Cyclamen II*.

Feddes Rept 69:73-103.

- Seyffert, W. 1955. Die Vererbung der Blütenfarben bei hemiploiden Cyclamen. Züchter 25: 234-283.
- Van Bragt, J. 1962. Chemogenetical investigations of flower colours in Cyclamen. Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen 62:1-43.
- Wellensiek, S. J. 1959. The effect of inbreeding in Cyclamen. Euphytica 8:125-130.
- Wellensiek, S. J., Doorenbos, J. van Bragt, J. and Legro, R. A. H. 1961. Cyclamen, a descriptive list of cultivars. Veenman & Z., Wageningen.



Domestication of Plants in the Old World by D. Zohary and
M. Hopf, 1988. Clarendon Press, Oxford

ספר חדש על ביות הצמחים בעולם הישן

שרה המחקר - מוצא צמחי תרבות - יסודותיו הונחו על-ידי אלפונס דה קנדול עוד במחצית השנייה של המאה ה-19. הוא נעזר בארבעה כיווני מחקר שהקלו עליו את הזיהוי של צמחי הבר שהיו הורי צמחי התרבות שלנו, ובמיקום ובתיארוך של תהליכי ביותם, והם: 1. בוטניקה. 2. ארכיאולוגיה. 3. היסטוריה. 4. פילולוגיה. דה קנדול הגיע להישגים מדהימים בהיקפם, וספרו הפך לספר קלסי שלא נס ליחו במשך כ-100 שנה. רק לאחרונה, בעקבות העמקת ידיעותינו בבוטניקה וגיוסם של הגנטיקה והבוטניקה הארכיאולוגית לפתרון שאלות הקשורות בתהליך ביותם של הצמחים, נוצר הצורך בספר חדש שיסכם את כל הידוע על כך. אבל, כמות המידע הדרושה לעדכון ספר כזה הרתיעה רבים מלגשת לכתיבת ספר מודרני שישווה בהיקפו לספר הישן.

פרופ' דניאל זהרי מהאוניברסיטה העברית בירושלים וד"ר מריה הופף מהמכון הרומי-גרמני במינן השכילו להגיש לנו ספר מעודכן, קל-קריאה (באנגלית) ומאזיר שמכיל בצורה מתומצתת את רוב העובדות, התהליכים והרעיונות הדרושים להבנה מודרנית של ביות הצמחים העיקריים של העולם הישן.



האם היו הקטניות תבואות החורף הראשונות במזרח הקרוב*

מרדכי כסלו ועופר בר-יוסף

במזרח הקרוב אומצה החקלאות כדרך חיים לפני כ-10,000 שנה (Zohary and Hopf, 1988). בשלושת העשורים האחרונים נערכו מחקרים ארכיאולוגיים ובוטניים-ארכיאולוגיים באזור, במטרה לבדוק את ההשערות השונות בדבר הופעתן של חברות חקלאיות כאן. במיוחד התרכזו המחקרים בפיענוח מוצא הדגנים, בשינויים הגנטיים שעברו במהלך ביותם, ובשיטות הזריעה והקציר שלהם. ואין בכך כדי להפתיע, שכן לחם ומיני מאפה אחרים, העשויים קמח חיטה או שעורה, היו המרכיב העיקרי בסל המזון של תושבי האזור בכל התקופות שנבדקו. הקטניות, לעומת זאת, אף שגם הן היו מרכיב מזוני חשוב, זכו לפחות תשומת לב (אבל עיין Renfrew, 1973; Zohary and Hopf, 1973; Ladizinsky and Adler, 1976; Ladizinsky, 1979).

השימוש הנרחב בקטניות בכל רחבי אגן הים התיכון בעת שהחקלאות היתה עדיין בחיתוליה, נלמד מתפוצתם של הורי הבר שלהן ומתמגוון הרחב של האזורים שבהם ביותן: אפון (*Pisum sativum*) ופול (*Vicia faba*) כלבנט (Ben-Zeev and Zohary, 1973); *Kislev, 1985*; עדשה (*Lens culinaris*) וחמצה (*Cicer arietinum*) באנטוליה (*Lathyrus*) טופח תרבותי (Ladizinsky, 1979; Ladizinsky and Adler, 1976); *Kislev, 1986*; בחצי האי הבלקני וטופח חמצתי (*L. cicera*) בדרום-מערב אירופה (Ladizinsky and Brown, 1983). *Scheibe, 1934*); ועדשה שחורה בדרום אירופה (V. *narbonensis*) במזרח הקרוב הנחתנו היא כי בגלל ערכן המזוני הגבוה, הבשלתן המוקדמת ויכולתן לגדול במגוון רחב של אזורים, ייתכן שהקטניות גודלו במזרח הקרוב עוד לפני הדגנים ושימשו דגם שעל-פיו גידלו תבואות אחרות.

ההשקפות השכיחות בדבר ההיסטוריה של ביות הצמחים נשענות על עדות בוטנית-ארכיאולוגית דלה ועל מספר קטן של עובדות אודות התפתחות הכלכלה החקלאית (Braidwood, 1975). בהתבססם על בדיקות של פחמן 14, מסכימים רוב החוקרים, שביות הדגנים והקטניות החל באלף השביעי או השמיני לפסה"נ (Renfrew, 1969; Zohary and Hopf, 1973; Hopf, 1983). בעוד שעד לא מכבר סברו החוקרים שאפשר להבחין בין דגני בר לדגני תרבות על-פי השרידים הבוטניים-ארכיאולוגיים שלהם, אין הדבר נכון כלל כאשר מדובר בקטניות. כאשר מתגלים שרידיהן של קטניות בחפירות ארכיאולוגיות, קשה להחליט אם הן נאספו כצמחי בר או גודלו. מקובל לחשוב שהדיאטה של הציידים-מלקטים

* מתורגם ממאמרנו: The legumes: the earliest domesticated plants in the Near East? Current Anthropology 29: 175-179. 1988.

בלבנט בתקופה האפי-פלאוליתית כללה, מלבד דגני בר וקטניות בר, גם ירק וזרעים אחרים, כגון: אגוזים, פירות עסיסיים, פקעות, עשבים וכו'. אבל בהיעדר ממצאים בוטניים-ארכיאולוגיים מתקופה זו אין בידינו הוכחות לכך (ברידודור, תש"ל).

ההסבר להיעדר שרידי צמחים מתקופות אלה נעוץ באורח חייהם של הציידים-מלקטים ובתהליכי הכנת מזונם. סיכוייהם של רוב הזרעים והפירות להישאר כשרידים, קטנים מהרגיל כאשר אוכלים אותם טריים או טחונים לדיגסה. רק כשקולים אותם או כאשר הם נחרכים ב"תאונת מטבח", גדלים הסיכויים למוצאם בחפירות ארכיאולוגיות. ליתכן גם ששרידי זרעים מפוחמים לא שרדו, כי הטכניקה של שריפת לישובי האויב היתה פחות מקובלת במלחמות בין שבטים, מפני שאגרו אז פחות טובין. בנוסף, מונע האקלים היס-תלכוני השתמרות טובה של השרידים, מפני שהללו נתונים במשך השנים להרטבה ולהתייבשות חוזרות ונשנות בחורף ובקיץ, תהליך הגורם לשחיקה ולהתפוררות שלהם. יש לציין גם, שמיעוט השרידים נובע בחלקו משיטות החפירה, שאינן כוללות תמיד הצפת קרקע האתר או סינונה בנפה דקה וכן ליקוט דגני זהיר - החיוניים לגילוי שרידי צמחים.

עדויות אתנוגרפיות מצביעות על כך שבני האדם הקדמונים שחיו באזור היס התיכון בדומה לקבוצות אנושיות אחרות שחיו באזור מחיה דומה, היו יותר מלקטי מזון צמחי עם ידע בוטני רחב ומעמיק מאשר ציידים (Gaulin and Konner, 1977).

הצעתנו היא, שהידע הבוטני של ציידים-מלקטים אלה איפשר להם לבסס בתקופות מאוחרות יותר קשר אמיץ עם עולם הצומח, המתבטא בגידולם ובריבויים של מינים נבחרים. נוכחות אבני שחיקה בפליאולית העליון בלבנט וכלי כתישה (עליים ומכתשים) באתרים אפי-פליאוליתיים (Bar-Yosef, 1980; 1981), מעידים על שימוש בכלים אלה לצורך התקנת זרעים למזון. היחס בין האדם לסובב אותו, הידע הבוטני שלו ויכולתו ליצור כלים לעיבוד מזון, היו חיוניים למימוש התהליך המכונה "המהפכה החקלאית", שהיא למעשה מהפך באסטרטגיה של אמצעי המחיה משלב של ליקוט לשלב של טיפול מכוון ברבייה ובגידול של צמחים.

הרעיון שתושבי האזור היו אז מלקטי צמחים יותר מאשר ציידים, נתמך בתוצאות מדידת היחס בין סידן לסטרונציום בשרידי שלדיהם מאותן תקופות (Sillen, 1984). ההנחה הבסיסית היא, שמכיוון שהיסודות סידן וסטרונציום מצויים באותה קבוצה במערכת המחזורית, נקלט הסטרונציום ביחד עם הסידן, למרות שאין לגוף צורך בו. כל יצור הקולט סידן, בין אם הוא צמח או בעל-חיים, דוחה את הסטרונציום במידת האפשר בעזרת מערכות הקליטה שלו, הגורמות להצטברות אחוז קטן יותר של סטרונציום בגופו. אחוז הסטרונציום בצמחים קטן יותר מאשר בקרקע: אחוז חומר זה באוכלי עשב קטן מאשר בצמחים, בגלל המחסומים המצויים במנגנוני הקליטה שלהם, והוא עוד יותר קטן בטורפים או באוכלי נבלות. מכאן, שאחוז הסטרונציום בשלד של אדם אוכל בשר, נמוך מאשר אצל צמחוני.

בין הצמחים החד-שתיים, הנפוצים בחלק המזרחי של אגן היס התיכון, יוצרים הדגניים והקטניות את הזרעים האכילים הטובים ביותר. מינים אחרים, כמו כף-אווז לבנה

(*Chenopodium album*), נותנים באביב ובתחילת הקיץ יבולים גבוהים של זרעים אכלילים, אבל הם קטנים יותר וקשה יותר להכין מהם מזון (Helbaek, 1960). הדגנים והקטניות שונים אלה מאלה בכמה תכונות חשובות, שניתכן כי הן אשר קבעו מי מהם ביות לראשונה.

דגני בר גדלים בעומדים רחבי-ידיים ומכסים קילומטרים רבים במזרח הקרוב בחגורת אלוך התבור (*Quercus ithaburensis*) (Harlan and Zohary, 1963). גם הקטניות נפוצות באזור זה, אולם בכתמים קטנים יותר.

הדגנים מבשילים ומוכנים לקציר מראשית מאי עד סוף יוני, בהתאם לאזור ולטופוגרפיה. הקטניות מבשילות במרס-אפריל, בערך חודש לפני הדגנים (Gophna and Kislev, 1979; Plitmann and Kislev, in Press). בתוך כל כחם, המורכב מאחד ממיני הקטניות, אין התרמילים מבשילים בעת ובעונה אחת, תכונה המאפשרת אסיף נוסף אם הצמחים אינם נעקרים. תפוצת הצמחים בכתמים מתאימה לשיטת התזונה הנהוגה אצל ציידים-מלקטים: "אכול כאשר אתה הולך" (Isaac, 1984).

ליקוט שלבוליות של דגני בר דורש אך מעט כלי עזר - הידיים והסל. עקירת הצמח השלם לעומת זאת, איננה כה פשוטה. כאשר נצרך הקש להתקנת סלים וכלים קלועים אחרים, הכרחי המגל. דוגמאות כאלה התגלו לאחרונה בבחל חילמר, אתר ניאוליתני קדם-קראמי במדבר יהודה (Bar-Yosef and Alon, 1988; בר-יוסף, 1985). לעומת זאת, דגני התרבות, ששילבוליהם אינן מתפרקות, נקצרים ביתר יעילות באמצעות מגל. הקטניות, כצמחי בר וכצמחי תרבות, נאספות ללא מכשור זה. להוציא פול, אין לקטניות גבעול עיקרי, וענפיהן נשענים זה על זה או משתרעים על הקרקע. עקירת הצמח כולו, על שורשיו או בלעדיהם, היא השיטה היעילה ביותר לקבלת מספר מרבי של תרמילים. מובן שהזמן הנכון לתלישה הוא כאשר התרמילים עדיין לא נפתחו.

הפרדת גרגירי הדגנים ממוציהם דורשת קליה או כתישה ולאחר מכן זריה או כבירה (נלפוי בכברה). הדגנים הראשונים שביותו, שעורה וכוסמת, הם בעלי גלומות רכות יותר ומלענים גסים פחות מאשר אבותיהם כמיני בר (Zohary, 1969).

רק אצל החיטים החשופות, שהגיעו לשלב גבוה יותר של ביות, אפשר להכין אחרי הדיש, גרגירים הדרושים לטחינת קמח ללחם או גריסים לדייסה. הקטניות יכולות להיאכל על תרמיליהן בעודם ירוקים, או שהזרעים לבדם משמשים מזון טרי. בשלב שלפני ההבשלה אפשר לקלות קטניות אחדות, כגון חמצה, פול ואפון, בדומה לדגנים. אגודות של צמחי חמצה שלמים, קלויים למחצה, נמכרות עד היום בשוקי הערים הערביות בארץ בשם חמלה מלאן (אביצור, 1968). קטניות לבשות דורשות הכנה ממושכת יותר, הכוללת שריה במים למשך שעות אחדות או כתישה ואחריה שריה, ולבסוף בישול.

בניגוד לדגנים, חלק מהקטניות הן רעילות. בעוד שהקטניות החשובות ביותר בעולם הישן, עדשה, אפון וחמצה אינן רעילות, הרי הפול רעיל במידה מסוימת ואינו יכול להיאכל על-ידי אנשים שיש להם חסר תורשתי באנזים דהידרוגנז של גלוקוז-6-פוספט (Szeinberg et al., 1985). אצל אנשים אלה, אכילת פול או שאיפת גרגרי האבקה שלו עלולות לגרום פביזם (favism) - אנמיה הנגרמת מחמת הריסת כדוריות הדם האדומות,

והמתבטאת בחיבורון, חולשה, קשיל נשימה, בחילה, כאב בטן או גב, חום וצמרמורת. מחלה זו יכולה לגרום למותם של ילדים מתחת לגיל 6 (Mager et al., 1980). הקטניות הרעילות ביותר הן כנראה טופח חמצתי שהיה נאכל בעבר, וטופח תרבותי הנאכל עד היום בחלקים גדולים של העולם הישן (Padmanaban 1980) (עיי' במאמר "טופח תרבותי כצמח מאכל רעיל", בחוברת זו).

הערך המזוני של דגנים וקטניות הוא דומה למדי, להוציא חלבוני הקטניות, שהם מלאים יותר ומצויים בקטניות באחוז גבוה יותר (טבלאות 2,1). הערכים הקלוריים של הדגנים והקטניות נעים על פני אותו טווח, וכן גם ערכי הפחמימות שלהם.

טבלה 1. ההרכב של 100 גרם מזון

(על-פי גוגנהיים תשמ"א, צ'יז'יק תשל"ב, Gopalan et al. 1971)

(Harris 1981, Hassan 1976)

פחמימות	שומן	חלבון	קלוריות	אגוזים
53.9	5.1	4.8	270	אלון התבור
15.0	54.0	20.0	594	אלה אמיתית
16.9	54.2	18.6	610	שקדים
קטניות יבשות				
59.0	1.2	24.0	340	אפון
59.0	5.1	20.0	350	חמצה
59.8	1.1	27.4	345	כרשינה
60.0	1.0	22.5	335	עדשים
55.5	1.4	24.5	326	פול
דגנים				
71.0	2.2	12.0	342	חיטה
72.0	2.1	10.5	356	שעורה
בשר				
0	21.0	17.0	267	טלה
0	39.0	22.5	440	כבש
0	9.2	18.4	157	עז

טבלה 2. חומצות אמיניות חיוניות במזון מן החי וצמחי בגרמים ל-100 גרם חנקן
(על-פי Altman and Dittmer, 1968)

המזון	היסטידין	איזולאוצין	לאוצין	ליזין	מתיונין פנילאלנין	תראונין	טריפטופאן	ואלין
ארנבת	14	32	49-48	55-52	17-16	24-23	31-30	-
בקר	28-11	37-18	62-41	76-44	20-12	37-21	35-23	12-4
חזיר	29-14	40-25	54-44	62-46	21-11	28-22	34-22	9-5
טלה	21-14	39-26	54-42	59-41	16-14	31-23	33-24	10-6
ביצה	23-9	52-32	61-49	49-32	29-9	50-28	46-24	13-7
חיטה	16-8	30-19	43-35	22-13	18-4	36-23	21-11	8-5
שעורה	15-8	30-20	44-34	22-14	13-6	36-24	25-14	10-5
אפון	29-13	45-29	64-42	55-40	18-2	40-23	31-18	12-2
חמצה	21-13	39-32	50-42	57-34	13-5	42-23	30-17	9-2
עדשים	16-11	41-27	53-34	46-31	10-2	33-23	31-15	12-1

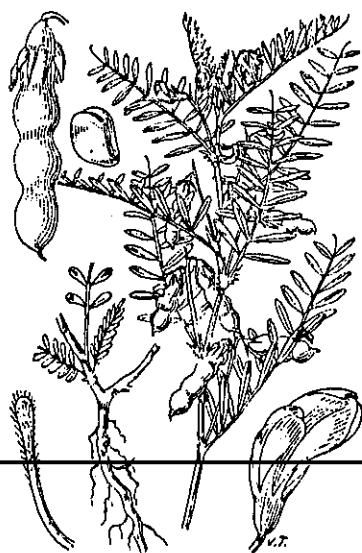
יש להניח שגם אצל הורלי הבר של הדגנים והקטניות קיים דמיון. למרות שאין להשוות השוואה מלאה בין צורות הבר לצורות התרבות, מראים למשל העדשים משני המינים ערכים דומים (גדעון לדיז'ינסקי, בע"פ). הטיב העדיף של חלבון הקטניות נובע מאחוז גבוה בהרבה של החומצה האמינית ליזין (פי 2-3), ותראונין, ואלין ואיזולאוצין (25 עד 50% יותר). לכן נחשבות הקטניות לתחליף הטוב ביותר לחלבון מן החי. באזורי המחיה השונים בלבנט היה החורף תקופה של אילוצים בהספקת מזון. זהו זמן רע, לא רק בשל מחסור בקלוריות, אלא גם בגלל קשיים בהשגת חלבונים ושומנים מתאימים (Speth and Spielman, 1983). שומנים, ובעיקר חומצות שומניות חיוניות: חומצה לינולאית וחומצה לינולנית, יכלו לבוא מזיתי בר (Gophna and Kislev, 1979), מתוכן הגלעין של האלה, ומזרעים של צמחים חד-שנתיים כמו פשתה או פרג. מקור טוב לחלבון יכלו לשמש הקטניות.

לסיכום: לקטניות, לעומת דגני הבר, היו היתרונות הבאים: הן מבשילות בסוף החורף עד האביב, כאשר המחסור בבשר חיות הבר באזורי הלבנט מגיע לשואו, אפילו אם שמר האדם בשר לעונת השפל. קל לאסוף אותן ולהכינן כמזון. ולבסוף, התפוצה שלהן בכתמים ברחבי האזור יכלה לעזור במניעת מחלוקות טריטוריאליזם. ניצול הקטניות איננו נחלת האדם בלבד, גם מספר גדול של בעלי-חיים כגון: חרקים, ציפורים, מכרסמים ומעלי-גידה נהנים מהן, וחלקם יודע לאחסן אותן לעונות מחסור (Smith and Reichman, 1984). בהתבוננו במנהגי בעלי-חיים למד האדם לאחסן גם את זרעי הקטניות. תחרות על אסוף הקטניות בין בני-האדם לבעלי-חיים, היתה יכולה לדלדל מהר יותר את אוכלוסיות הקטניות מאשר את הדגנים, והלחץ על העומדים הדלים שלהן היה עשוי להביא לניסויים בזריעת קטניות. צעד זה אינו דורש הכנות מיוחדות,

והיה עשוי להתרחש מידי פעם, עוד בטרם התחילו לגדל דגנים. ייתכן שאנו צריכים לצרף את הפעילות הזאת לרשימת הפרה-ארפטציות שקדמה לליסוד החברות החקלאיות באזור הלבנט.

ועוד, התפוצה המקוטעת של הקטניות יכולה לעזור בהסבר דגם התפוצה של הלישובים בתקופה האפי-פליאוליתית (Bar-Yosef, 1980; 1981). החורף והאביב המוקדם, שהיו התקופות הקשות ביותר במציאת מזון באזורי המחיה השונים באזורנו, יכלו לעודד את התפצלות חברות הצידים-מלקטים, מפני שהקטניות לא היו זמינות בכמות מספקת.

העדויות הארכיאולוגיות אינן מפורטות דיין כדי לבדוק תיאוריה זו (טבלה 3, עיין גם Plitmann and Kislev, in press). בכל אופן, יש בידינו כמה רמזים לכך, שמן הראוי לשקול את האפשרות, שהקטניות תפסו מקום חשוב יותר בכלכלת האדם בתקופה הפליאוליתית מאשר סברו קודם לכן. קטניות נמצאו בשכבות מהתקופה המוסטרית במערת כבארה בכרמל, בשכבות נטופיות במערת היונים בגליל המערבי (Hopf and Bar-Yosef, 1987), באבו-הורלירה (סוריה) מהתקופה הנטופית המאוחרת, בסליביה IX בעמק הירדן, המתוארכת ל-8,500 לפסה"נ ובכל אתר נאוליתי קדם-קראמי. בכמה אתרים, כמו באליקוש בחבל חוזיסטאן שבדרום-מערב אירן (משכבות בוס מורדה, כ-7000 לפסה"נ), בלפתחאל שבגליל התחתון מ-6800 לפסה"נ, ובעין ע'זאל בירדן מ-6900-6200 לפסה"נ, היו הקטניות הממצא הצמחי העיקרי. לדעתנו, נוכחות קטניות בין שרידי הצמחים שנתגלו בחפירות ארכיאולוגיות, קדמה כנראה לנוכחות דגני בר. ערכן המזוני, זמן הבשלתן, והנוחות שבהשגתן, הפכו אותן למועמדות אידיאליות לאיסוף ויותר מאוחר לגידול בידי אחרוני הצידים-מלקטים - או ראשוני החקלאים - בלבנט.



בקית הכרשינה *Vicia ervilia*

טבלה 3. הממצאים הארכיאולוגיים הקדומים ביותר של קטניות במזרח הים-התיכון

מס'	האתר	תאריך לפסה"נ	בקלים	חמצה	טופח	ערשה	אפון	כרשינה	פול
1.	כבארה	(מוסטריה)	+	-	-	+	-	+	-
2.	חיונים	10,000-10,400	(16 תורמוס)	-	-	-	-	-	-
3.	פרנקתי (Pal.)	7,000-11,000	+	-	-	+	-	-	-
4.	אבו הוריירה (M)	8,500-9,000	+	-	-	+	-	+	1
5.	סליבה IX	8,500	+	-	-	-	-	-	-
6.	יריחו (PPNA)	7,300-8,300	-	-	-	2	-	-	-
7.	מורליבס	7,550-8,050	+	-	-	20	-	5	-
8.	אסואד I	7,300-7,800	50	-	-	6	39	1	-
9.	צ'יונו I	7,200-7,500	179	1	-	-	45	67	-
10.	אבו-הוריירה (N)	6,500-7,500	+	12	-	+	-	-	-
11.	יריחו (PPNB)	6,500-7,300	-	2	-	640	344	-	30
12.	צ'יונו 5-2	6,500-7,200	267	3	1	162	114	141	-
13.	כילרה	6,600-7,000	3,200	-	-	553	+	-	-
14.	חג'ילר (ac)	6,750	-	-	-	3	-	-	-
15.	אסואד II	6,500-7,000	172	-	-	21	36	-	-
16.	ע'וריפה I	6,300-6,800	24	3	1	3	19	1	-
17.	פרנקתי (Mes.)	6,000-7,300	+	-	-	+	+	-	-
18.	יפתחאל	6,800	-	-	-	7.4 ק"ג	-	-	2,750
19.	עין ע'זאל	6,200-6,900	-	+	-	+	+	-	+
20.	אלי קוש (AK)	6,150-6,450	-	-	-	1	-	-	-
21.	ע'וריפה II	6,100-6,400	-	32	-	-	7	-	-
22.	ג'רמו	6,000-6,500	-	-	+	+	+	-	-
23.	צ'אן הסאן III	6,000-6,500	45	-	-	15	-	37	-
24.	ראמאד I	6,050-6,350	11	-	-	75	25	2	-
25.	כנוסוס	6,100	-	-	-	210	-	-	-
26.	כף אנדראס	6,000	21	-	-	147	4	1	-
27.	פרודרומוס	6,000	-	-	200	13	281	-	-
28.	ראמאד II	5,800-6,100	141	20	-	558	143	-	-

מקורות לטבלה 3

1. כסלו בהכנה 2. Hopf and Bar-Yosef, 1987 3. Hansen and Renfrew, 1978
4. Hillman, 1975 5. כסלו בהכנה 6. Hopf, 1983 7. Zeist, 1970; Zeist and
8. Casparie, 1968 9. Zeist and Bakker-Heeres, 1979; 1985 10. Hillman, 1975 11. Hopf, 1983 12. Zeist, 1972 13. Helbaek, 1966
14. Helbaek, 1970 15-16. Zeist and Bakker-Heeres, 1985 17. Hansen and
18. Renfrew, 1978 19. Kislev, 1985 20. Rollefson, 1985 21. Hillman, 1972 22. Zeist and Bakker-Heeres, 1985 23. Helbaek, 1959
24. Zeist and Bakker-Heeres, 1985 25. Evans, 1968 26. Zeist, 1981 27. Halstead and Jones, 1980 28. Zeist and Bakker-Heeres, 1985

רשימת הספרות

אבליצור, ש. 1968. מבשרי הלחם. אדם ועמלו, תל-אביב.

בריידוור, ר. תש"ל. המהפכה החקלאית (תורגם על-ידי הלל אופנהיימר). מתוך:

חיטי-בר וחיטים תרבותיות, בעריכת ה' אופנהיימר. מאגנס, ירושלים, עמ' 81-89.

בר-יוסף, ע. 1985. מערה במדבר: נחל חמר. מוזיאון ישראל, ירושלים.

גוגנהיים, י.ק. תשמ"א. תזונת האדם. מאגנס, ירושלים.

צ'זיק, ב. תשי"ב. אוצר הצמחים. הוצאת המחבר, הרצליה.

Altman, P.L. and Dittmer, D.S. 1968. Metabolism. Federation of American Societies for Experimental Biology, Bethesda, Maryland, pp. 9-56.

Bar-Yosef, O. 1980. Prehistory of the Levant. Annual Rev. Anthropol. 9:101-133.

Bar-Yosef, O. 1981. The Epi-Palaeolithic complexes in the Southern Levant. In: J. Cauvin and P. Sanlaville (eds.) Pre'histoire du Levant. Editions C.N.R.S., Paris, pp. 389-408.

Ben-Zeev, N. and Zohary, D. 1973. Species relationships in the genus *Pisum* L. Isr. J. Bot. 22:73-91.

Braidwood, R.J. 1975. Prehistoric Man. 8th ed. Socott, Foresman and Co., Glenview, Illinois etc.

Gopalan, C., Ramasastri, B.V. & Balasubramanian, S.C. 1971. Proximate Principles, Minerals and vitamins, Nutritive Values of Indian Foods. Indian Council for Medical Research, New Delhi.

Gophna, R. and Kislev, M.E. 1979. Tel Saf (1977-1978), Revue Biblique 86:112-114.

Harlan, J.R. and Zohary, D. 1966. Distribution of wild wheats and barley. Science 153: 1047-1080.

Harris, D.R. 1981. The prehistory of human subsistence: A speculative outline. In: D.N. Walcher and N. Kietchmer (eds.) Food, Nutritions and Evolution. Masson, New York. pp. 15-35.

Hassan, F.A. 1976. Diet, nutrition and agricultural origins in the Near East. In: E. Higgs (ed.) Origine de l'élevage et de la domestication, Preprints, UISPP Congress, Nice, pp. 227-247.

Helbaek, H. 1960. Comment on *Chenopodium album* as a food plant in prehistory. Ber. Geobot. Forschunginst. Rubel Zurich 31:16-19.

Helbaek, H. 1969. Plant collecting, dry farming and irrigation agriculture in prehistoric Deh Luran. In: F. Hole, K.V. Flannery & A.J. Neely, (eds.) Prehistory and Human Ecology of the Deh Luran Plain. University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, pp. 383-426.

- Hillman, G. 1975. The plant remains from Tell Abu Hureyra: A preliminary report. *Proc. Prehist. Soc.* 41:70-73.
- Hopf, M. 1983. Jericho plant remains. In: K.M Kenyon & T.A. Holland, (eds.) *Excavations at Jericho, Vol. V. British School of Archaeology in Jerusalem, London*, pp. 576-621.
- Hopf, M. and Bar-Yosef, O. 1987. Plant remains from Hayonim cave, western Galilee. *Pale'orient.* 13(1):117-120.
- Isaac, G.Ll. 1984. The archaeology of human origins: studies of the lower Pleistocene in East Africa 1971-1981. In: F. Wendorf and A.E. Close (eds.) *Advances in World Archaeology, Vol. 3. Academic Press, New York*, pp. 1-87.
- Kislev M.E. 1985. Early Neolithic horsebean from Yiftah'el, Israel, *Science* 228:319-320.
- Kislev M.E. (in press) Origins of the cultivation of *Lathyrus sativus* and *L. cicera*. *Econ. Bot.* 43(2).
- Ladizinsky, G. 1979. The origins of lentil and its wild gene pool. *Euphytica* 28:179-187.
- Ladizinsky, G. and Adler A., 1976. The origin of chickpea *Cicer arietinum* L. *Euphytica* 25:211-217.
- Ladizinsky, G. and Braun D., 1983. Evidence for domestication of *Lens nigricans* (M. Bieb.) Godron in S Europe. *J. Linn. Soc. Bot.* 87:169-176.
- Mager, J., Chevion M. and Glaser G., 1980 *Favism*. In I.E. Liener (ed.) *Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. Second edition, Academic Press, New York and London*, pp. 265-294.
- Padamanaban, G. 1980. *Lathyrogens*. In: I.E. Liener, (ed.) *Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. 2nd ed. Academic Press, New York*, pp.239-263.
- Plitmann, U. and Kislev, M.E. (in press). Biological changes of pulses induced by domestication. *Ann. Missouri Bot. Gard.*
- Renfrew, J.M. 1969. The archaeological evidence for the domestication of plants: methods and problems. In: P.J. Ucko & G.M. Dimbleby (eds.) *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals. Duckworth, London*, pp. 149-172.
- Renfrew, J.M. 1973. *Palaeoethnobotany: The Prehistoric Food Plants of the Near East and Europe. Columbia University Press, New York.*
- Scheibe, A. 1934. Über Vorkommen und Nutzungsweise der Wilderbse (*Pisum elatius* Stev.) und der "Wildbohne" (*Vicia narbonensis* var. *intermedia* Strobl) in Anatolien, *Züchter* 6:234-240.

- Sillen, A. 1984. Dietary change in the Epi-Palaeolithic and Neolithic of the Levant: The Sr/Ca evidence. *Pal'eorient* 10:149-155.
- Smith, C.C. and Reichman, O.J. 1984. The evolution of food catching by birds and mammals. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 15:329-351.
- Speth, J.D. and Spielmann, K.A. 1983. Energy source, protein metabolism, and hunter-gatherer subsistence strategies. *J. Anthropol. Archaeol.* 2:1-31.
- Szeinberg, A., Sheba, Ch. and Adam, A. 1958. Selective occurrence of glutathione instability in blood corpuscles of the various Jewish tribes. *Blood* 13:1043-1053.
- Zeist, W. van 1972. Palaeobotanical results of the 1970 season at Cayönü, Turkey. *Helinium* 12:1-19.
- Zeist, W. van 1976. On macroscopic traces of food plants in southwestern Asia. *Philos. Trans. B.* 275:27-41.
- Zeist, W. van and Bakker-Heeres, J.A.H. 1979. Some economic and ecological aspects of the plant husbandry of Tell Aswad. *Paleorient* 5:161-169.
- Zeist, W. van and Bottema, S. 1966. Palaeobotanical investigations at Ramad, *Annales Archa'eol. Arabes Syrien.* 16:179-180.
- Zeist, W. van and Casparie, W.A. 1968. Wild einkorn wheat and barley from Tell Mureybit in northern Syria. *Acta Bot. Neerl.* 17:44-53.
- Zohary, D. 1969. The progenitors of wheat and barley in relation to domestication and agricultural dispersal in the Old World. In: P.J. Ucko and G.W. Dimbleby (eds.) *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals.* Duckworth, London, pp. 47-66.
- Zohary, D. and Hopf, M. 1973. Domestication of pulses in the old world. *Science* 182:887-894.
- Zohary, D. and Hopf, M. 1988. *Domestication of Plants in the World.* Clarendon Press, Oxford.

החקלאות במזרח הקרוב באלף השמיני לפסה"נ*

מרדכי כסלו

מטבעות-הלשון "המהפכה הנאוליתית", המיוחסת לצ'ילד (Childe, 1936, פרק ה' עמ' 74 ואילך; 1942, עמ' 36 ואילך) ו"המהפכה החקלאית", המיוחסת לברידווד (Braidwood, 1960), הטביעו את חותמן על דרך מחשבתם של הארכיאולוגים והפריהיסטוריונים במשך עשרות השנים האחרונות (טבלה 1). אולם, נראה הדבר, שהעדויות המצטברות לאחרונה, מביאות למסקנה, שהמושגים הללו אינם הולמים כבר את התפיסה שלנו לגבי התהליכים של ביות צמחים כפי שהתרחשו במזרח-הקרוב בראשית התקופה הנאוליתית. איחודם של התהליכים הרבים, הכרוכים בביות כל אחד ממיני התבואות ובעלי-החיים השונים, לכדי מאורע מהפכני אחד, מטשטש את מהלך האירועים הייחודי שעבר על כל אחד מהיצורים הללו בהופכתם מביות. המינוח "מהפכה חקלאית" אמנם מתאר יפה את ההתפשטות המהירה והסוחפת של מכלול התבואות והבהמות - הכולל שעורה, מינים אחדים של חיטה, עדשה, אפון, כרשניה ופשתה, וכן כבש, עז וחזיר - מדרום-מערב אסיה לכיוון דרום-מזרח אירופה. כמו כן, מתאר המושג את ההשפעה העמוקה שהיתה לעבודת האדמה, לגידול המקנה ולמטבח החדש (דהיינו, שימוש בכלי חרס) על צורת היישוב, סגנון הבית, כלי הבית, כלי העבודה ועל מזונם של תושבי אירופה המזוליתיים כאשר עברו לחיות אורח חיים נאוליתי (המזולית באירופה מקביל בערך בזמנו ובאופיו לאפי-פליאולית במזרח-התיכון). מכל מקום, במזרח-הקרוב, עדיף לתאר את ההתרחשויות הקשורות בביות כהתפתחות של החקלאות ולא כמהפכה. ככל הנראה, ביות כל אלמנט בנפרד במקומו ובזמנו. רק בשלב מאוחר יותר, כאשר התפשטו התבואות ובעלי-החיים המבויתים ברחבי הסהר הפורה במידה כזאת, שבאותו יישוב טופחו כבר מספר ניכר של גידולים שהיוו חלק עיקרי מכלכלת התושבים, יכולה להתחולל ה"מהפכה החקלאית". גם התפשטות החקלאות מחוץ לתחומי המזרח-הקרוב, כגון לאירופה, הביאה לתמורות מפליגות שם, ההולמות יפה את המושג "מהפכה חקלאית".

דוגמה טובה להתחלות מקומיות של החקלאות הנאוליתית, הנפרדות זו מזו גם בזמן, יכולות לשמש הקטניות. נראה הדבר, שתהליך הביות של סופח תרבותי (Lathyrus sativus) לא חל בד בבד עם ראשית החקלאות. עדיין איננו מכירים את צמח הבר שהיה ההורה שלו, ולכן אין ודאות באשר לאזור שבו חל הביות. אבל, העדויות הבוטניות-

* מבוסס על המאמר שיצא לאור בקרוב:

Kislev, M.E. 1989. The agricultural situation in the Near East in the 8th millennium bc. In: P. Anderson-Gerfaud. L'exploitation des plantes en prehistoire: documents et techniques.

טבלה 1

התפתחות המושג "המהפכה החקלאית"

(Petrie, 1912)	המהפכות של הציביליזציה
(Childe, 1935)	המעבר ליצור מזון = המהפכה הכלכלית
(Childe, 1936)	המהפכה הניאוליתית
(Breasted, 1935)	התקופה של יצור המזון
(Braidwood, 1950)	המהפכה של יצור המזון
(Braidwood, 1960)	המהפכה החקלאית

ארכיאולוגיות מביאות למסקנה, שביתות של טופח תרבותי אירע ב-6000 לפסה"נ בקירוב, באחד האזורים של חצי האי הבלקני (עלין במאמר "טופח תרבותי כצמח מאכל רעיל" בחוברת זו). קטנית אחרת, שספק אם היא שייכת לקבוצה של חלוצי החקלאות היא חמצה תרבותית (*Cicer arietinum*). הממצאים הניאוליתיים נדירים מאוד, וניתכן שהם שייכים לאחר ממיני הבר או אולי הם שויכו בטעות לשכבה ניאוליתית. תחום התפוצה של מין הבר, הידוע כהורה של המין התרבותי, חמצה מרושתת (*Cicer reticulatum*), מצומצם לאזורים בודדים בדרום-מזרח אנטוליה (לדיז'ינסקי, 1985), וקשה להבין איך הוא התפשט ברחבי המזרח-הקרוב בתקופה כה מוקדמת.

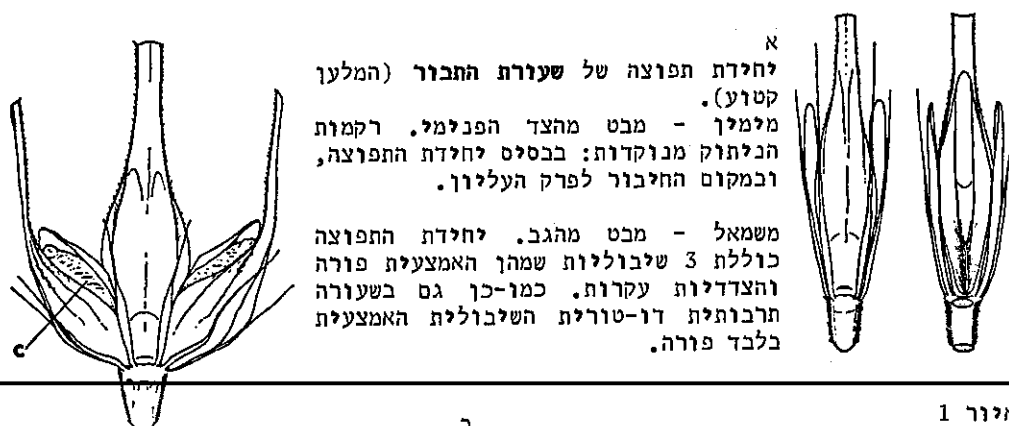
אכן, הוריהם של רוב תבואות התרבות גדלים בר בדרום אנטוליה, ואפשר להניח שראשית החקלאות נעוצה בחלקה שם. אולם, האנשים שחיו בתקופה הטרום חקלאית כציידים-מלקטים, והיה להם בתחום מחייתם כל הדרוש לכלכלתם, לא נאלצו לשנות את אורח חייתם לפתע ולהתחיל לגדל דגנים וקטניות. הנחה מתקבלת יותר על הדעת היא, שהביתות אירע באזור שבו הכירו האנשים היטב את תועלתם של הצמחים ואת הדרך הנאותה להיזון מהם, אלא שהצמחים לא גדלו שם בכמויות מספיקות והיה צורך בריבויים המלאכותי. אזור כזה עשוי להימצא בשולי אזור הגידול הטבעי של הורי הבר, בבית-גידול שאמנם לא היו נפוצים בו, אבל נקל היה לגדלם שם.

הבעיה הקשה ביותר, הכרוכה בתיעוד ובתיארוך ביתות של הצמחים, היא שאין אנו יודעים להבחין בין צמח התרבות לבין הורה הבר שלו. בקטניות, התכונה המאפיינת היטב את צורת התרבות היא אי הפתיחה הספונטנית של התרמיל בעת ההבשלה ובעקבות זאת אי פיזור הזרעים. אולם, לאור ניסיון העבר, קשה להאמין שנמצא אי-פעם עדות כגון זאת בחפירות ארכיאולוגיות, לפחות לא באמצעות הטכניקות הקיימות כיום. לרוע המזל, אי אפשר עדיין להבחין גם בין השרידים הניאוליתיים של החיטים הפרימיטיביים חטיטה

חד-גרגרת (*Triticum monococcum*) וכוסמת (*T. dicoccon*) ולקבוע אם הם שייכים למין התרבות או להורה הבר שלהן. כלומר, אין בידינו תכונה מורפולוגית שבעזרתה ניתן להבחין בין חטיט בר לחטיטה תרבותית בשרידים ארכיאולוגיים מן התקופה הניאוליתית הקדם-קראמית. הסיבה לכך היא, שהשיבולת של צמחי הבר מתפרקת מעצמה לשיבוליות רבות בצורה זהה להתפרקות השיבולים לשיבוליות כפי שהוא חל אצל חטים מבויתות פרימיטיביות באמצעות הדיש.

רק בשעורה, כמדומה, אפשר להבחין בין מין הבר למין התרבותי על-פי השרידים הבוטניים-ארכיאולוגיים, אם כי גם זה לא בקלות, לפיכך נחשבת כיום שעורה כצמח המפתח לבדיקת ראשית חקלאות הדגנים. כדי להבחין בין **שעורת התרבות** (*Hordeum sativum*) להורה הבר שלה (**שעורת התבור** - *H. spontaneum*), ניסו להשתמש כאן בתכונות מליצגות אחדות, כדלהלן.

1. ממצאי מפרקים משדרת השיבולת של **שעורה שש-טורית** כידוע, **שעורת התרבות** הוא שם כולל לכל מיני התרבות של השעורה, שהעיקריים שבהם הם **שעורה דו-טורית** (*H. distichon*) ו**שעורה שש-טורית** (*H. vulgare*). **שעורה שש-טורית** היא מין מפותח יותר, שנוצר מבת סוגה הדו-טורית, ובוודאי הופיע בזמן מאוחר יותר (de Candolle 1886; Zohary and Hopf, 1988). במין הדו-טורי מורכבת השיבולת משני טורי אורך של גרגירים ישרים, הערוכים זה מול זה. לעומת זאת, במין השש-טורי, נלווים לכל אחד מהגרגירים, בשני צדיו, שני גרגירים נוספים קטנים יותר. באופן זה נוצרים שישה טורים לאורך השיבולת. הגרגיר הצדדי נבדל בצורתו מהגרגיר האמצעי. קיים אצלו פיתול קל בחלקו התחתון, בגלל מיקום החיבור של בסוס הגרגיר לציר השיבולת בצד הגרגיר האמצעי והיעדר האפשרות לגדול ישר. פיתול זה של הגרגירים ניכר גם בשרידים בוטניים-ארכיאולוגיים. הדעה המקובלת היא, שלא קיים טיפוס שש-טורי בשעורת הבר. בגלל קיומם של שלושה גרגירים, הנישאים על מפרק אחד, מיוחדת צורת המפרקים של **שעורה שש-טורית** בעיקר בגלומות של הגרגירים הצדדים, המפושקות בבסיסן (איור 1). עד כה נמצא רק מפרק בודד של **שעורה שש-טורית** ברמאד שבסוריה, משכבה המתוארכת לסוף האלף השביעי לפסה"נ (טבלה 2; Zeist and Bakker-Heeres, 1985) (כל התאריכים המובאים כאן מבוססים על מדידות של פחמן רדיואקטיבי).



א
יחידת תפוצה של **שעורת התבור** (המלען קטוע).
מלמין - מבט מהצד הפנימי. רקמות הניתוק מנוקדות: בבסיס יחידת התפוצה, ובמקום החיבור לפרק העליון.

משמאל - מבט מהגב. יחידת התפוצה כוללת 3 שיבולות שמהן האמצעית פורה והצדדיות עקרות. כמו-כן גם בשעורה תרבותית דו-טורית השיבולית האמצעית בלבד פורה.

ב
שלוש שיבולות של **שעורה שש-טורית** במבט מהגב.
בכל 3 השיבולות יש גרגר פורה. בזנים החשופים הגרגר נראה לעתים בעת ההבשלה מבין למוצים.

איור 1
(מתוך: Renfrew 1973)

טבלה 2. ממצאים של דגנגי בר ודגנגי תרבות מהמזרח הקרוב, המאות/אלפים ל-6000-9000 לפנה"ס

מס'	האתר	האריץ	האריץ לפסח"י	מס', דוג	חלטה חד-גרדית	כוסמת	חלטה קטנה-גרד	שעורה	מפרקים
1.	אבר הורדית (נטופ)	סוריה	8500-9000	11	-	++	-	+	-
2.	סוריה	7600-8000	20	1900	-	-	-	48	-
3.	חלב הגרוד	ישראל	7750	50	-	+	-	++	+++
4.	אסדא (I)	סוריה	7300-7800	9	-	25	-	32	23
5.	רמת (PFMA)	ישראל	7200-7600	4	-	6	-	35	2
6.	א'א'ג'ג' (3-1)	סוריה	7000-7500	36	23	98	-	2	-
7.	אלי קוש (בוט מורדה)	אירן	6750-7500	21	1	1400	-	170	-
8.	אג'ג' דארה	אירן	6600-7500	70	-	-	-	180	2
9.	רמת (PFMB)	ישראל	6500-7200	14	2200	3100	-	1300	5
10.	רמת (VI)	ישראל	6750	1	-	++	-	++++	++++
11.	חלב'ל'ל' (קדם קראמל)	סוריה	6750	1	+	42	-	+	2
12.	רמת	עירק	6750	-	+	+	-	++	+
13.	אסדא (II)	סוריה	6600-6900	21	17	1000	150	400	310
14.	חלב חזמר	ישראל	6300-6900	4	-	13	-	1	-
15.	ע'ע'ל'ע'ל'	ישראל	6200-6900	-	-	+	-	+	+
16.	ע'ע'ל'ע'ל'	סוריה	6200-6800	35	16	120	59	19	11
17.	א'א'ר חסאן III	סוריה	אמצע האלף	4	10	20	100	48	+
18.	אלי קוש (אלי קוש)	אירן	6000-6750	13	2	135	450	41	-
19.	אבר הורדית (ניאולית)	סוריה	6000-6500	54	++	+++	-	+++	-
20.	אלי קום (A)	סוריה	6100-6500	2	-	14	16	5	-
21.	חלב'ל'	סוריה	6000-6200	47	200	1700	37,000	850	580

הערות ומקורות לטבלה 2 בעמוד הבא.

הערות לטבלה 2

1. הסוגריים ליד שם האתר מציינים תקופה או שכבה.
2. התאריכים מעוגלים לעתים. כולם מתוארכים על-פי פחמן 14.
3. המספרים בעמודות של חיסה חד-גררית מייצגים גם חיסת בר חד-גררית.
4. המספרים בעמודות של כוסמת מייצגים את חיסת הבר.
5. המספרים בעמודות של חיסה קטנת-גררית מייצגים גם חיסה קשה או חיסה רכה.
6. המספרים בעמודות של שעורה מייצגים גם את שעורת התבור.
7. חצי גרר או שבר שלו נחשב כגרר שלם.
8. שתי גלומות נחשבות כמזלג אחד.
9. כאשר זיהוי השרידים היה כללי מדי, כגון "כוסמת או חיסה חד-גררית", סכום הגררים (או המזלגות וכו') חולק שווה בשווה בין שתי העמודות, אם לא רשם מחבר המאמר הערה בדבר העדפת אחד המינים. אם רק המזלגות לא זוהו עד לרמה של מין, הרי שהם חולקו על-פי היחס בין הגררים.
10. כאשר הממצא כלל גררים ומזלגות לא נדושים, הוא נרשם כאילו הם נמצאו בנפרד.
11. המספרים עוגלו במידת מה לשם הקלת הקריאה.
12. מספר סימני הפלוס מבטא את השפע היחסי או את סדר הגודל.

מקורות לטבלה 2

1. Hillman, 1975. 2. Zeist, 1970. 3. Kislev et al., 1986; Kislev unpublished. 4. Zeist and Bakker-Heeres, 1985. 5. Hopf, 1983. 6. Zeist, 1972. 7. Helbaek, 1969. 8. Zeist et al., 1986. 9. Hopf, 1983. 10. Helbaek, 1966. 11. Helbaek, 1970. 12. Helbaek, 1953. 13. Zeist and 1985 14. Kislev, 1988a. 15. McCreery, 1985. 16. Helbaek, 1969. Bakker-Heeres, 19. Hillman, 1975. 20. Zeist, 1986. 21. Zeist and Bakker-Heeres, 1985.

2. ממצאי גרררים מפותלים של שעורה שש-טורית, ו-3. ממצאים של גרררים חשופים אצל כמה זני תרבות של שעורה, אין המוצים דבוקים לגרר, ולכן בעת הדיש הם מוסרים בנקל והגרר נשאר חשוף. תופעה זו איננה ידועה אצל שעורת התבור, אבל היא מופיעה לעתים אצל שעורת התרבות. כרגיל, נדבקים המוצים לגרר בעת התפתחותו ונשארים כך גם אחרי הדיש. ההנחה המקובלת היא, שתכונה זו של אי הידבקות המוצים לגרר הופיעה רק אחרי ביות השעורה. העדות הבוטנית-ארכיאולוגית הקדומה ביותר היא כ-80 גרררים חשופים (מתוך 1300) מהאתרים אסואד, ע'ורייפה ורמאד באגן דמשק, המתוארכים לאלף השביעי לפסה"נ (טבלה 2). חלק מהגרררים הללו מפותלים (Zeist and Bakker-Heeres, 1985).

4. גודלו וצורתו של הגרגיר

בתכונות אלה נעזרו בעבר אולם היום אין הן נחשבות עוד לעילות בהבחנה בין מין הבר לבין המין התרבותי. אפשר אמנם להבחין בין גרגירים מודרניים של **שעורת התבור** לבין אלה של **שעורת התרבות**, כיוון שגרגירי שעורת הבר צרים יותר. אולם, כתנאי אקלים או תנאי קרקע טובים, יכולה **שעורת התבור** ליצר גרגירים מלאים בעלי גודל ניכר. לגבי גרגירים מפוחמים הבחנה זו פחות ברורה, בגלל התנפחות ושינוי צורה שעוברים הגרגירים בעת השריפה (Zeist et al., 1986).

כידוע, רוב הממצאים הבוטניים-ארכיאולוגיים במזרח-הקדום הם מפוחמים, בגלל השריפות שאירעו באתר. כאשר השריפות קורות בחוץ, בנוכחות כמות מספקת של חמצן, נשרפים הגרגירים כליל והופכים לפחמן דו-חמצני. אבל בהיעדר חמצן, כגון במרתף או באסס סגור, נותר לפחות חלק מהגרגירים מפוחם. גרגירים, שלא עברו כלל שריפה, נרקבים, אלא אם כן נשמרו במשך כל השנים הללו ביובש, כמו באקלים מדברי או במערה בטולת לחות. בגלל חום השריפה, הגיעו המים בגרגיר לנקודת הרתיחה וגרמו לבישול ולריכוך תוכנו, ללחץ גדול על דפנותיו ולשחרור איטי של האדים, כמו בסיר לחץ, ונפח הגרגיר גדל. בשלב זה משתנה צורת הגרגיר ומתעגלת, שכן צורת הכדור היא הצורה בעלת הנפח הגדול ביותר כאשר שטח הדפנות נשאר שווה. ככל שהגרגיר רך יותר בשלב שלפני ההתפחמות והדפנות עדיין שומרים על לחץ האדים, כך הוא יהיה יותר כדורי. אם לחץ האדים גובר, מתבקע הדופן וגורם לשחרור פתאומי של האדים. לעתים גורפים עמם האדים גם את המסה הנוזלית, ואז חלק מהתוכן נשפך החוצה ונדבק לגרגיר עצמו או לגרגירים אחרים. בהמשך השריפה משתחררים גם המים מן המולקולות של החומרים האורגניים ומשתייר הפחם, באופן דומה לתהליך השחמת הסוכר. גרגירים שעברו את התהליך המהיר הזה של שריפה, איבדו, פרט לעיוות של צורתם הראשונית, גם חלק ניכר מהשעירות והדגמים שעל שטח הפנים שלהם.

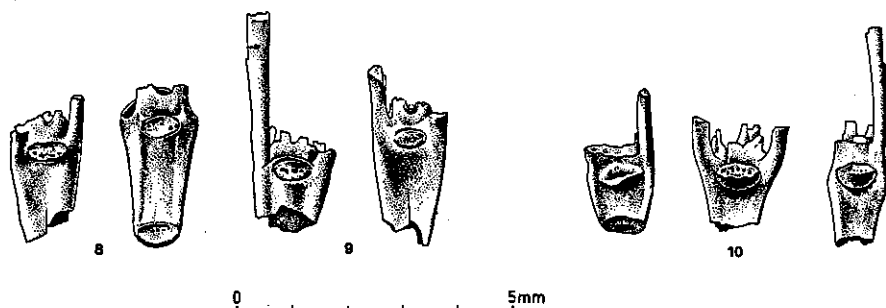
כאשר מוצאים גרגירים כאלה בחפירות ארכיאולוגיות, קשה לשחזר את עוצמת השריפה שהתרחשה, משום שבכל פינה באתר שררו תנאים שונים, התלויים, בין היתר, בכמות החומר האורגני ובתנאי האוורור. נוסף לכך, כאשר רואים גרגירים עגלגלים, קשה לדעת בביטחון אם הם פרי תנאי גידול טובים ושמרו על צורתם המקורית, או שהיו צרים ודקים במקורם, אלא שתנאי השריפה ניפחו אותם. זוהי הסיבה שקשה להבחין בין גרגירי **שעורת התבור** שהתנפחו לבין גרגירים של **שעורה תרבותית**, הנבדלים אלה מאלה בעיקר בעוביים.

5. התפרקות ציר השיכולת של **שעורת התבור** לעומת שבירתה אצל **שעורת התרבות** הסימן

הטקסונומי הברור ביותר, המבדיל את **שעורת התבור** משעורת התרבות הוא תכונת השיכולת שלה להתפרק מעצמה לשיכוליות, וזאת בגלל רקמת הניתוק שבמפרקי ציר השיכולת (Bor and Guest, 1968). כל שאר התכונות הן משניות. כאשר מוצאים בחפירות ארכיאולוגיות מפרקים של ציר השיכולת, שהם בעלי צלקות המעידות על התפרקות ספונטנית, קל לשייך אותם לשעורת הבר. אולם, כאשר שרידי ציר השיכולת עשויים יותר

מפרק אחד ונקודות השבירה שלהם אינן ממוקמות במקום מסוים לאורך הפרק, הרי הם שיזכים למין התרבות שעבר את פעולת הדיש. דא עקא, קטעים של ציר השיבולת, שהם ארוכים מפרק יחיד, נדירים מאוד בממצאים של האלף השביעי או השמיני לפסה"נ.

6. טיפוסים שונים של צלקת ההתפרקות של ציר השיבולת
בשרידים מפוחמים מבחינים בשני טיפוסים של מפרקי ציר השיבולת. האחד כולל פרקים שמשיזכים אותם לשעורת התבור, שכאמור שיבולתה מתפרקת מעצמה לשיבוליות שיבוליות. אלה מראים צלקת התפרקות חלקה במפרק. צלקת חלקה אפשר לראות גם בבסיס הפרק העליון שנפרד מהמפרק, אלא שהוא פריך יותר, ולכן קשה להבחין בה. בטיפוס השני מחובר לאזור הצלקת קטע מהחלק הבסיסי של הפרק שמעליו (איור 2). טיפוס זה זוהה כשייך



איור 2. פרקים מפוחמים בודדים של ציר השיבולת של שעורה מרמאד. מימין: טיפוס דומה לשעורה דו-טורית, משמאל: שעורת התבור.

לשעורה דו-טורית, והוא מופיע תמיד יחד עם הטיפוס של שעורת התבור, אולם באחוזים בודדים (Zeist and Bakker-Heeres, 1985; Kislev et al., 1986). לאחרונה התברר מהסתכלויות על אוכלוסיות של שעורת התבור בירושלים, שאחרי פירוק מכוון של שיבולים בשלות, כ-10% מהמפרקים הכילו קטע מן החלק הבסיסי של הפרק העליון. לעתים נשאר בחלקה התחתון של השיבולת קטע בלתי מפורק באורך של פרקים אחדים, כי במקום השיבולית כולה עם הפרק שלה, רק הגרגיר עצמו ניתק מציר השיבולת. ככל שהשיבולת פחות בשלה, כך עולה אחוז המקרים שאינם טיפוסיים לשעורת התבור (Kislev, 1988b). תוצאות אלה מעידות על כך, שהאחוז הקטן של הפרקים שזוהו כשעורה דו-טורית בנתיב הגדוד ובאתרים ניאוליתיים קדומים אחרים, שיזכים למעשה גם הם לשעורת התבור.

7. המבנה האנטומי של אזור הניתוק בציר השיבולת
בציר השיבולת של שעורת התבור, קצרים תאי הרקמה של אזור הניתוק מאלה הסמוכים להם (פרנק, תשכ"ה). בדומה, הראה קטע של ציר השיבולת שנמצא בחפירות בנתיב הגדוד, אשר שובר במיוחד לאורכו לצורך הסתכלות במיקרוסקופ אלקטרוני סורק, מבנה אנטומי דומה לזה של שעורת התבור (Kislev, 1988b). המידע שהובא כאן מעיד כי לגבי

מרבית שרידי התבואות, אין באפשרותנו לקבוע אם חל בהם כבר מעבר לביות. מסקנה זו נכונה הן לגבי מיני החיטה הפרימיטיביים והן לגבי הקטניות. מלבד שעורת התרבות, רק חיטה קטנת-גרגיר (*Triticum parvieocum*) ניתן להבדיל מהורי הבר. חיטה זו היא בעלת גרגיר חשוף - תכונה שהתגלתה רק בשלב השני של הביות. טבלה 2 מראה, שרק מהאלף השביעי לפסה"נ יש עדות לביות, ולא כמו שחשבו קודם - כאלף שנה מוקדם יותר. העדות כוללת (1) שרידי חיטה קטנת-גרגיר מאסואד II, ע'ורייפה ורמאד מסוריה וכן צ'אן הסאן מדרום אנטוליה (Hillman, 1972; Zeist and Bakker-Heeres, 1985). (2) ברמאד וכנראה גם באסואד II נמצא מספר ניכר של פרקים בודדים של שעורה, שאליהם דבוק החלק הבסיסי של הפרק העליון (Zeist and Bakker-Heeres, 1985). אלה יכולים להיחשב כשרידים של שעורה תרבותית, אם כי קשה להסביר מדוע הקטעים הללו כוללים רק פרק אחד של ציר השיבולת.

להוציא התכונות שהובאו לעיל, אין כנראה סימנים אחרים שאפשר לסמוך עליהם ואשר על-פיהם ניתן לגלות תבואות תרבות בניאולית הקדם-קראמי. לעתים יכולות כמויות גדולות מאוד של שרידי תבואה להיות רמז לביות, כגון מיליוני זרעי העדשה שנמצאו ביפתחאל, בגליל התחתון (Garfinkel et al., 1988). אולם, עשרות אלפי יחידות התפוצה של שעורת התבור שנמצאו בבירה, בדרום עבר-הירדן (Helbaek, 1966) הן דוגמה הפוכה. אחרי הכל, לחקלאי ולצייד-מלקט היתה דרושה כמות דומה של מזון לקיום. כאשר צמח מאכל כמו שעורת התבור נמצא בכמויות בלתי נדלות באזור, אין זה מפתיע לגלות כמויות גדולות ממנו גם באסמים של אתרים ארכיאולוגיים.

סימן נוסף, נוכחות של עשבים רעים, שעברו גם הם שינויים מורפולוגיים בעקבות ביות התבואות, כגון זון משכר (כסלו, תשמ"ג), יכולים לשמש עדות לביות התבואה העיקרית, אולם, עד עתה לא התגלו צמחים כאלה באתרים הניאוליתיים הקדומים.

טבלה 2 מראה, שמספר האתרים אשר שרידיהם הבוטניים-ארכיאולוגיים נבדקו, קטן מדי מכדי להסיק מסקנות מהימנות בדבר עיתוי ואיכון ראשית החקלאות. בטבלה נמנים כ-20 אתרים שתאריכיהם משתרעים על פני 2000 שנה. בממוצע, יש פחות מ-10 אתרים לאלף שנה, בכל המזרח-הקרוב, שדגניהם נבדקו. מכאן, שרבים הסיכויים שבעתיד ישתנו המסקנות במעט או בהרבה בעקבות תגליות חדשות. מכל מקום, נתוני הטבלה מראים בבירור, שחיטה קטנת-גרגיר מתחילה להופיע ב-6600-6900 לפסה"נ. חיטה זו היא חיטה חשופה, כנראה טטראפלואידית, שהיתה נפוצה בזמנים קדומים במזרח-הקרוב ובאזור הים התיכון (Kislev, 1980). יש המכנים חיטה זו "חיטה קשה או חיטה רכה" (T. durum/aestivum או חיטה אנגלית (T. turgidum s.l.) (Zeist and Bakker-Heeres, 1985; Zohary and Hopf, 1988). בנוסף יש כנראה עדות טובה, שגם שעורה מבוימת

מתחילה להופיע באותו מקום ובאותו זמן (Zeist and Bakker Heeres, 1985). לכאורה, יש בידינו עדות טובה לתאריך תחילת החקלאות. אולם, יש לזכור שחיטה קטנת-גרגיר איננה נחשבת תוצר ישיר של חיטת הבר. קדמה לה הכוסמת, שממנה נוצרה כנראה במישרין חיטה קטנת-גרגיר. אי לכך יש לשאול, מתי אירע השלב הראשון של ביות החיטה, אף שאיננו יכולים לזהותו. האם המוטציה שהפכה את חיטת הבר לכוסמת ואומצה

על-ידי האדם נתרשה 100 שנים לפני 6900-6600 לפסה"נ? האם 1000 שנה לפני-כן? לצערנו אין בידינו כרגע תשובה לכך.

כאשר דרך מחשבתנו בדבר ראשית החקלאות משתחררת מדעות קדומות אודות מהפכות חקלאיות, קל יותר לנתח את המידע ולאתר את הנקודות הטעונות ליבון בעתיד. על-פי הנתונים שהובאו בטבלה, נראה בעליל שבאלף השמיני לפסה"נ היתה השעורה שעורת בר. כאשר מבליטים בחשבון את היעדר העדויות בדבר ביות החיטה ואת המסות הגדולות של שעורת התבור, חיטת-בר חד-גרגירית (*T. boeoticum*) ובמקומות מסוימים גם חיטת הבר, שגדלו מעצמם ברחבי המזרח-הקרוי, המסקנה הבלתי נמנעת היא, שבאלף השמיני לפסה"נ לא היה עדיין ביות של דגנים. מיקום היישובים באותם ימים - מרחק של פחות מיום הליכה מאזור התפוצה של דגני הבר - וכן האוכלוסיות הדלילות, שלא דילדלו את מקורות המזון הללו בצורה משמעותית, אך מחזקות הנחה זו. אמנם, בתל אסואד, בשכבה I, הקדומה ביותר, נמצאו מאות גרגירים של חיטה, שכאמור איננו יכולים להגדיר אותה כחיטת הבר או חיטה תרבותית (כוסמת) במרחק של 50 ו-70 ק"מ מקווי הגשם של 300 ו-600 מ"מ בהתאמה (Zeist and Bakker-Heeres, 1985). לכאורה, ניתן להסיק מממצא זה, שלפנינו חיטה תרבותית אשר גודלה בנאת מדבר, מפני שהאתר נמצא מחוץ לאזור התפוצה של חיטת הבר. אולם, אפילו אם נתעלם מן האפשרות של שינויי אקלים, הרי הטיוען ששידדי החיטה שייכים לחיטה תרבותית מתבסס על ההנחה, שהתושבים היו עובדי אדמה. אם נאמץ כעת את ההנחה, שהחברה היתה חברת ציידים-מלקטים, הרי אותם ממצאים מהווים עדות טובה על לקט של דגני בר.

אם ברצוננו לברר בצורה מדויקת ומוסמכת יותר את ראשית חקלאות הדגנים, יש צורך לחכנן במזרח-הקרוי חפירות באתרים ובשכבות המתוארכים לסביבות 7000-6500 לפסה"נ. נתונים מתאריכים יותר מאוחרים לא יכולים לעזור לנו בכך, מפני שב-6000 לפסה"נ בקירוב כבר היתה חקלאות זו מוכרת ברחבי אירופה ובאסיה התיכונה מחוץ לאזור התפוצה של דגני הבר. לעומת זאת, אם יצטברו נתונים חדשים, יהיה אפשר בהחלט להניח, שראשית חקלאות הדגנים החלה בתאריך מוקדם יותר. בנוסף לכך, ממצאים של חיטה או שעורה הרחק מעבר לאזור התפוצה שלהם, יכולים לתרום מידע על ראשית התפוצה של חקלאות הדגנים. האתר הניאוליתי Mehrgarh בפקיסטן הוא דוגמה טובה לכך (Costantini, 1984).

על-פי האמור לעיל, אפשר לתאר את ראשית החקלאות במזרח-הקרוי כדלהלן. באלף השמיני לפסה"נ לא בוייתו עדיין דגנים. בתקופה זו, ואולי אף קודם לכן, גודלו מינים אחדים של קטניות רגילות שדה וקנה-מידה קטן, וכן תאנים כעץ פרי ואולי גם פשתה לצורכי לבוש (Kislev, 1987; Kislev and Bar-Yosef, 1988). שרידי הדגם הזה של גידולים מיוחדים במפוזר ובקנה-מידה מצומצם, נותרו עדיין במקומות נידחים במזרח-הקרוי, בהם איכרים בודדים או אוכלוסיה באזור מבודד עדיין מגדלים קטניות מיוחדות למאכל, כגון בקיה צרפתית (*Vicia narbonensis*) או טופה גדול (*Lathyrus ochrus*). באלף השמיני לפסה"נ היה יכול אדם לגדל למעשה כל קטנית בעלת זרע גדול יחסית.

הממצאים של פול ועדשים בכמויות גדולות מפתחאל מ-6800 לפסה"נ, מהווים דוגמה לכך, אם כי הם שייכים לתקופה יותר מאוחרת (Kislev, 1985). דוגמה נוספת היא הממצאים של אפון, כרשינה וקטניות בר אחרות, בלתי מזוהות, משכבה I ב' בצ'אינו אשר במזרח אנטוליה מ-7500-7200 לפסה"נ (Zeist, 1972). בין התבואות, שניתכן כי גידלו אותן אז, באות בחשבון גם קטניות הבר, אבות קטניות התרבות, כגון ערשה מזרחית (*Lens orientalis*), אפון נמוך (*Pisum humile*), צורת הבר של כרשינה, ובקיה תרבותית (*Vicia sativa*). תבואות בר אלה וכן מינים אחרים, גודלו כנראה בקרבת מקום ליישובים, בבתי-גידול מתאימים. קטניות אלה יכלו לשמש תחליף לחלבונים מן החי כאשר מסיבות שונות היו קשים בציד בעלי-חיים. באמצעות ברירה בלתי מודעת של טיפוסים קטניות שתרמיליהן אינם מתפרקים בקלות, הפכו קטניות הבר לקטניות תרבות, שאינן מפזרות את זרעיהן ברגע ההבשלה. אם קטנית מסוימת לא שימשה כמרכיב מזון עיקרי לאורך זמן, הרי שמיני הרעלנים המצויים בה לא הספיקו להצטבר בגוף לרמה המזיקה לאדם (עילון "טופח תרבותי כצמח מאכל רעיל", בחוברת זו). דגם כזה של חקלאות בקנה-מידה קטן, היה יכול להימשך מאות שנים, עד שהחלו לפתח חקלאות דגנים בקנה-מידה גדול - לא בהכרח באותם ליישובים. כאשר נפגשו שני טיפוסים החקלאות ונתחוללה השפעה הדדית, התאפשר הצירוף של חקלאות דגנים, קטניות ואולי גם פשתה, ונוצר המסלול הידוע של החקלאות הניאוליתית, כל זאת בערך ב-7000-6500 לפסה"נ, כאלף שנה מאוחר יותר ממה שחשבו עד עתה. דיון במפגש הזה על מרכיביו הוא פרק בפני עצמו שעדיין לא נכתב.

רשימת הספרות

כסלו, מ. תשמ"ג. על הזון המשכר בחפירות ארכיאולוגיות. רחם 7: 24-38.
 לדיז'ינסקי, ג. 1985. תרבות קטניות במזרח התיכון. מדע, כ"ט(3): 115-119; 128.
 פרנק, ר. תשכ"ה. יחידת התפוצה ושכירת ציר השליבולת בסוגים: בן-חיטה, חיטה ושעורה. טבע וארץ, ז': 2-5.

Bor, N.L. and Guest, E. 1968. Flora of Iraq, Vol. 9, Gramineae.

Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Baghdad.

Braidwood, R.J. 1950. Jarmo: a village of early farmers in Iraq. Antiquity 24:189-195.

Braidwood, R.J. 1960. The agricultural revolution. Sci. Amer. 203 (3):

131-148.

Breasted, J.H. 1935. Ancient Times: a History of the early world. Ginn and Co. Boston etc.

Candolle, A. de 1886. Origin of Cultivated Plants (English translation of the 2nd edition. 1967) Hafner, New York and London.

Childe, V.G. 1936. Man Makes Himself. Watts, London.

- Childe, V.G. 1942. What Happened in History. Max Parrish, London.
- Costantini, L. 1984. The beginning of agriculture in the Kachi plain: the evidence of Mehrgarh. In: B. Allchin (ed) South Asian Archaeology 1981. Proceedings of the 6th International Conference of the Association of South Asian Archaeologists in Western Europe. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 29-33.
- Garfinkel, Y., Kislev, M.E. and Zohary, D. 1988. Lentil in the prepottery Neolithic B Yiftah'el: additional evidence of its early domestication. *Isr. J. Bot.* 37: 49-51.
- Helbaek, H. 1953. Archaeology and agricultural botany. *Ann Repts. Inst. Archaeol. Univ. London* 9:44-59.
- Helbaek, H. 1966. Pre-pottery Neolithic farming at Beidha. *Palestine Exploration Quarterly* 98: 61-66.
- Helbaek, H. 1969. Plant collecting, dry farming, and irrigation agriculture in prehistoric Deh Luran. In: F. Hole, K.V. Flannery and J.A. Neely (eds) *Prehistory and Human Ecology of the Deh Luran plain*. University of Michigan press, Ann Arbor, p. 383-426.
- Helbaek, H. 1970. The plant husbandry of Hacilar. In: J. Mellaart (ed) *Excavations at Hacilar, Vol. 1*. University Press, Edinburgh, pp. 189-244.
- Hillman, G.C. 1972. Plant remains. In: D.H. French et al. *Excavations at Can Hasan III 1969-1970*. In: E.S. Higgs, (ed) *Papers in Economic Prehistory*. University Press, Cambridge, pp. 181-190.
- Hillman, G.C. 1975. The plant remains from Tell Abu Hureyra: a preliminary report. *Proc. Prehis. Soc.* 41:70-73.
- Hopf, M. 1983. Jericho plant remains. In K.M. Kenyon and T.A. Holland (eds) *Excavations at Jericho, Vol. 5*. British School of Archaeology in Jerusalem, London, pp. 576-621.
- Kislev, M.E. 1980. *Triticum parvicoccum* sp. nov., the oldest naked J. wheat. *Isr. Bot.* 28: 95-107.
- Kislev, M.E. 1985. Early Neolithic horsebean from Yiftah'el. *Science* 228: 319-320.
- Kislev, M.E. 1987. Could humans have selected better fruit trees before domestication of cereals? XIV International Botanical Congress, Berlin (Abstracts). p. 289.
- Kislev, M.E. 1988a. Nahal Hemar cave, desiccated plant remains: an interim report. *Atiqot* 18: 76-81.

- Kislev, M.E. 1988b Pre-domesticated cereals in the pre-pottery Neolithic A period. In: I. HersHKovitz (ed) Man and Culture in Change. British Archaeological Reports, International series, Oxford.
- Kislev, M.E. and Bar-Yosef, O. 1988. The legumes: the earliest domesticated plants in the Near East? *Current Anthropology* 29: 175-179.
- Kislev, M.E., Bar-Yosef, O. and Gopher, A. 1986. Early Neolithic domesticated and wild barley from the Netiv Hagdud region in the Jordan Valley. *Isr. J. Bot.* 35: 197-201.
- McCreery, D. 1985. The plant remains. In: G.O. Rollefson et al., Ain Ghazal. *Mitt. deutsch. orient. Ges.* 117: 96-104.
- Petrie, W.M.F. 1911. *The Revolutions of Civilization*. Harper and Brothers, London and New York.
- Renfrew, J.M. 1973. *Palaeoethnobotany: the Prehistoric food plants of the Near East and Europe*. Columbia University press, New York.
- Zeist, W. van 1970. The Oriental Institute excavations at Mureybit Syria: preliminary report on the 1965 campaign. Part III: the paleobotany. *Journal of Near Eastern Studies* 29: 167-176.
- Zeist, W. van 1972. Palaeobotanical results of the 1970 season at Cayonu, Turkey. *Helinium* 12: 3-19.
- Zeist, W. van 1986. Plant remains from Neolithic El kowm, central Syria. In: R.H. Dornemann (ed) *A Neolithic Village at Tell El kowm in the Syrian Desert*. The Oriental Institute of the University, Chicago, Illinois, pp. 65-68.
- Zeist, W. van and Bakker-Heeres, J.A.H. 1985. Archaeobotanical studies in the Levant I. Neolithic sites in the Damascus basin: Aswad, Ghoraife, Ramad. *Palaeohistoria* 24: 165-256.
- Zeist, W. van, Smith, P.E.L., Palfenier-vegter, R.M., Suwijn, M. and Casparie W.A. 1986. An Archaeobotanical study of Ganj Dareh Tepe, Iran. *Palaeohistoria* 26: 201-224.
- Zohary, D. and Hopf, M. 1988. *Domestication of Plants in the Old World*. Clarendon Press, Oxford.

represented by wild forms in Israel. *Cyclamen persicum* has a world-wide distribution today but only thrives in man-made habitats and depends on man for its reproduction. *Antirrhinum majus* ssp. *tortuosum* has also widened its range through man but reproduces independently so that man is used as its vehicle. The breeding history of *Cyclamen persicum* is outlined to illustrate the vastly increased range of variation which this species has accumulated under domestication.

The legumes: the earliest domesticated plants in the Near East?

Mordechai Kislev and Ofer Bar-Yosef

Summarizing the knowledge about Upper Paleolithic and Epi-Paleolithic diets in the Near East reveals that preagricultural people may have been more involved in gathering than hunting. Exploitation possibilities of the main local annual plant groups - cereals and pulses - was evaluated. It is suggested that inspite of the presence of toxins in most pulses, they were more suitable for cultivation by early man than cereals because of earlier ripening, easier gathering and processing, higher protein content and quality. The nature of early archaeobotanical evidence, which can demonstrate domestication in cereals but not in pulses, does not rule out the possibility that the latter were domesticated first.

Agriculture in the Near East in the 8th millennium B.C.

Mordechai E. Kislev

Reconsideration of the value of the features that distinguish wild from domesticated cereals reveals that they had not been properly used for barley and yet there are none for emmer and einkorn wheats. It is suggested that the beginning of cereal agriculture began in the Near East around 6900-6600 BC. It is supposed that small scale trials of sowing pulses, or fig trees or other plants by hunter-gatherers preceded cereal agriculture. Therefore, it is doubtful if the term agricultural revolution fits anymore the process of the slow development of agriculture in the Near East. The beginning of evolution of agriculture may better describe the situation in the 8th millennium BC.

individuals per site. The wild species *L. orientalis* is the wild ancestor of the cultivated lentil, but the Israeli material of this species was not involved in the domestication process as it differs from the cultivated lentil by one chromosomal rearrangement. Accessions of *L. orientalis* that are cytologically similar to the cultivated lentil were identified in Turkey, Iran and Uzbekistan. The recently described species *L. odemensis* is also cross-compatible with the cultivated lentil but the hybrids are only partially fertile. On the other hand *L. ervoides* can be hybridized with the cultivated lentil only by the aid of embryo culture. Lentil domestication was conditioned, most probably, by selection of seed dormancy free type from the wild material. Selection of such type apparently took place already in preagriculture stages as a result of the gathering practice, suggesting that lentil domestication started even before man had practiced cultivation. Selection of pod indehiscent type was not a significant step in lentil domestication because of the harvest practice of this legume. In fact various degrees of pod shattering is typical of many endemic varieties and land-races.

Lathyrus sativus — an edible, toxic pulse

Mordechai E. Kislev

The botany, ethnobotany and archaeobotany of *Lathyrus sativus* is described. Chickling vetch (grass pea in American) is a tasty pulse which has high yields even in droughts. Unfortunately, it has toxic seeds causing paralysis in the legs when consumed as a staple food. Even today it is a common crop in Ethiopia, India and Pakistan, where experiments for reducing the amount of the toxin are being conducted. Archaeobotanical data suggests that it was apparently domesticated in the Balkan peninsula around 6,000 B.C.

Changes accompanying the domestication of *Cyclamen* and *Antirrhinum*

Ora Horowitz and Michael Avishai

Many ornamental plants have been brought into cultivation because of their exotic element, and their domestication was therefore initiated outside the native distribution area. This leads to an expansion of the distribution range, and we bring two examples of such expansions in plants that are

Summaries

Emergence of Wheat Agriculture

Mordechai E. Kislev

Accumulation of data from botany, archaeology and genetics yields an improved picture of the beginnings and early spread of wheat agriculture, as well as of the evolution of the species involved.

The "Agricultural Revolution" is subdivided into three stages: the Agrotechnical Revolution, the Domestication Revolution and the Expansion of Agriculture. Hulled wheats were the mainstay of plant husbandry in Neolithic Europe, a continent which was then somewhat warmer than it is today. The intensive spread of cereal agriculture was an important factor that changed the aboriginal woody landscape of Europe to today's summer-yellow fields. A new phylogenetic scheme traces the history of domesticated wheats, suggesting the time and locality of each evolutionary step and reveals that development of these domesticated plants was rapid.

Lentils in Israel

Gideon Ladizinsky

Lentil is a traditional crop of the Middle East but the acreage of this legume in Israel has been declined drastically in the last 3 decades because of economical considerations. Three wild species of lentil are native to Israel: *Lens orientalis*, *L. odemensis*, and *L. ervoides*. They are confined to stony habitats and form small populations with relatively small number of



ROTEM

Botanical Information Center

ROTEM is the Hebrew word for the broom *Retama roetam*, It is also an acronym for "reshet tatzpiot u meida" - "network of (botanical) observations and information".

ROTEM, a joint project of the Society for the Protection of Nature in Israel and the Hebrew University Department of Botany, is based at the Har Gillo Field Study Center, south of Jerusalem.

Nature lovers, students and field instructors from all over Israel send in observations and sample specimens of all types of plants. These data are computerized at the Hebrew University Botany Department, the print-outs being sent regularly to SPNI Field Study Centers and to individual observers registered with ROTEM.

Monthly field study days, in different parts of Israel, are devoted to the study of the typical flora of each region as well as to rare and endangered species and habitats.

* ROTEM collects seeds of wild plants for a botanical garden and nursery to encourage the use of our native wild plants for landscaping purposes.

* ROTEM fosters the establishment of botanical monitoring plots at each Field Study Center.

* ROTEM actively seeks out wild plants in danger of extinction.

In all these activities ROTEM relies upon an expanding community of amateur and professional botanists, whose knowledge of Israeli flora is greatly advanced by the ROTEM field study days and by the feedback of information.

They have shown their aptitude for identifying and defining plants, collection seeds and for reporting rare plants in danger of extinction.

Interested persons should apply to ROTEM,
HAR GILLO F.S.C. DOAR NA ZEFON JEHUDA 90907.

Contents

	Page
Introduction	5
<i>Mordechai Kislev</i> / Emergence of wheat agriculture	7
<i>Gideon Ladizinsky</i> / Lentils in Israel	28
<i>Mordechai Kislev</i> / <i>Lathyrus sativus</i> — an edible, toxic pulse	36
<i>Ora Horowitz and Michael Avishai</i> / Changes accompanying the domestication of <i>Cyclamen</i> and <i>Antirrhinum</i>	49
<i>Mordechai Kislev and Ofer Bar-Yosef</i> / The legumes: the earliest domesticated plants in the Near East?	60
<i>Mordechai Kislev</i> / Agriculture in the Near East in the 8th millennium B.C.	70

Contributors

Dr. Michael Avishai — Director of the Botanical Garden, the Hebrew University, Jerusalem

Prof. Ofer Bar-Yosef — Institute of Archaeology, the Hebrew University, Jerusalem

Dr. Ora Horowitz — The Hebrew University, Jerusalem

Dr. Mordechai Kislev — Department of life sciences, Bar-Ilan University, Ramat-Gan

Prof. Gideon Ladizinsky — The faculty of Agriculture, the Hebrew University, Rehovot

"ROTEM" is published 4 times a year and is available at the bookshops of the Society for the Protection of Nature in Tel Aviv, Jerusalem, Haifa and Beer-sheba.

There is a possibility of an annual subscription.

Address: Har Gillo Field Study Center, Doar Na Zefon Jehuda 90907.

On the covers:

Front cover: Threshing floor at Majdal Shams

Photo: Mordechai Kislev

Back cover: A vase of flowers by the Flemish artist Ambrosius Brosschaert (1573-1621). Flowers from the Middle East in this bouquet are anemone, Asian buttercup, pheasants-eye, cyclamen, narcissus, grape-hyacinth, and iris.



THE HEBREW UNIVERSITY
OF JERUSALEM
DEPARTMENT OF BOTANY

SOCIETY FOR THE PROTECTION
OF NATURE IN ISRAEL



ROTEM

BULLETIN OF THE ISRAEL
PLANT INFORMATION CENTER

No. 29, August 1989

Editors: Gad Pollak and Avi Shmida

The beginning of agriculture and the domestication of wild plants

Guest editor: Mordechai Kislev

Editorial Board: Azaria Alon, Amots Dafni, Mordechai Kislev, Jacob Koach, Haim Kigel