



משרד החקלאות ופיתוח הכפר
שירות ההדרכה והמקצוע

הכשות ביולוגיה והדברה



מאת: ד"ר מנשה הורוביץ
הוצאה מחודשת: שאול גרף

תשע"ח, 2018

מהדורה מחודשת – תשע"ח 2018

© כל הזכויות שמורות לשה"מ - משרד החקלאות ופיתוח הכפר

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליד, לתרגם, לאחסן במאגרי מידע או לשדר בכל דרך או בכל אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר - כל חלק שהוא מחומר שבספר זה. שימוש מסחרי מכל סוג שהוא בחומר הכלול בספר זה אסור בהחלט, אלא ברשות מפורשת בכתב ממשרד החקלאות ופיתוח הכפר.

משרד החקלאות ופיתוח הכפר
שירות ההדרכה והמקצוע

הכשות ביולוגיה והדברה

מאת: ד"ר מנשה הורוביץ
הוצאה מחודשת: שאול גרף

תשע"ח, 2018

תוכן העניינים

1	מבוא
2	מוצא, תפוצה וטקסונומיה
2	כללי
6	הכשות בא"י ובאזור
10	הזרע והנביטה
10	מבנה הזרע
13	הנביטה
19	ההתפתחות בשלב קדם-טפילי
22	ההתקשרות לפונדקאי וההתפתחות שלאחריה
29	פריחה, חנטה והפצת זרעים
31	קשר הטפילות ונזקיה
31	התאמה בין הטפיל לפונדקאי
36	נזקי הכשות
39	הדברת הכשות
39	מאפיינים ביולוגיים של הכשות לתכנון ההדברה
40	אמצעים וגישות בהדברת הכשות
43	הדברה מכנית ופיזית
45	אמצעים אגרוטכניים
48	הדברה ביולוגית
49	הדברה כימית
64	נספח - ניסויים בזרעי כשות
64	תנאי הניסויים
64	פרטים וממצאים
73	ספרות

הסוג כשות (*Cuscuta*) שייך למשפחת החבלבליים, וכולל כ-200 מינים של טפילי עלווה ומגוון גדול של פונדקאים באזורי תפוצה, המשתרעים על פני כל היבשות¹.

הכשות היא צמח עשבוני, חסר עלים ושורשים, ובעל גבעולים דקים בצבע כתום. הגבעולים הנימיים של הכשות מתארכים ונכרכים על צמחים פונדקאים. באזורי המגע נוצרות מצוצות (*haustoria*), החודרות לרקמת הצמח הנטפל, וממנו שואבת הכשות את רוב מזונותיה. הפרחים קטנים, מרובים וערוכים בקרקפת. הזרעים הזעירים מאופיינים בקליפה קשה. מהצצה עד להתקשרות עם פונדקאי מתאים, הנבט מתפתח באופן עצמאי, ומשנוצר הקשר הישיר עם הפונדקאי, הכשות מתנהגת למעשה כטפיל מוחלט.

בשל צורתה ותכונותיה משכה הכשות בעבר את תשומת הלב של סופרי העולם העתיק ושל הבוטנאים מימי הביניים. במאה השנים האחרונות הופיעו עבודות תיאור ומחקר רבות על אודות הכשות; עבודות שנעשו מנקודת ראות בוטנית וסיסטמטית על האנטומיה והפיזיולוגיה של הקשר הטפילי, על הנזקים הנגרמים ע"י הכשות ועל הדרכים להדברתה.

חוקרים רבים ערכו מחקרים שתרמו להכרת הכשות, ביניהם M. Mirande בצרפת בשנת 1901 (95), E.E. Gaertner בארה"ב בשנת 1950 (64), F.M. Ashton וקבוצתו בקליפורניה (36), ו-J.H. Dawson במדינת וושינגטון בצפון-מערב ארה"ב משנות ה-60 ואילך (48-55).

קבוצת עבודה בינלאומית לחקר צמחים טפיליים מארגנת מדי כמה שנים כנס המוקדש לטפילים, שבו הכשות תופסת מקום נכבד. חלק מהעבודות הללו מצוטטות בסקירה. לאחרונה הופיעו סקירות מקיפות של C. Parker וחבריו (104, 105), הדנות באופן מפורט בשיטות ההדברה.

¹ ע"פ המלון החדש של א. אבן-שושן (1966), למילה "כשות" שתי משמעויות: א) הצמח הטפיל (*Cuscuta*; ב) הצמח המשמש לתעשיית הבירה *Humulus*. בטקסטים עתיקים ובפרסומים מתחילת המאה השתמשו עבור הטפיל לעתים קרובות בצורה "כשותה". אך בפרסומים המקצועיים החדשים מקובלת הצורה "כשות". אגב, המילה היא בלשון נקבה.

בין הפרסומים של חוקרים ישראלים נציין את העבודות הבוטניות של נעמי פיינברון וחובריה (60, 59, 17), את המחקר הפיזיולוגי על הקשר הטפילי של יורם צביון (124, 123, 20), ואת העבודות של המחלקה לחקר עשבים רעים במנהל המחקר החקלאי בנווה יער ושל המעבדה לחקר עשבים רעים בפקולטה לחקלאות ברחובות.

בארץ התייחסו לכשות כאל טפיל מזיק ומסוכן מראשית ההתיישבות היהודית (21). בשנים האחרונות חלה התפשטות ניכרת של הכשות על צמחיית הבר לאורך הכבישים ובשדות המזרע בישראל, וגברה ההתעניינות במאפייני הטפיל. מטרת סקירה זו היא להציג תמונה מעודכנת של הידע המדעי על הכשות, המבוססת על נתוני הספרות מחו"ל ועל תוצאות ניסויים מקומיים². במיוחד מוארים כאן ההיבטים הרלוונטיים לתנאי הארץ, בדבר התפתחות הכשות, טפילותה והגישות להדברתה.

מוצא, תפוצה וטקסונומיה

כללי

יש עדויות רבות לנוכחות הכשות כטפיל של צמחים מתורבתים בתקופות פרה-היסטוריות והיסטוריות.

בחפירות ארכיאולוגיות התגלו ממצאים שזוהו כחלקי כשות: כשות הפשתה מתקופת האבן החדשה (4500-1800 לפסה"נ) ומתקופת הברזל (800-600 לפסה"נ), באירופה ובמזרח התיכון; כשות הקורנית ו- *C. europeae* באירופה מתקופת האבן ומימי האימפריה הרומית (128).

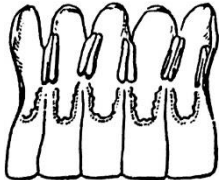
תיאופרסטוס, חוקר יווני מהמאה ה-4 לפסה"נ, מתאר צמח הדומה לכשות ומכנה אותו בשם OROBANCHE; שם זה, המתייחס באופן ספציפי לעלקת, מופיע בכתבים של דיוסקורידס וסופרים יוונים אחרים מהמאה ה-1 לספירה. השם CUSCUTA הוצמד לצמח המוכר לנו ככשות, ע"י הבוטנאי הגרמני Hieronymus Bock (במאה ה-15), ובהמשך נתקבל בעולם הבוטני (66, 95).

² בטקסט נכתבו בדרך כלל שמות מיני כשות מקומיים בעברית, כפי שמופיעים במגדיר לצמחי בר בא"י (17) (ראו טבלה 1); יתר המינים צוינו בשמם המדעי בכתוב לטיני. ניסויים שנערכו ע"י מחבר הסקירה ולא פורסמו, מסוכמים בנספחים.

הסוג *Cuscuta* הוגדר לראשונה ע"י הבוטנאי הצרפתי J.P. Tournefort בסביבות 1700. תחילה נחשבה הכשות כמשפחה עצמאית בשל הטפילות המיוחדת המאפיינת את כל פרטיה, ולאחר מכן, במשך תקופת מה היא נכללה בין החד-פסיגיים בשל צורת העובר הייחודית שלה. כעת מסכימים רוב הסיסטמטיקאים החדשים שהסוג "כשות" משתלב במשפחת החבלבליים Convolvulaceae (64).

מקורות היסטוריים מעידים על כך שהכשות הייתה ידועה באירופה כטפיל של גידול הפשתה בימי הביניים, אולם הכשות כנטפלת על התלתן נזכרת באירופה רק במאה ה-18 (לראשונה בפלורה של A.V Hallers שהופיעה בברן, שווייץ, ב-1768).

ממחצית המאה ה-19 חלו שינויים טכנולוגיים וכלכליים עמוקים בעולם, שהשפיעו על היקף המזרע של פונדקאי הכשות, וכתוצאה מכך עלתה הפצת הכשות. שטחי הגידול של הפשתה לסיבים פחתו, אך שטחי האספסת והתלתן בעולם התרחבו מאוד; כמו כן, התפתח מסחר ער של זרעי קטניות (מאולחים לעתים קרובות בזרעי כשות), שגרם להפצת מיני כשות מאמריקה ומאסיה לאירופה.

כשות גסה	כשות השדות	
		עלי
		כותרת פרושה

איור 1. פרח הכשות

ההבחנה בין מיני כשות מבוססת לעתים קרובות על צורת העלי והכותרת: בעלי 1 או 2 עמודים; בכותרת 4-5 אונות. האבקנים מעורים בכותרת, ובבסיסם מצויים קשקשים בעלי צורה טיפוסית. באיור נראים עלי וכותרת פרושה של כשות גסה וכשות השדה (105,60). הכשות הוכרה כמזיק חשוב ומשמעותי, ולכן ההתעניינות המדעית בה הייתה רבה.

עבודות בוטנאיות חשובות פורסמו ע"י J.D. Choisy (1841) ו-C.des Moulins (1853) על הכשות באירופה; וע"י G. Engelmann (1842, 1859) על הכשות בארה"ב. היבטים פיזיולוגיים ואנטומיים נחקרו ע"י M. Mirande (1901). כיום מקובל לחלק את הסוג לשלוש תת-קבוצות לפי צורת עמודי העלי, כפי שהציע Engelmann (Monogyna - עמוד העלי מאוחד; Grammica - שני עמודים באורך שונה; Cuscuta - שני עמודים שווים). חלוקה זו קיבלה משנה תוקף בהמשך גם על פי מאפיינים מורפולוגיים ואנטומיים נוספים (95). המיון הפרטני של הסוג כשות מתבסס עד כה בעיקר על הבדלים זעירים בחלקי הפרח, שבהם קיימת שונות מרובה, ודבר זה מקשה על האבחנה בין המינים (105). לאחרונה נמצא שצורת עלי הגביע מהווה מאפיין טקסונומי מהימן למיון הסוג (115).

קושי נוסף בארגון הטקסונומיה של הסוג נובע מהתפוצה העולמית הרחבה של הכשות, שהתרחשה במאה השנים האחרונות. Gentner (66) מציין בעניין זה כי מתוך 7 מיני הכשות שתקפו את התלתן והאספסת במרכז אירופה בתחילת מאה זו, רק C.trifolii (=epithymum) היה מקומי, ואילו ששת המינים

האחרים (כולל *C. arvensis*) הוכנסו לאירופה במהלך המאה שעברה, בעיקר מיבשת אמריקה.

אי הבהירות ששררה במיון, נפתרה חלקית על ידי T.G. Yuncker, שבדק באופן יסודי את מיני הכשות מצפון אמריקה ומדרום אמריקה, ובשנת 1932 ערך מונוגרפיה של הכשות שבה הוא מתאר 121 מינים נפרדים (133). בין היתר, הוא איחד בתוך המין *C. campestris* (כשות השדות) את המינים *C. arvensis* ו-*C. pentagona*, והקביעה אושרה בהמשך על ידי Gaertner (64).

פיינברון וקבוצתה (59, 60) תרמו רבות למיון טיפוסי הכשות מאירופה ומאסיה.

עם זאת, יש עדיין אי-בהירות סיסטמטית רבה, במיוחד בין המינים הנפוצים באסיה ובאוסטרליה (42, 97).

יש להדגיש כי לקביעה מדויקת של מיני הכשות הנפוצים במדינה מסוימת ולהבחנה בין מינים ילידי המקום לבין מינים זרים - יש חשיבות מרובה להפעלת התקנות הבינלאומיות בעניין סחר זרעים ומניעת הכנסת זרעי כשות מבחוץ.

באטלס העולמי של עשבים רעים (72) מופיעה רשימה שבה נמנים 46 מיני כשות הנטפלים לגידולים שונים בכל העולם. ברשימה נכללים 21 מינים מאזור הים התיכון, 24 מינים מיבשת אמריקה ו-5 מינים ממזרח אסיה. שני המינים הנפוצים ביותר בעולם הם כשות הקורנית ב-32 ארצות, וכשות השדות ב-24 ארצות ביבשות אמריקה, אירופה, אסיה, אוסטרליה ואפריקה. בסקירה של Parker & Riches מ-1993 (105) נכלל מפתח מעודכן ותיאור של 14 מיני הכשות החשובים ביותר מבחינת מרחב התפוצה והיקף הנזקים. המינים ממוינים לפי שלוש תת-הקבוצות המקובלות:

Monogyna - *C. reflexa*, *monogyna*, *lupuliformis*, *japonica*;

Cuscuta - *C. pedicellata*, *palaestina*, *planiflora*, *epilinum*, *epithymum*;

Grammica - *C. indecora*, *gronovii*, *chinensis*, *australis*, *campestris*.

הכשות בארץ ישראל ובאזור

תעודות מן העבר הרחוק

בחפירות ארכיאולוגיות בנמרוד, בכלח העתיקה (בתחום עירק של היום), נמצאו שרידים מן המאה ה-7 לפנה"ס, שזוהו כשייכים לכשות הפשתה (128). בתלמוד (שנערך בא"י ובבבל בין המאה ה-2 למאה ה-5 לספירה) מוצאים התייחסויות אחדות לכשות (=כשותא) כטפיל וכצמח מרפא. נבו (14) בעבודתו על פגעים חקלאיים בא"י בתקופת המקרא והמשנה, מזהה פגעים של פשתה המוזכרים בתלמוד הבבלי (בבא בתרא) ובתלמוד הירושלמי (תענית) כטפילות מכשות.

הציטוטים שלהלן מצביעים על הימצאות הכשות כטפיל של צמחיית הבר המקומית:

- בעניין דיני איסור תלישה בשבת נאמר: "...מאן דתלש כשותא מהיזמי והיגי (ינבוט והגא) חייב משום עוקר מגדול" (שבת ק"ז ב')
- הקשר בין הטפיל לפונדקאי מתואר היטב: "...דקטלין לה להיזמתא ומייתא כשותא" (עירובין כ"ח ב') – כשקוטלים את הינבוט מתה הכשות. נראה שנוכחות הכשות באזורנו היא עתיקה מאוד. יש להניח שההתפשטות של הכשות הייתה משתנה במרוצת הזמן בהתאם להימצאות פונדקאי בר או צמחי תרבות מתאימים.

בזמן חידוש ההתיישבות בא"י, מן העבר הקרוב להווה

חוקר הטבע Tristram, בסקר הפלורה במערב א"י משנת 1884 (120), מזהה את מיני הכשות: *epithymum*, *palaestina*, *planiflora*, *epilinum*, *monogyna*, *C. arabica*, ומציין כי שני המינים האחרונים נמצאו על צמחי תרבות. בכרך הראשון של ירחון "השדה" משנת 1920 התפרסם מאמר מפורט של ב. צייזיק על "הכשותה". נראה כי המקום הבולט שהוקדש לנושא שיקף את חומרת הנזק שהטפיל הסב לחקלאים; ואכן בתכניות הפיתוח של ההתיישבות היהודית בא"י בתקופה זו הוקצה חלק נכבד לגידול מספוא מאספסת ומתלתן שנפגעו מהכשות. במאמר מתוארים 6 מיני כשות, שמהם 4 נטפלים לגידולים כקטניות, פשתה, גפן ותפוחי זהב. בחוברת הדרכה בנושא התלתן משנת 1929 (22) מודגש כי הכשות מופיעה בכל שדות התלתן בארץ. ב-1930 הופיעו הנחיות של קפולר (12) בנוגע לדרכים ללחימה בכשות בשדות

קטניות. המחבר מונה את גידולי השדה, שסבלו מכשות בא"י: מין הכשות שתקף את התלתן, פגע גם בסלק מספוא, בגזר ובתפוחי אדמה, וזה של הפשתה נטפל גם לבקיה ולתורמוס. ב-1941 מציין זהרי ש"הכשות נמנית על המזיקים הקשים ביותר לגידולי השדה" (10).

במהדורה הראשונה של "המגדיר לצמחי ארץ ישראל" מ-1931 (1) נכללו ארבעה מיני כשות: **כשות ארצישראלית, כשות גסה, כשות ערבית וכשות גדולת-פרחים (=שטוחת פרחים)**.

בשנות ה-60 ערכו פיינברון וטאוב (60) מחקר שיטתי על מיני הכשות המצויים בא"י, כשזיהו 12 מינים, שמהם 10 ילידי האזור ו-2 הוכנסו מחו"ל. בין המינים הילידים, צוינו המינים הבאים כטפילים של צמחי התרבות:

כשות העקצים (*C. pedicellata*) טפילה של בקיה ותלתן;

כשות קצרת עלי (*C. brevistyla*) טפילה של אספסת וטבק;

כשות שטוחת פרחים (*C. planiflora*) טפילה של גזר ושיבולת שועל (התעוררו ספקות בעניין);

כשות הגליל (*C. approximata*) טפילה של בקיה.

כמינים גרים צוינו:

כשות הפשתה (*C. epilinum*) אשר הובאה לכאן, כנראה, עם זרעי פשתה בתחילת המאה, אולם לא התפשטה;

כשות השדות (*C. campestris* שזוהתה עם *C. arvensis*) תועדה לראשונה בארץ בשנות 1950 והתאקלמה היטב בהמשך.

ב"פלורה פלסטינה" מ-1978 (59) חוזרת פיינברון על הגדרת מיני הכשות הנ"ל בשינויים קלים: נכללת ברשימה **כשות קוטשיני** (*C. kotschyana*) ונעדרת ממנה *C. balansae*. ב"מגדיר לצמחי בר בא"י" של פיינברון-דותן ודנין מ-1991 (17) נכללים בסוג "כשות" 12 מינים, המפורטים בטבלה 1.

בשנים האחרונות התפשטה מאוד בארץ ההיטפלות מכשות, וכעת המין הנפוץ ביותר על מגוון נרחב של פונדקאים הוא כשות השדות. מצב דומה עולה גם מאזורים רבים בעולם (100,72). נראה כי זרעי כשות זו הגיעו ארצה במטעני זרעים של אספסת ותלתן מאירופה ומארה"ב. תחילה נטפלה כשות זו לשדות קטניות, ולאחר מכן התפשטה על גידולי שדה רבים, עשבים רעים וצמחי בר.

המצב במדינות השכנות באזורנו

ההיטפלות על ידי כשות נפוצה בכל מדינות האזור השכנות לישראל (ראו רשימה 1).

להלן תמצית הדיווחים בעניין:

- בסקר שנערך בשנים 1972-1974 על הופעת הכשות בשדות סלק סוכר במזרח התיכון, נרשמה נגיעות של 10% מכלל השדות בתורכיה ובלבנון, 20% בסוריה, 26% בעירק ו-11% באירן. הטפיל שהוגדר ככשות העקצים, נמצא גם בשדות בצל, חציל, פלפל ומלפפון, וכן על צמחי בר ממשפחות הקטניות, המורכבים והסולניים (94).
- במחקר שבוצע על ידי חוקרים מעירק זוהו מיני הכשות שלהלן באוסף צמחים מקומי: כשות ארצישראלית, כשות בבליה, כשות ערבית, כשות קוטשי, כשות קצרת עלי, כשות שטוחת פרחים וכן *C. kurdica*, *C. chinensis*, *C. Lehmanniana*.
- בסקר שנערך בשנים 1971-1972 במרכז עירק נרשמו שלושה מיני כשות: *C. chinensis*, כשות ארצישראלית וכשות קצרת-עלי. לפי דיווח זה, המין הראשון נפוץ מאוד על עשבים רעים, על צמחי נוי, בכרמים ובשטחי גידול של אגוזי אדמה, אספסת, יוטה, סויה, סלק סוכר ופשתה (69).
- מסוריה דווח ב-1986 כי 55% משדות הפול נגועים בכשות (לא מזוהה) באזור חאלב, והרבה גם בעמק הפרת (114).
- במצרים זוהו בנוסף לארבעה מיני הכשות שצוינו באטלס העשבים הרעים (72), עוד שני מינים: כשות השדות ו- *C. chinensis*, אשר נטפלים ל-48 גידולי תרבות ועשבים רעים שונים (33). בירדן בוצעו כמה סקרים על ידי אבו עירמיילה מאוניברסיטת עמאן (28), (29), ונצפו כשות הקורנית על טבק ועל צמחי צלף קוצני ולענת המדבר; כשות שטוחת פרחים על תלתן אלכסנדרוני; כשות השדות על תלתן אלכסנדרוני ועל צמחי ינבוט השדה, הגה מצוי ומלוכיה; וכשות גסה על עצי הדר (לימון וקלמנטינה), גפן וזית.
- בסקר עשבים רעים שנעשה בשנים 1986-1987 ברצועת עזה ובגדה, דווח על כשות העקצים בשדות עדשים ובקיה (98).

טבלה 1. מיני כשות הנטפלים לגידולי תרבות בישראל ובמזרח התיכון

מיני Cuscuta באזור ¹	מיני כשות בישראל ²	ארצות האזור שבהן מופיעה הכשות ³
Approximate Babington	הגליל	אירן, ירדן, עירק, תורכיה
Babylonica Auchrr & Choisy	בבלית	-
Brevistyla A.Braun	קצרת-עלי	-
Campestris Yuncker	השדות	מצרים, חצי האי ערב
Epilinum Weihe	הפשתה	תורכיה
Epithymum (L.) L.	הקורנית	אירן, ירדן, מצרים, תורכיה
Gennesaretana Sroelov	כנרות	-
Kotschyana Boiss	קוטשי	-
Monogyna Vahl	גסה	אירן, ירדן, מצרים, עירק, תורכיה
Palaestina Boiss	ארצישראלית	לבנון, עירק
Pedicellata Ledeb	העקצים	מצרים
Planiflora Tenore	שטוחת פרחים	אירן, ירדן, לבנון, עירק
Arvensis Bryrich	-	תורכיה
Europeae L.	-	ירדן, תורכיה
Gigantean Griff	?	-
Gronovii Willd	-	לבנון
Lupuliformis Krock	-	תורכיה

¹ רשימת המינים בלטינית נכתבה על פי אטלס העשבים הרעים של Holm וחובריו (72).

² נוכחות מיני הכשות בישראל ושמן העברי - על פי המגדיר לצמחי בר בא"י (17).

³ נוכחות המינים בארצות האזור - על פי אטלס העשבים הרעים.

הזרע והנביטה

מבנה הזרע

טבלה 2. מאפיינים מורפולוגיים של הזרעים בשלוש תת-קבוצות הכשות¹

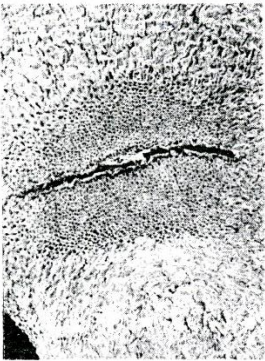
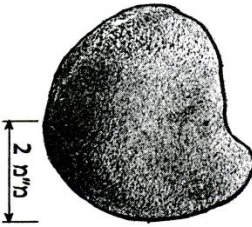
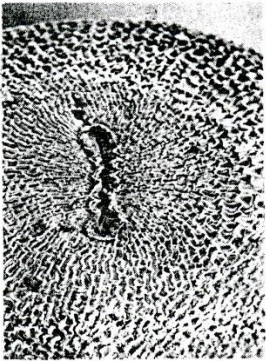
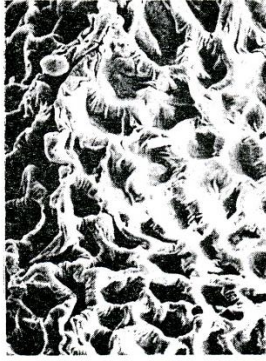
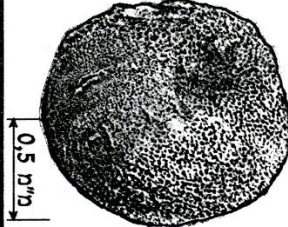
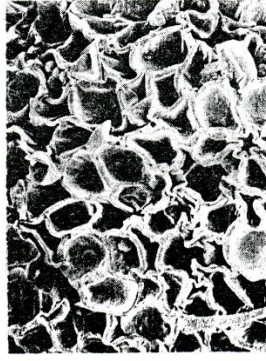
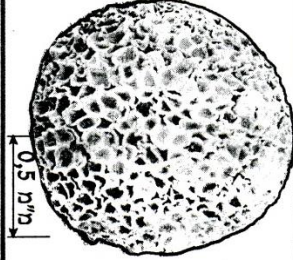
תכונה	CUSCUTA	GRAMMICA	MONOGYNA
קוטר הזרע (מ"מ)	קטן (<1)	בינוני (1-2)	גדול (>2)
צורת הזרע	אליפטי	ביצתי	אגסי
רישות הקליפה	שקוע	שקוע	שטוח
הילום - צורה	ישר, קצר	ישר, בינוני	ישר או עקום
הילום - גודל	0.1 מ"מ	0.1-0.3 מ"מ	ארוך
צורת הצלקת	עגול	עגול	מרובע/מלבן

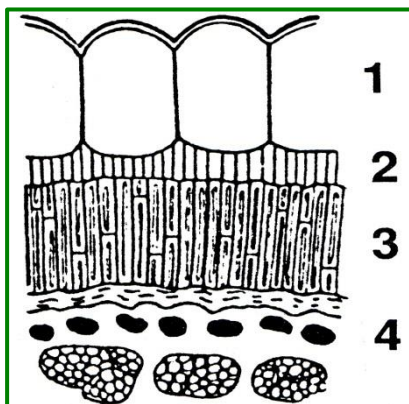
¹ מאפיינים לאבחנת זרעי כשות במטעני גרעינים על פי Knepper (82).

לזרעי כשות צורה כדורית בלתי אחידה עם פני שטח מרושתים בצבע אפור עד חום. קוטר הזרעים נע במינים השונים בין 1 ל-3 מ"מ. לתת-הקבוצה Monogyna יש זרעים גדולים יחסית - 2-3 מ"מ; בתת-הקבוצה Cuscuta הזרעים קטנים - 1 מ"מ ופחות; ובתת-הקבוצה Grammica הזרעים בינוניים. צורת הזרע מושפעת מכמות הזרעים (בדרך כלל בין 1 ל-4), אשר מתפתחים יחד בהלקט. ההבדלים באופי הרישות בקליפת הזרע ובצורת ההילום (hilum) ואזור הצלקת מאפשרים לאבחן בין המינים (82); לדוגמה, זרעי כשות השדות הם בקוטר של 1.1-1.5 מ"מ עם אזור צלקת בהיר והילום קצר (ראו טבלה 2 ואיור 2). פני השטח של הקליפה מחוספסים ברוב מיני הכשות, ותכונה זו מאפשרת להפריד באופן מכני את זרעי הכשות מזרעי האספסת והתלתן החלקים. ניקוי זרעים מאולחים הוא אחד האמצעים הבסיסיים בלחימה נגד הכשות.

איור 2. זרע הכשות

מראה מוגדל במיקרוסקופ אלקטרוני של הזרע, פרטי הרישות ואזור ההילום והצלקת, המאפיינים את תת-קבוצות הכשות (82).

אזור ההילום והצלקת	רישות הקליפה	צורת הזרע	
			Monogyna
			Grammica
			Cuscuta



איור 3. מבנה קליפת הזרע
מבנה סכמתי של קליפת הזרע
של כשות השדות:

1. אפידרמיס ; 2. היפודרמיס ;
3. שכבה של תאי עמוד ;
4. פרנכימה

קליפת זרע הכשות מורכבת מ-4 רבדים, לפי הסדר מהחוץ פנימה: תאי אפידרמיס מכוסים בקוטיקולה פחות או יותר עבה; היפודרמיס; שכבה של תאי עמוד (palisade) ותאי פארנכימה דחוסים (90, 76). השיטה המקובלת להבקעת קליפת הזרע הקשה היא באמצעות השריה בחומצה גפריתנית (ראו פירוט הניסויים בנספח). Hutchison & Ashton (75) תיעדו את מהלך פעולת החומצה הגפריתנית על קליפת הזרע במיקרוסקופ אלקטרוני ומצאו כי לאחר חמש דקות של השריה

תפח האפידרמיס, ולאחר חמש עשרה דקות חלה הידרוליזה ברבדים החיצוניים של הקליפה, ובשלב זה היה כושר נביטת הזרעים 26%. הנביטה המרבית בעבודה זו הייתה של 60%, והושגה לאחר 45 דקות השריה. במרכז הזרע נמצא עובר מקופל עטוף באנדוספרם. אזור זה עשיר בחלבונים ובשומנים - חומרי תשמורת, המאפשרים את ההתפתחות ההתחלתית של הנבט (89, 90). בזרעי כשות העקצים נמצא כי דפנות תאי האנדוספרם מורכבים מפחמימנים, הסופגים ושומרים מים ומבטיחים בכך נביטה תקינה (91).

מבחינה ביוכימית, זרעי כשות מאופיינים בתכולה נמוכה מן הרגיל של פיטין (phytin) ובנוכחות ניכרת של אלפא-עמילאזה, המווסתת את הפירוק של עמילן התשמורת לסוכרים, הדרושים להתפתחותו של העובר (43). במשך ההבשלה הזרע מתייבש; תאי האפידרמיס מצטמקים, והדבר מקנה לקליפת הזרע את המראה המרושת הטיפוסי. הקליפה משנה את צבעה מירוק לחום בהיר, ולאחר מכן - לחום כהה (64). בשלב זה נוצרת בקליפה שכבה בלתי חדירה, כנראה מעל לקו הזוהר, בין ההיפודרמיס לתאי העמוד (75). מעקב אחר זרעי כשות מבשילים הראה כי מצד אחד החיות של העובר גוברת בהדרגה; ומאידך, הקליפה הולכת ומתקשה, ולכן יורד כושר הנביטה של

הזרע. כך לדוגמה, בניסוי של Hutchison & Ashton (75) על כושר הנביטה של זרעי כשות השדות במשך ההבשלה, עלה תחילה אחוז הנביטה מ- 22% (בזרעים ירוקים) ל-80% (בזרעים בצבע חום בהיר), ואחר כך ירד ל-2% (בזרעים הבשלים).

בדיווחים מאזורים שונים בעולם נרשמו בזרעים בשלים טריים של כשות השדות אחוזי נביטה מרביים של 70% עד 95% (105). בבדיקות של זרעי כשות מקומיים התקבלו בדרך כלל ערכים דומים (ראו נספח). הקליפה הקשה של זרעי הכשות מונעת מעבר מים וגזים לעובר, וזו כנראה הסיבה העיקרית לתרדמת הזרעים. יש דמיון רב במבנה ובתפקוד של זרע הכשות לזרע הקשה של הקטניות, עם הבדלים מסוימים במהלך הנביטה, בהתאם למינים (105,91).

הנביטה

תרדמה והישרדות

הקליפה הקשה של זרעי הכשות גורמת לתרדמתם ("תרדמה" במובן של חוסר נביטה למרות חיות העובר ותנאי סביבה מתאימים). זרעים של כשות השדות, כשות הגליל ו- *C. indecora* שטופלו בחומצה (כדי להבקיע את הקליפה הקשה) נבטו תוך שלושה ימים, בהתאמה: עד 70%, 90% ו-80% מאחוזי הנביטה הסופיים (34). תוצאות דומות של נביטה תוך ימים אחדים ללא עיכוב, נתקבלו בזרעים מטופלים של כשות השדות, שהונבטו בטמפרטורות אופטימליות (15). עם זאת, במיני כשות אחדים נצפה עיכוב בנביטה למרות ריכוך הקליפה. בקליפה של זרעי *C. gronovii* אובחן מעכב נביטה מסיס במים, שאפשר לסלקו ע"י שטיפה (121). הנוכחות של קליפה בלתי חדירה המונעת את הנביטה מאפשרת לזרעי הכשות אורך חיים ממושך. יש לשים לב לכך שהשפעת הזמן מתבטאת בשני אופנים שונים: הפחתה בחיות הזרע וריכוך קליפת הזרע. בשדה ההצצה נובעת משני התהליכים, ולהלן נתוני המחקרים בנושא.

לפי Gaertner (64), בבדיקות תקופתיות של זרעים ממיני כשות שונים שאוחסנו ביובש, נרשמה החיות הארוכה ביותר בזרעים של *C. cuspidata*,

אשר 30% מהם נבטו (לאחר טיפול בחומצה) לאחר 61 שנה. בתנאים דומים נבטו 85% מזרעי כשות השדות לאחר 20 שנות אחסון. בתנאי שדה, נראה, כי שרידות הזרעים מוגבלת יותר. בניסיונות מבוקרים נמצא כי זרעים הציצו 4 עד 10 שנים לאחר הצנעתם בקרקע (76,36).

במחקר של ניר וחבוריה (101) בדצמבר 1993 הוטמנו דגימות זרעים של כשות השדות בקרקע של רחובות בעומק של 5, 10 ו-20 ס"מ, וחיות הזרעים נקבעה בתום פרקי זמן שונים. לאחר עשרה שבועות כושר הנביטה פחת באופן ניכר ב-20%-25%, ולאחר מכן המשיך התהליך אך בקצב איטי יותר. לאחר שנה ורבע היו עדיין כמחצית מהזרעים בעלי חיות, ונראה שבעומק איבדו את חיותם מהר יותר. בניסוי השפעת תנאי האחסון על זרעי כשות השדות נמצא שאחזקתם במשך 6 חודשים ביובש ב-20-25 מ"צ, בלחות גבוהה ב-25 מ"צ, בתא מקרר ב-4 מ"צ או בתא מקפיא במינוס 20 מ"צ - לא הספיקה לרכך את קליפה הקשה (פירוט הניסויים בנספח). בעבודות אחרות שנמשכו זמן רב יותר, אמנם לא היה שינוי באחוזי הנביטה במצע יבש, אך עלה באופן הדרגתי אחוז הנביטה, כאשר הזרעים הוחזקו על מצע קר (0-4 מ"צ) ולח (75,64). זרעי כשות שעברו עונת חורף קרה בקרקע, נוטים להציץ באביב בכמות גדולה (34), כפי שנראה בהמשך.

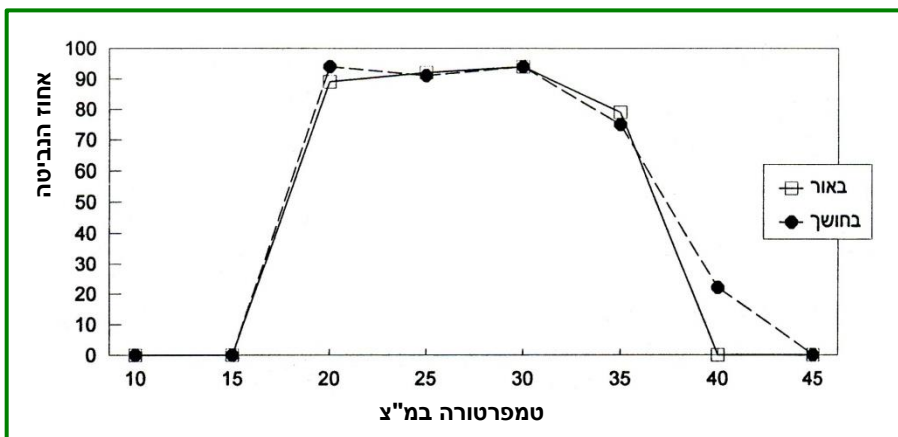
כבר בעבודות ישנות (21) התוודעו לעובדה שזרעי כשות אינם מתרככים ושומרים על חיותם גם לאחר מעבר במערכת העיכול של בעלי חיים ותסיסה ממושכת בערמות זבל. אף שהתהליכים טרם הובהרו די צורכם, מניחים שבתנאים טבעיים בקרקע מתרככת הקליפה הקשה בהדרגה בהשפעת הגורמים: שפשוף בחלקיקי האדמה, שינויים בלחות ובטמפרטורה ופעילות של מיקרואורגניזמים מפרקים (105,76,75). מבחינה אקולוגית, הקליפה הקשה של זרעי הכשות המתרככת באיטיות, מאפשרת מחד - אורך חיים ונביטה בשיעורים ניכרים, ובכך מגדילה את סיכויי ההישרדות וההפצה של הצמח; ומאידך, מבחינה חקלאית, תכונה זו מהווה גורם מזהם חמור - משום שכל כשות, המגיעה לפריחה ומזריעה זרעים, עלולה לאלח את השדה במשך שנים רבות.

גורמי הנביטה

1. טמפרטורה

בניסוינו בזרעי כשות השדות ממקורות שונים, אשר טופלו בחומצה כדי להסיר את גורם חדירות הקליפה, נרשמו אחוזי נביטה גבוהים, בד"כ מעל ל-85%, בין 20 ל-35 מ"צ (גרף 1). בתחום טמפרטורות זה לא היו הבדלים ניכרים בין מקורות הזרעים ובין הנבטה בחושך ובאור. הזרעים לא נבטו מתחת ל-15 מ"צ. מעל לטמפרטורת האופטימום, ב-35 מ"צ חלה הפחתה בנביטה, וב-40 מ"צ הייתה נביטה נמוכה מאוד בחושך, ואפסית באור (9). תוצאות דומות נתקבלו ע"י ניר ורובין, שצינו גם את הנביטה שחלה תוך 2-4 ימים בטמפרטורות אופטימליות והתנהלה באיטיות בטמפרטורות הקיצוניות (101,15).

התוצאות הללו מתאימות לניסויי הנבטה שנערכו במקומות שונים בעולם. מיוגוסלביה ומקליפורניה דווח על נביטה תקינה של כשות השדות עד ל-39 מ"צ, עם אופטימום ב-30-33 מ"צ (117,76). טווח הטמפרטורות הנרחב, שבו מסוגלים מיני הכשות לנבט, מסביר את תחום ההפצה הגיאוגרפית הרחב של הסוג (105,72).



גרף 1. השפעת הטמפרטורה על הנביטה של זרעי כשות השדות

הזרעים הונבטו בטמפרטורות שונות, באור או בחושך. הזרעים היו חדירים (לאחר טיפול בחומצה) והונבטו בצלחות פטרי, בתא גידול שבו הוחזקו בתנאי חום ובתאורה קבועים (פרטים על הניסוי בנספח).

זרעי כשות, שעברו את החורף בקרקע והתרככו בחלקם, מתחילים לנבוט באביב עם עליית הטמפרטורה מעל למינימום הנביטה, ואז מתרחשת לעתים קרובות נביטה מסיבית שנמשכת בשיעור נמוך יותר במרוצת הקיץ (76,34). הכרת טמפרטורות המינימום של נביטת הכשות חשובה מאוד לפיתוח מערך הדברה יעיל, כפי שעולה מהדוגמאות שלהלן:

- בשדות אספסת במדינת יוטה, ארה"ב, זוהו שלושה מיני כשות: כשות הגליל, *C. indecora* ו- כשות השדות, עם נביטה בטמפרטורות מינימום של 5, 10, 15 מ"צ, בהתאמה.

האספסת נטפלת באביב תחילה על ידי כשות הגליל, אך אפשר להגביל את ההתפשטות של כשות זו באמצעות קצירה מוקדמת של האספסת לירק. הגידול השני של האספסת נתקף על ידי שני מיני הכשות האפילים, שנגדם יש צורך לטפל בקוטלי עשבים (34).

- Dawson שחקר במשך שנים רבות את הטפילות של כשות השדות באספסת בצפון מערב ארה"ב (49-55), פיתח אסטרטגיה של הדברה המבוססת על לוח התפתחות הגידול, חיזוי הופעת הכשות בהתאם לטמפרטורה ומשך הפעילות של קוטלי העשבים.

- שיחי אוכמניות (*cranberry*) בצפון-מזרח ארה"ב נטפלים על ידי הכשות *C. gronovii*, המציצה מוקדם באביב (טמפרטורת המינימום של הנביטה היא 3 מ"צ). כדי לבצע בזמן את טיפול ההדברה המבוסס על קוטל עשבים קדם-הצצה, פותח מודל המאפשר חיזוי הצצת הכשות בהתאם לסכום מעלות החום שנמדדו באוויר (39).

בקצה האחר של טווח הטמפרטורות, ידועה ההשפעה הפוגעת של טמפרטורות גבוהות מעל למקסימום הנביטה על חיוניות הזרעים. פעולה זו מנוצלת לצורכי הדברה בחיטוי הסולרי ובחיטוי בקיטור. בחיטוי סולרי יכולות טמפרטורות הקרקע לעלות בקרינת שמש קיצית מעל 50 מ"צ; בחיטוי בקיטור או באמצעות חום יבש יהיו טמפרטורות הפעולה בסביבות 80-100 מ"צ.

בסדרת ניסויים בחנו את התגובה של זרעי כשות קשים או חדירים (אחרי טיפול בחומצה) לטמפרטורות בין 45 ל-100 מ"צ במשך זמני חשיפה שונים (פרטי הניסויים בנספח). כללית, לגבי זרעים חדירים, עם עליית הטמפרטורה

חלה הפחתה ניכרת בכושר הנביטה. ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר - פעולתה מהירה יותר; כך לדוגמה, ב-45 מ"צ הנביטה פוחתת באופן ניכר לאחר 48 שעות, וב-60 מ"צ - כבר לאחר שעותיים (ראו טבלה 3). לעומת הפעולה על הזרעים החדירים, לא נצפתה כל התרככות של קליפת הזרעים הקשים. ב-70 מ"צ הזרעים הקשים שמרו על חיוניותם לאחר החשיפה לחום. יש לציין שהשריית זרעים קשים במים רותחים (כ-100 מ"צ) במשך 10 דקות, אמנם לא ריככה את הקליפה, אך פגעה קשה בחיוניות הזרעים.

הניסויים שהוזכרו מצביעים על עמידות ניכרת של זרעי כשות לטיפול חום. בזרעי אבוטילון תיאופרסטוס, המאופיינים גם הם בקליפה קשה, נמצא כי חשיפת זרעים חדירים לטמפרטורות מעל 40 מ"צ פוגעת בחיוניותם, אך בזרעים קשים חלה התרככות הקליפה והפחתה בחיוניות החל מ-70 מ"צ (74).

בניסויים עם חיטוי סולרי נמצא כי חשיפה ממושכת לטמפרטורה של 45 מ"צ ויותר פוגעת בחיוניות מרבית הזרעים החדירים למים (73). נראה, שלגבי זרעי כשות, שיטת החיטוי הסולרי פעילה רק נגד זרעים חדירים, אך אינה יעילה נגד הזרעים הקשים שבקרקע.

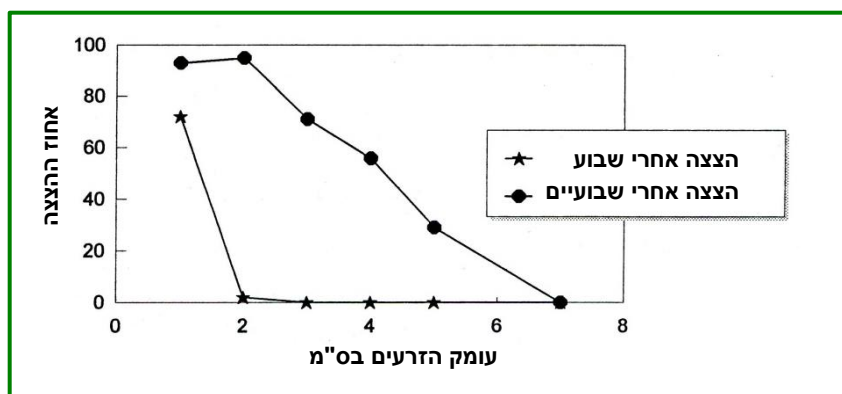
חיטוי יבש בחום גבוה גרם לעיקור זרעי כשות השדות ו-*C. indecora*. הפעלת חום של 90 מ"צ עד 6 שעות לא הספיקה, אולם 100 מ"צ במשך רבע שעה אכן גרמו לתמותת זרעי הכשות (118). בחיטוי אדים, המיועד לעיקור משתלה, הגיעה טמפרטורת הקרקע בעומק של 30 ס"מ ל-82 מ"צ למשך 30 דקות, וגרמה לקטילת כל זרעי *C. gronovii* שנמצאו באדמה (65).

2. מיקום ועומק הזרעים

זרעי הכשות אינם זקוקים לקרבת הפונדקאים לנביטתם, כמו בעלקת. כאשר מצב הזרע ותנאי הסביבה מתאימים, מסוגל זרע הכשות לנבוט ולהאריך את נצרונו על כל מצע, טבעי או מלאכותי. נוכחות הפונדקאי דרושה רק בשלב מאוחר יותר של ההתפתחות (ראו בהמשך). זרעי הכשות הם קטנים ובעלי רזרבות מצומצמות, ולכן התארכות הנצרון, הקובעת את העומק שממנו הזרע יכול להציץ, מוגבלת, בהתאם.

בניסוי שנערך בוורמיקוליט עם זרעי *C. lupuliformis* מטופלים, פחת אחוז ההצצה עם העומק - מ-95% בעומק 1 ס"מ, ל-10% ב-4 ס"מ, ולאפס ב-5

ס"מ ויותר (61). בניסוינו באדמה חרסיתית (פרטי הניסויים מופיעים בנספח) נצפתה הפחתה והאטה בהצצה, ככל שהזרע הונח עמוק יותר, אך לא הייתה כל הצצה מזרעים שהונחו עמוק יותר מ-5 ס"מ (ראו גרף 2).



גרף 2. השפעת עומק הזריעה על אחוז ההצצה של זרעי כשות השדות

הזרעים הוטמנו בעומק מדוד באדמה והצצתם נצפתה כעבור שבוע ושבועיים. הניסוי נערך בתא גידול בזרעי כשות חדירים (לאחר טיפול בחומצה), שהושמו באדמה החרסיתית של נווה יער בכלי גידול עם מערכת השקיה תת-קרקעית (פרטים על הניסוי בנספח).

ניר ורובין הראו את השפעת תכונות הקרקע על עומק ההצצה של זרעי כשות השדות: בחול של רחובות הציצו זרעי הכשות בעומק של עד 10 ס"מ, ואילו בלס של עלומים לא הציצו כבר מ-5 ס"מ, כנראה בשל הקרום שנוצר (15). תוצאות מקבילות נרשמו גם בחו"ל (76, 105, 117). כיוון שהצצת הכשות בשדה היא שטחית עם הבדלים קלים בהתאם לתנאי הקרקע, הצנעה מכנית של זרעי כשות לעומק שממנו אינם יכולים להציץ עוד עשויה לתרום להדברת הכשות.

3. לחות הקרקע ונביטה במים

נביטת זרעי כשות נבחנה באדמה עם תכולת מים של 10% עד 50%: הזרעים הציצו בכל רמות הלחות שנוסו, כשמקסימום ההצצה היה ב-30%, קרוב לקיבול השדה של המצע. בניסוי אחר נבדקה נביטת זרעי כשות בעומק שונה בתוך מים עומדים או מאווררים ולאחר הימצאותם במים. באוורור נבטו לאחר שבוע בעומק של 2, 14, או 27 ס"מ - 68%, 48%, 38% מהזרעים, בהתאמה. במים עומדים נבט רק אחוז אחד, אולם כאשר הזרעים שלא נבטו במקום הועברו לצלחות פטרי, הם נבטו מהר והיטב. ניסוי משלים אישר את

ההנחה שזרעים שהוחזקו במים שבועות אחדים - נביטתם לא נפגמה (פרטי הניסויים מופיעים בנספח). התוצאות מצביעות על כושר זרעי הכשות לנבוט בתוך מים המכילים חמצן בכמות מספקת, ועל כושרם לשמור במשך זמן מה על חיותם גם במים עם תנועה מוגבלת. העובדה, שזרעי כשות יכולים לנבוט בטווח רחב של לחות קרקע, ובמיוחד באדמות רוויות מים, היא בעלת חשיבות, משום שהכשות נטפלת לצמחים הנמצאים על גדות המים ולצמחי מים (25, 64). התברר כי זרעי כשות הנופלים למים ומועברים בהם, מסוגלים לשמור על חיוניותם ולנבוט לאחר שיגיעו דרך מערכת ההשקיה עד לשדה. ממצאים אלה מסבירים ומאשרים תצפיות על הפצת זרעי כשות באמצעות המים, ומחייבים נקיטת אמצעי זהירות מיוחדים במסגרת ההתמודדות עם הטפיל.

טבלה 3. השפעת השריית זרעי כשות³ בטמפרטורות גבוהות על כושר הנביטה

טמפרטורה של 45 מ"צ						
ה.מ.	144	96	48	24	0	שעות השריה
18	0	7	64	89	93	% נביטה של זרעים חדירים
לא מ.	80	75	80	86	73	% חיות בזרעים קשים

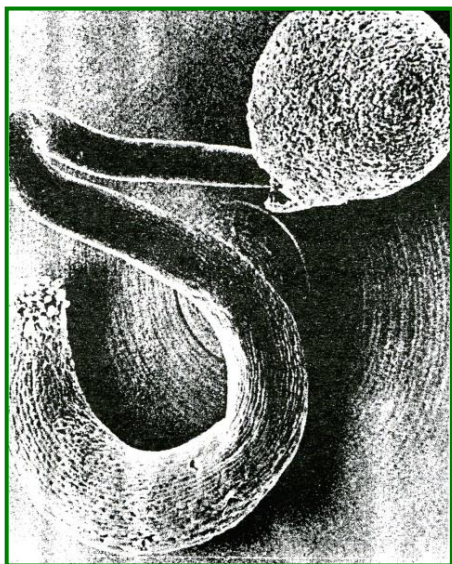
ההתפתחות בשלב קדם-טפילי

בשלב הראשון בהתפתחות הכשות, מהנביטה עד להתקשרות עם הפונדקאי, הנבט מתנהג כצמח עצמאי, כאשר מטרת פעילותו בתקופה זו נראית כחיפוש אחר פונדקאי. לאחר יצירת קשר עם פונדקאי מתאים, הכשות הופכת לטפיל מוחלט, והקשר שלה עם הקרקע פוסק. במקרה שלא נוצר קשר עם פונדקאי מתאים, הנבט מתנוון.

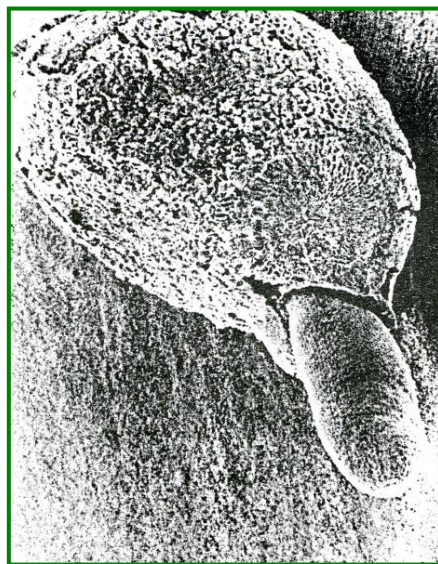
הנבט מורכב משורשון מעובה ונעדר יונקות, שאינו מתפתח, ומנצרון דק המתארך במהירות (לצורך הבחנה, נכנה את החלק הזה "נצרון" בשלב הנבט, ו"גבעולי" לאחר התקשרות). קדקוד הנצרון משתחרר מהזרע, ובתחילה

³ זרעים של כשות השדות, מקוריים או מטופלים (בחומצה גפרתנית להבקעת הקליפה הקשה), הושרו במים בטמפרטורה ובמשך זמן נתונים, הוצאו, יובשו והונבטו ב-28 מ"צ. אחוז הנביטה מתייחס לזרעים המטופלים. זרעים קשים, שלא נבטו, טופלו לאחר מכן בחומצה, ואחוז נביטתם מהווה את המדד לחיות. ה.מ. – הפרש מובהק ב-95% הסתברות או לא מובהק (לא מ.). פרטים נוספים על הניסוי מופיעים בנספח.

צורתו כאנקול; בהמשך מתארך הנצרון ומתיישר, וקצהו מתנועע בתנועה סיבובית נגד כיוון השעון. לשורשון תפקיד כפול: מכני - כעוגן לנצרון המסתובב; וכאזור לקליטת מים - עד שהקדקוד נכרך על צמח שיהווה פונדקאי (112).



24 שעות



6 שעות

איור 4. נביטת זרע כשות השדות

מראה מוגדל במיקרוסקופ אלקטרוני של התארכות הנצרון לאחר 6 שעות ו-24 שעות (36).

בדיקה אלקטרו-מיקרוסקופית של הנבט (ב-כשות העקצים) הראתה שבקדקוד ובמרכז נמצאים כלורופלסטים, חלקיקי עמילן וליפידים, וכן תאי שיפה ועצה. פעילות מיטוטית וסינתזה של דנ"א מתרחשות בחלק הקדקודי של הנבט. בחלק הבסיסי אין מריסטמה ואין רקמות הובלה ממוינות ונראות בו חלליות רחבות, אשר מתנוונות עם התארכות הנצרון (89, 110, 134).

לאחרונה דווח שאתילן, שנוצר בקדקוד הנבט, מווסת את התארכותו, וכי 2,4-D, המעודד יצירת אתילן, גורם להפסקת צמיחת הנבט (134).

מניחים כי קליטת המים והמומסים בשורשון עוברת דרך פני השטח של האפידרמיס. לגבי *C. lupuliformis*, הוכח שהשורשון מסוגל לקלוט ולחזר

גפרה (40). אשר לחומרים הדרושים לצמיחת הנבט, נראה שמקורם בהטמעה, המתקיימת באופן מוגבל, ובפירוק ומחזור של תוכן התאים המתבגרים והמתמיינים (89).

במרבית מיני הכשות יש בנבטים כמות מסוימת של כלורופלסטים פעילים, אשר מסוגלים להטמיע. לאחר ההתקשרות פוחתת תכולת הכלורופיל בגבעול (106). נמצאת גם תכולה ניכרת של קרטנואידים, והצבע הירוק מוסתר על ידי הפיגמנטים הצהובים (93).

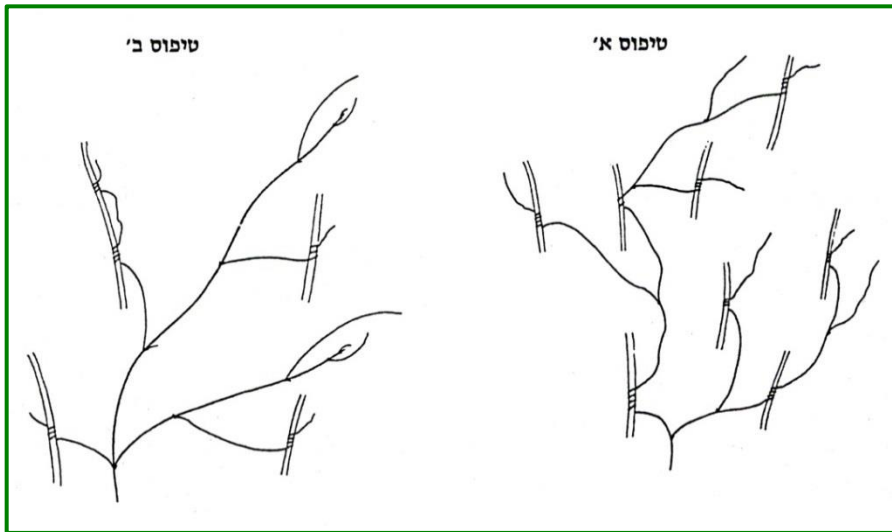
בתנאים אופטימליים ההתקשרות עם הפונדקאי מתרחשת כאשר הנבט נמצא במרחק של סנטימטרים אחדים ממנו.

הודות לתנועה הסיבובית, ככל שהנצרון ארוך יותר, כך הוא סוקר שטח גדול יותר, אולם מידת התארכותו ומשך קיומו ללא התקשרות הם מוגבלים ותלויים בגודל הזרע וברזרבות שבו, וכן בתכולת הכלורופיל שבנבט - תכונות השונות בהתאם למין ולתנאי הסביבה. אורכו של נבט כשות השדות, אשר נבט במים ללא תוספת מזון ב-30 מ"צ ועם 12 שעות אור, הגיע ל-3 ס"מ לאחר 8 ימים, ול-8 ס"מ לאחר 14 יום (4).

בספרות מציינים אורך מרבי גדול יותר - 10 ס"מ ב- כשות השדות, 15 ס"מ ב- *C. lupuliformis*, ועד 35 ס"מ ב- *C. gronovii* (61, 83, 105). בלחות גבוהה הנצרון מתארך יותר ונכרך גם על עצמים מתים, המשמשים כתומכי ביניים. נבט של כשות גדולה יכול להתקיים בתנאים אלה עד 3 שבועות (95). הליפות הוא תגובה של קדקוד הנצרון למגע פיזי עם עצם. בשלב ראשון של המגע נוצרות תחיליות (initials) של מצוצה, גם אם העצם אינרטי, אולם התפתחות המצוצות ויצירת קשר בין הרקמות של הטפיל לאלה של הפונדקאי מתרחשות רק אם הפונדקאי מתאים (20). ההנחה שהמפגש הראשוני בין נצרון כשות הסוקר לבין הפונדקאי הוא מקרי בלבד, הופרכה לאחרונה. תצפיות ב-*C. europaea* על ענף של עזרר הראו כי בעת ההתקרבות של הנצרון לפונדקאי מתרחשת משיכה או דחייה בהתאם למצב התזונתי של הפונדקאי, תופעה המצביעה על בחירה פעילה (80).

ההתקשרות לפונדקאי והתפתחות שלאחריה

לאחר היווצרות הקשר עם הפונדקאי, מתנוון החלק הבסיסי של הנבט ומתנתק הקשר עם הקרקע. מנקודת הקשר הטפילי הראשון מתארכים ומסתעפים גבעולי הכשות, תוך כדי התקשרויות נוספות על אותו הפונדקאי או על פונדקאים אחרים.

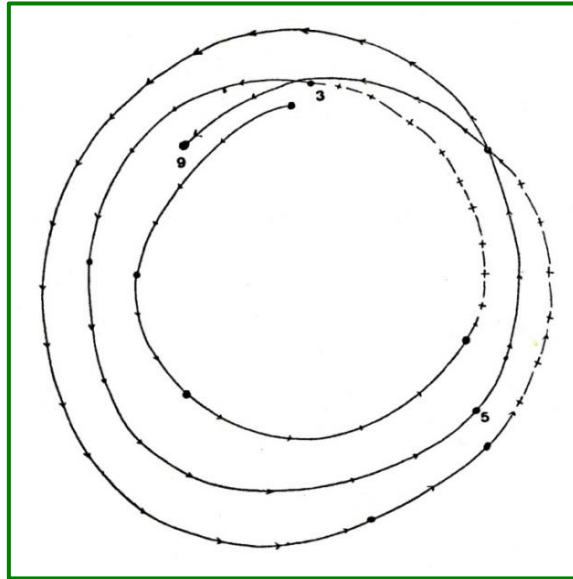


איור 5. התארכות וכריכה של גבעולי הכשות

במיני כשות נצפו טיפוסים כריכה שונים: טיפוס א' - הגבעול מתארך ומסתעף וכל הסעיפים יכולים להתקשר עם הפונדקאי (למשל בכשות שטוחת פרחים); טיפוס ב' - הכריכה סביב הפונדקאי מבוצעת רק באמצעות ענפי קנוקנת מיוחדים הנוצרים על גבעול הכשות (למשל בכשות השדות) (50).

גבעול כשות בוגר לאחר ההתקשרות הראשונית מורכב מפרקים; בכל פרק מופיע עלה קשקשי זעיר, ובחיקו ניצן המתפתח לגבעול חדש. קיימים הבדלים בין המינים במהלך הצמיחה והליפות: בטיפוס אחד (כשות שטוחת פרחים) הגבעול מתארך ומסתעף, והסעיפים הראשיים והמשניים נכרכים סביב הפונדקאי; ואילו בטיפוס השני (כשות השדות) הגבעול מתארך, אך אינו נכרך בעצמו - את הפונקציה הזאת ממלא ענף קנוקנת, הנוצר מניצן שנמצא מול העלה (ראו איור 5). חלוקת תפקידי ההתארכות וההתקשרות בין הענפים השונים מאפשרת בכשות מהטיפוס השני התפשטות מהירה של

הטפיל וכיסוי מלא של הפונדקאי (50). כפי שצוין לגבי הנבט, קצה הגבעול מבצע במהלך התארכותו תנועה סיבובית נגד כיוון השעון. התנועה ברורה יותר בכשות בוגרת מאשר בנבט (ראו איור 6). בכשות גדולה, כגון *C. japonica*, קצה הגבעול משלים סיבוב מלא ב-2-3 שעות (95). התנועה הסיבובית של הנצרון והגבעול מופעלת באמצעות פיטוכרום, ודרוש אור בעל אנרגיה גבוהה בכחול או באדום רחוק כדי להשלים את הכריכה (85). מתצפיות עולה כי חיפוי שחור מנע את תנועת הליפות ואת יצירת המצוצה של הגבעול. מתחת לאספסת צפופה ומצלה נמצא שכריכת הכשות על האספסת הייתה איטית יותר ובהיקף מוגבל יותר מאשר בשטח פתוח (48). כאשר נוצר מגע בין הגבעול לענף של הפונדקאי, הוא לופת אותו ב-2-3 לולאות; הלולאות מתעבות ובפנים אזור המגע נוצרות מצוצות, החודרות לרקמות הפונדקאי. השלב הראשון בהתפתחות המצוצה, שהוא התעבות האזור והופעת תחיליות, אינו קשור ישירות במגע עם רקמת הפונדקאי. בניסויים שנערכו הצליחו ליצור תגובה זו במגע עם זכוכית (110), חוט כותנה (124) או קיסם עץ (48). המשך ההתקשרות, כלומר חדירת "נימים מחפשים" (searching hyphae) מהמצוצה לפונדקאי, התארכותם לעבר רקמות ההובלה, התמיינות תאים ויצירת "גשר" - מותנה בנוכחות ציטוקינין בפונדקאי ובטפיל (123). החדירה היא תוצאה של פעולה מכנית ואנזימתית (95, 99, 100). זוהו אנזימים המפרקים דפנות תאים ("cell wall degrading enzymes"), כמו: פקטין, הימיצלולוזה וצלולוזה, במצוצות של *C. reflexa* על פונדקאים שונים. קוטין נוצר באזור המגע ומדביק בין רקמות הטפיל והפונדקאי (126).



איור 6. תנועה סיבובית של קדקוד הגבעול

קדקוד גבעול הכשות נע בסיבובים, עד שפוגש בחפץ מתאים לכריכה. בניסוי שנערך על מין כשות גסה, נרשם מסלול תנועת הקדקוד במשך 9 שעות מהיום. בקטע מסוים סומן המסלול כל 5 דקות (+----+); 9,5,3 מסמן את המיקום לאחר 9,5,3 שעות (95).

עוד בתחילת המאה ציין Mirande (95) את הנוכחות של תאי שיפה ועצה בחתך אזור המצוצה. מבנה המצוצה ברמה מיקרוסקופית והתפתחותה בעת החדירה לתוך הפונדקאי תוארו בשנים האחרונות במיני כשות אחדים (71), (86). לאחר שאברי החדירה של הכשות הגיעו לקרבת רקמות ההובלה של הפונדקאי, נוצר גשר של טראכאיד (tracheid) עם העצה, אולם נראה שאין קשר ישיר עם השיפה אלא באמצעות פלסמודסמטה (57, 107). בהתקשרות של C. reflexa עם זן שעועית הרגיש לכשות, הבחינו שהנימים המתקדמים לעבר תאי השיפה של הפונדקאי, מתמיינים ל- absorbing hyphae, השואבים מהשיפה, ואילו הנימים הבאים במגע עם העצה, יוצרים אלמנטים טראכיאידים ששואבים מים (35). מהירות השלמת הקשר תלויה במידת התאמת הפונדקאי, ונמשכת בין 3 ל-15 יום. באזור המצוצה מתקיימות פעולות פריקה (unloading) של מזונות, בעיקר סוכרים, מתאי השיפה של הפונדקאי, ופעולות טעינה (loading) בתאי השיפה של הטפיל (20, 62, 131). הועלתה סברה כי הפריקה מופעלת באמצעות מנגנון אנזימתי (132).

לגבי *C. reflexa* הנטפלת לגרניום, תואר מהלך העברת החומרים מהשיפה לטפיל בשלושה שלבים :

א. פריקת החומרים מהשיפה לאפופלסט שבין תאי הכברה ונימי הכשות

ב. העברה דרך האפופלסט תוך כדי פירוק של סוכרוזה

ג. קליטת החומרים או המטבוליטים שלהם בנימי הכשות (70)

בעבודה זו נמצא כי רוב הסוכרוזה והגלוקוזה שהוזרקו לפונדקאי הועברו לטפיל. דרך השיפה מועברים גם חומצות אמינו ומינרלים, כמו אשלגן ומגנזיום (62, 131). כן דווח על העברת גפרה משיפת הפונדקאי לטפיל, שם היא מחוזרת ומשמשת ליצירת חומצות אמינו (40).

ה"גשר" בין מערכות העצה של הפונדקאי לאלה של הטפיל מאפשר העברת מים ומומסים, כגון תרכובות זרחן (107), אך יש לציין שתצורות המים של הכשות היא קטנה, כיוון שגבעוליה עטופים בקוטיקולה עבה עם פיוניות מועטות וההתאדות מוגבלת (61).

מעקב מפורט אחר העברת חומרי המזון מהפונדקאי לטפיל נערך בתורמוס תרבותי שנטפל ב- *C. reflexa*.

הטפיל שאב 56% ממוצרי ההטמעה של הפונדקאי : 99.5% מהפחמן, 93.6% מהחנקן, 74% מהאשלגן, אך קרוב לאפס מהסידן, אשר עברו דרך השיפה, והשאר דרך העצה (79). בנוסף לכך, מדדו את מהירות ההובלה בגבעולי כשות (בעזרת האוקסין IAA), והמהירות הגיעה ל- 10-20 מ"מ לשעה (103).

כושר השאיבה של הטפיל מהפונדקאי הוא רב-עוצמה, ויודגם להלן באמצעות נתונים אחדים. בניסויים שבוצעו ב- *C. indecora* על אספסת הוכחה העברה ניכרת של סוכרוזה מהאספסת לכשות, גם כאשר הפעילות המטבולית של הפונדקאי הופסקה זמנית על ידי צל, ולא התקיימה כל העברה בכיוון הפוך. ניסוי ב- *C. europeae* על פול הראה שהטפיל מסוגל לשאוב מהפונדקאי כמעט את כל המוטמעים המועברים מהעלים לפירות. כאשר כשות ופירות מבשילים נמצאו על אותו צמח פול והיו מתחרים למוטמעים, היה יתרון לטפיל, והזרעים סבלו קשות (129, 130).

נקודה מעניינת היא שמיני כשות אחדים, שנטפלו לצמחים עתירי אלקאלואידים, כמו אטרופה, דטורה או טבק, קולטים את החומרים מן

הפונדקאים דרך השיפה והעצה, ובמקרים מסוימים אף בריכוז הגבוה מזה שבפונדקאי (46, 95).



איור 7. ראשית ההתקשרות בין הכשות לפונדקאי
נצרון הכשות יצר קשר עם פונדקאי מתאים (צמח של סלק סוכר);
בהמשך מפתח גבעול לופת, והקטע שקשר אותו לקרקע מתנוון.

לאחרונה הראו מחקרים שגבעולי *C. reflexa* מסוגלים לקלוט אלקאלואידים מתוך הפונדקאי וכן ישירות מתמיסת מזון (58). אלקאלואידים בעלי משקל מולקולרי גבוה, כמו: hyoscyamine, crotaline, strychnine, quinine, אינם מפורקים בטפיל, אולם חומרים בעלי משקל מולקולרי נמוך יותר, כמו: nicotine ו-cytisine, עוברים מטבוליזציה בטפיל, המשתמש בהם כמקור חנקן לצמיחה (58). מאזור המצוצה מסתעפים גבעולים חדשים. בכשות השדות, למשל, מנו עד 20 גבעולים חדשים, היוצאים מאזור התקשרות אחד (105). לאחר ההתקשרות הגבעול מתארך מהר, עד כדי 8-10 ס"מ ליום (61, 83, 103, 105). כפי שכבר צוין לעיל, גבעולי הכשות יכולים להיכרך תוך כדי התקדמותם על חלקי צמחים שאינם פונדקאים מתאימים, סביב עצמים אינארטים ואף סביב עצמים (78).

בגבעולי כשות יש תכולת כלורופיל מסוימת, המאפשרת הטמעה מוגבלת, אולם במידה שונה בין המינים (61, 92). נמצא שהיחס בין כלורופיל A ל-B דומה לזה שמאפיין צמח אוטוטרופי (93).

מבנה הכלורופלסטים ב- *C. chinensis* דומה לזה שבצמח ירוק, אך מספרם הוא ב-10% פחות מאשר בצמח הירוק (105, 125); ב- *C. reflexa* תכולת הכלורופיל היא רק 2.5% משל צמח הלפופית, וההטמעה מגיעה ל-4% ממנו; וב- *C. europeae* לא נמצא כל כלורופיל (92).

צבע הגבעול הוא בגוון ירוק, צהוב ואדום, בהתאם ליחס שבין הקארטנואידים והכלורופיל, והדבר תלוי במין הכשות והפונדקאי ובעוצמת הקשר ביניהם.

במקרה שכשות מסוימת נכרכת על כמה פונדקאים שונים, צבע הגבעול הופך בהיר וירקרק יותר (בשל ריבוי הכלורופיל), ככל שהקשר הטפילי פחות הדוק (95, 109). Dawson (48) הבדיל בניסויים בין גבעולי אותה הכשות אשר נכרכו סביב אספסת, לבין אלה שלפתו קיסמי עץ, בכך שהאחרונים היו בהירים ודקים יותר. "הורקה" מתרחשת כאשר הקשר בין הפונדקאי לטפיל אינו מאפשר העברה תקינה של מזונות, ונובעת מהורקה של עמילופלסטים ומיצירה מחודשת של כלורופלסטים בגבעול הכשות (95).

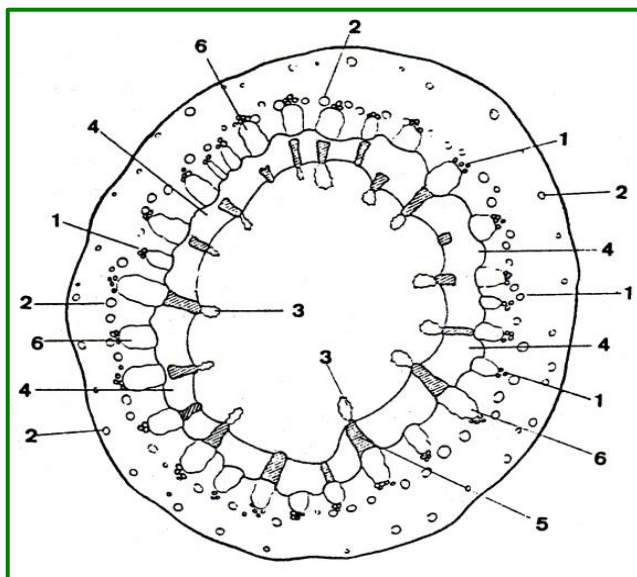
במבנה הגבעול של כשות בוגרת נמצאים ליד מערכת צינורות העצה והשיפה גם מובילי מיץ חלבי (laticifer). למובילים אלה אורך שונה ודפנותיהם המעוצות מחזקות את הגבעול מבחינה מכנית. נראה כי מוהל חלבי זה הוא החומר האחראי לתכונות המרפאות, ששייכו לכשות בעולם העתיק ושאף בימינו ילידי דרום אמריקה משייכים לה (95).

בשל המבנה החזק והגמיש של גבעולי הכשות ובשל שיטת ההתארכות ונקודות תמיכת הביניים, מסוגלת הכשות לכסות את הצמח הפונדקאי ואת סביבתו ברשת סבוכה וענפה. כך לדוגמה, *C. reflexa* על קולאוס בחממה יצרה לאחר שמונה שבועות רשת של 90 מטר אורך (81). *C. polygonum* הצמיחה על עץ ערבה במשך עונת קיץ אחת גבעולים באורך 800 מטר (56).

קטעי גבעול שנותקו מפונדקאי מסוגלים להתקיים במשך ימים אחדים וליצור כריכה חדשה כאשר הם נוגעים בפונדקאי אחר. דרך זו היא דרך הפצה וגטיבית של הכשות.

יתר על כן, נצפתה תופעה שבה בתנאים מסוימים לאחר הסרת כל גבעולי הכשות מהפונדקאי התחדשה צמיחת הכשות מצלקת החדירה שבפונדקאי. בניסוי שנערך ב-*C. gronovii* על צמחי בשמת נמצא כי הסרת גבעולי הכשות מעוררת את תאי הטפיל שחדרו לפונדקאי ליצירת תאים מחודשת ולהתמיינותם עד כדי צמיחה של גבעולים חדשים, הזחים בתפקודם הטפילי לקודמיהם (122).

תופעה זו מסבירה את ההתחדשות האביבית של צמיחת הכשות על פונדקאים לאחר חורף שחיסל את גבעולי הכשות החיצוניים (105). בכל אופן, ברור שתלישת רשת גבעולי הכשות מעל הפונדקאי ללא השמדתה המוחלטת אינה מהווה שיטת הדברה יעילה.



איור 8. גבעול בוגר של כשות

מבנה אנטומי של ענף בוגר ממין כשות גסה: 1. סיבים; 2. מוביל מיץ חלבי; 3. נקבובים; 4. טבעת סקלרכימה; 5. עצה; 6. שיפה (לפי 95).

פריחה, חנטה והפצת הזרעים

הקשר בין התחלת הפריחה בכשות לבין מצב הפונדקאי אינו חד-משמעי. נצפתה כשות פורחת על פונדקאי וגטטיבי, אולם במקרים רבים הכשות פורחת רק לאחר שהפונדקאי החל בפריחתו, בתנאי יום קצר או יום ארוך (63, 105). בניסוי ב- *C. reflexa* בתמיסת מזון, הצליחו לגרום לפריחה ביום קצר (37). טרם הובהר אם פריחת הכשות מושפעת ממצבו התזונתי של הפונדקאי או שמא יוצר הפונדקאי חומר המווסת את פריחת הטפיל (131).

הפרחים קטנים וערוכים על פי רוב בקרפות. לפי Gaertner (64), ב- *C. gronovii* ובכשות השדות ההפריה אוטוגמית, ואילו במינים אחרים נדרשים חרקים להפרייתם. בכשות הקורנית מתקיימת הפריה זרה וגם עצמית. הפריחה נמשכת חודשים אחדים, בהתאם למין הכשות, לפונדקאי הנטפל ולאזור הגידול. בתנאי הארץ, תקופות הפריחה המצוינות ב-מגדיר לצמחי בר בארץ ישראל (17) הן: כשות השדות (הנפוצה מאוד במרבית חלקי הארץ) – בין מאי לדצמבר; כשות שטוחת פרחים (המצויה בעיקר בדרום הארץ) – בין ינואר למאי; וכשות בבילית (נדירה, מצויה בבקעת ים המלח) – בין יוני ליולי.

הפרי הנו הלקט קרומי, הנפתח בהבשלה או נשאר סגור, בהתאם למין. מספר הזרעים לצמח הוא רב - כתם קטן של כשות יכול לחנוט 500-1000 זרעים במהלך עונה. הפירות הזהובים נאכלים בתאווה על ידי ציפורים, והזרעים אינם מתעכלים לגמרי ומתפזרים עם הלשלת. פרי הכשות נאסף עם הגידול או נופל לאדמה.

אילוח מטעני גרעיניים בזרעי כשות היווה בעבר מקור הפצה עיקרי של הכשות ודרך להעברתה למרחקים לאורך צירי המסחר. למרות ההתקדמות שחלה בשנים האחרונות בשיטות ניקוי זרעים ובאכיפת תקנות ביקורת הזרעים, עדיין נחשבת דרך זו לדרך ההפצה העיקרית. בבדיקות ביקורת של זרעים בנמלי כניסה לארה"ב מתועדת היטב הימצאות של זרעי כשות בגרעיני קטניות. בשנים האחרונות התגלו זרעי כשות ממינים שונים, כמו: *C. australis*, *C. chinensis*, *C. japonica*, בגרעיני סויה מסין (82).

לאחרונה דווח על זרעי כשות המאלחים מטענים של *niger seed* (*Guizotia abyssinica*), המיובאים לארה"ב מהודו ומאתיופיה כמזון לציפורים, והתברר שזרעי הכשות מופצים באמצעותן (118).



בביקורת זרעים של גרעיני יבוא הנעשית בארץ מוצאים עדיין זרעי כשות באופן שכיח למדי ; כך למשל, זרעי כשות התגלו לאחרונה במטעני מלוחייה מארץ שכנה. בשל הימצאות כשות בשדות תלתן בארץ, מקפידים מאוד על ניקוי הזרעים המיועדים ליצוא, כיוון שלפי התקנות הבין-לאומיות, נוכחות כלשהי של זרעי כשות פוסלת את המשלוח כולו.

במעבדה לבדיקת זרעים של משרד החקלאות נמצאו בשנת 1990 זרעי כשות ב-7% ממדגמי תלתן אלכסנדרוני, ויש לציין כי בשנת 1993 ב-50 מדגמי תלתן ליצוא לא נמצא אף מדגם מאולח בכשות (נמסר אישית ע"י ל' מזור וז' פדר).

קשר הטפילות ונוזקה

התאמה בין הטפיל לפונדקאי

מידת התאמה

Mirande הבחין כי לאחר הכריכה הראשונית, עשויה עוצמת הצמיחה והפריחה של הכשות על הפונדקאי להיות שונה, וקבע שהתפתחות זו מבטאת את מידת ההתאמה והקשר בין הטפיל לפונדקאי (95). בעקבותיו, חילק Krohn את הפונדקאים של מין כשות נתון לשלוש דרגות של התאמה (84):

1. פונדקאי ראשוני המספק לכשות את כל המזונות הדרושים;
2. פונדקאי שעליו הכשות אמנם יכולה להתקיים, אולם צמיחתה תהיה מוגבלת;
3. פונדקאי היכול לשמש רק כתומך לגבעולי הכשות. הכשות תוכל להתקיים על פונדקאי כזה רק אם יש לה קשר ראשוני עם פונדקאי מתאים.

Gaertner הכינה רשימה של פונדקאים ודרגת התאמתם ל-9 מיני כשות נפוצים, על פי ניסויים ונתוני הספרות (64). היא הדגישה כי כל אחד ממיני הכשות שבדקה מסוגל היה להתקשר עם יותר מפונדקאי אחד; כך לדוגמה, כשות הפשתה הנחשבת כספציפית מאוד לפשתה, נטפלת גם ל-7 פונדקאים אחרים ממשפחות שונות. מאידך, פונדקאים מסוימים יכולים להיטפל ע"י מיני כשות אחדים. למשל, אספסת תרבותית נטפלת ע"י שישה מיני כשות שונים. באותה עבודה נמצא כי כשות השדות יוצרת קשר טפילי עם 69 צמחים, השייכים ל-24 משפחות שונות, אך איננה יכולה להתקשר עם 30 צמחים אחרים. לעתים משפחה בוטנית מסוימת (כגון: מצליבים, מורכבים, סולניים וקטניות) כוללת מינים הנטפלים או העמידים לאותה הכשות. ברשימתה הופיעו מקרים מועטים של קשר עם דגניים. בנוסף, היא מציינת כי כשות השדות נכרכת על דוחן תרבותי, אולם אינה מגיעה עליו לפריחה.

Parker & Riches (105) מפרטים בסקירתם מ-1993 את דרגות ההתאמה בין הכשות לפונדקאי ומגדירים כפונדקאי ראשוני (primary host) צמח שעליו הכשות יכולה להיכרך החל משלב הנבט; וכפונדקאי משני (secondary host) צמח שעליו הכשות יכולה להיכרך רק בשלב מאוחר יותר, בד"כ לאחר התקשרות קודמת על פונדקאי ראשוני. נראה, שהקשר בין הכשות לרוב הדגניים שייך לטפילות משנית (111).



איור 9. התקשרות בין כשות לפונדקאי
גבעול כשות נכרך סביב גבעול של בקיה

יואל ואסייג (11) מציינים כי גבעולי כשות השדות נשארים לרוב על הדגניים, כשהם דקים וצהובים, לעומת היותם חוטים עבים וכתומים על פונדקאים דו-פסיגיים. הם מצאו שתאי הגישוש של הכשות, החוצים את האפידרמיס של עלי הדגן, אינם חודרים לצרורות ההובלה. תוצאה דומה נתקבלה במחקר של התקשרות גבעול של *C. reflexa* על עצמה. גם במקרה זה, לאחר החדירה הראשונית, תאי המצוצה אינם מתארכים והם אינם מסוגלים ליצור קשר עם מערכות ההובלה של הקטע הנטפל, ולכן אין גם שאיבה של מזונות ממנו (78).

הבדלי רגישות

הרגישות לכשות אינה תואמת בדיוק את ההגדרות הטקסונומיות. תגובה שונה יכולה להתגלות בתוך אותה המשפחה הבוטנית: כשות שטוחת פרחים נקשרת לחציל ולפלפל, אך לא לעגבניות (94). ביחסי שעועית ו-*C. reflexa* מבחינים בהבדלי רגישות בין המינים, כלהלן: *Phaseolus aureus* – מין רגיש; ו-*P. vulgaris* – מין עמיד לטפיל (35).

פוטיבסקי וחובריה (18) דיווחו על הבדלי רגישות גדולים ל- כשות השדות בין תבלינים ממשפחת השפתניים השייכים לאותו הסוג: אוריגנו קרבקרולי רגיש יותר מאוריגנו טימולי, נענה משובלת (ספרמינט) רגישה יותר מנענה חריפה (פפרמינט), ומרווה משולשת רגישה יותר ממרווה רפואית. מתוך

חמישה זני עגבניות, שנבדקו לגבי הטפילות בכשות השדות, שניים גילו רגישות, שני זנים היו בעלי התאמה מוגבלת, ואחד הראה עמידות כתוצאה מרגישות יתר (31). יש לציין כי לעתים עמידות העגבניות לכשות נוטה לגבור עם הגיל. שתילי עגבנייה (מזן Hellperle) בגיל שבועיים נפגעו בשיעור גבוה מ-90% מ-*C. odorata*, ובגיל חודש גילו עמידות של 100% (77).



איור 10. התפשטות הכשות

גבעולי כשות שנטפלו לפונדקאי ממשיכים להתארך ומתקשרים עם פונדקאים נוספים, גידולים ועשבים, תוך כדי יצירת רשת סבוכה.

גורמי עמידות

- עמידות של פונדקאים מסוימים לכשות יכולה להיגרם ע"י מכניזמים שונים.
- במחקר העוסק בהבדלי ההיטפלות בצמחי תבלין, התגלתה הקבלה בין מידת רגישות הצמח לבין הפעילות המעכבת היכרכות של השמנים האתרים, המאפיינים את אותו התבלין (18).
 - בתפוח אדמה ובבטטה, העמידים ל- *C. reflexa*, זוהו מעכבים של אנזימים מפרקים של דופני התאים המיוצרים בכשות. הועלתה סברה שהסידן לבדו או בהיותו קשור ליוני מתכת נוספים הוא הגורם המעכב (99, 100).
 - העמידות של זני עגבניות מסוימים נובעת מרגישות יתר בשלב מוקדם של המגע, והנקרוזה של תאי האפידרמיס של הפונדקאי מונעת את המשך התפתחות הטפיל (31). תהליך כזה תואר לגבי *C. reflexa* וזן העגבנייה *Hellfrucht* – באזור המגע עם המצוצה מתרחשת בשלב הראשון התעבות התאים, בהמשך הם מתנוונים, וסביב הכתם הנקרוטי מתקיימת סובריזציה של התאים. השלב ההתחלתי הוא תגובה ספציפית לכשות, ואילו יתר התגובות מתרחשות ברקמות שנפצעו (88).
 - כשגבעולי *C. reflexa* באו במגע עם שני מיני השעועית שצוינו לעיל, הייתה התארכות התחלתית בשניהם, אולם לאחר שבוע פסקה הצמיחה במין העמיד. חדירת המצוצה בשעועית העמידה גרמה להתחלקות תאים רבה, ובאזור השיפה נוצרה שכבה אמורפית עם תרכובות פנוליות, שמנעה חילופי חומרים, אפילו פסיביים, בין הטפיל לפונדקאי.
 - עמידותה של הכותנה ל- *C. lupuliformis* מוסברת ביצירת שכבה חוצצת סביב המצוצה: כתגובה לחדירה לרקמה של הכותנה מתרחשות חלוקה והתמיינות מהירות בקליפת הגבעול, היוצרות שכבה של תאים עם סוברין, וזו עוצרת את המשך ההתקשרות.
 - לעתים אי-יצירת הקשר בין הכשות לצמח נגרמת מסיבה מכנית; לדוגמה, *C. gronovii* אינה נכרכת על הקוצן *Cirsium arvense* בשל הקוצים המכסים את ענפיו ועליו (65).



איור 11. כשות על עגבניות, חימצה ואבטיח

נזקי הכשות

בתנאי טפילות אופטימליים שואבת הכשות מהפונדקאי את כל המזונות הדרושים לבניית רשת גבעולים ענפה, ובכך מתחרה ופוגעת בהתפתחות התקינה של הפונדקאי. בסקירת הנזקים שמסבה הכשות בעולם מצוין כי הפגיעה ביבולים היא איכותית וכמותית, ובמקרה של התקפה קשה עלולה הפחתת היבול להגיע עד כדי כישלון גמור של הגידול (104).

להלן דוגמאות אחדות למידת הפגיעה, כשהנזקים תועדו במיוחד בקטניות התרבותיות, הרגישות ברובן לכשות:

- מיוגוסלביה דווח על נגיעות של כשות ביותר מ-80% משדות האספסת והתלתן, וכ-20% מהשדות נעזבו בשל חומרת ההתקפה (117).
- במדינת וושינגטון בצפון-מערב ארה"ב, האספסת מותקפת על ידי כשות השדות ועל ידי *C. indecora*. הכשות מכסה את הצמחים בחודשי הקיץ ברשת סבוכה, כך שבנוסף לתחרות על המזון, צל הכיסוי פוגע בגידול. בניסוי רב-שנתי, שבו הושו חלקות עם כשות לחלקות ללא כשות, נמצא שהטפיל הקטין את התארכות צמחי האספסת ב-32% עד 53%, וגרם להפחתת יבול של 41% עד 73% (53).
- בניסויים שנערכו בקליפורניה במשך שנתיים, הפחיתה התקפת *C. indecora* את עומד האספסת ב-54% ואת יבול הירק ב-42% (45).
- בתחנת הניסיונות של אוניברסיטת אלכסנדריה במצרים מצאו כי פגיעת הכשות *C. chinensis* באספסת גרמה להפחתה ניכרת ביבול הירק בקצירי הקיץ וכן ביבולי הזרעים ובכושר נביטתם (32).
- בניסוי במכלים, שבו נבדקה השפעת הכשות על האספסת, פחת המשקל הירוק של עלוות האספסת ב-5%, 19%, ו-52% לאחר 3, 5, ו-7 שבועות של היטפלות, בהתאמה. משקל הכשות הגיע ל-13%, 18%, ו-47% ממשקל עלוות האספסת, בהתאמה למשך ההיטפלות (ראו טבלה 4).
- בארץ החימצה סובלת באופן חמור מהתקפות של כשות השדות, ומדיווחים על ניסויים בהדברת הכשות אפשר ללמוד בעקיפין על הנזק הנגרם ליבולים כתוצאה משיבוש בכשות. ההפרשים ביבולים בין חלקות שקיבלו טיפול יעיל נגד כשות, לבין חלקות ההיקש המאולחות – הגיעו לעשרות אחוזים והיו מובהקים מבחינה סטטיסטית (ראו טבלה 5). נוסף לפגיעה ביבול החימצה, גרמה הכשות להפחתה מובהקת במשקל האלף של הגרגירים, תכונה הקובעת את מחיר המוצר (5).

טבלה 4. השפעת משך היטפלות בכשות על צמיחת אספסת

היטפלות	משקל עלוות אספסת		משקל כשות
	מ"ג לצמח	% היקש	מ"ג לצמח
שבועות			
0	452 א	100	0 ג
3	430 אב	95	55 ב
5	365 ב	81	65 ב
7	216 ג	48	102 א

סמוך לצמחי אספסת (זן פרוביאנית) שגודלו במכל, נזרעו זרעי כשות השדות מטופלים בהפרש זמן של שבועיים. המכלים הוצבו בחממה. כל העלווה נקצרה לאחר 3, 5 ו-7 שבועות מהתקשרות הכשות לאספסת. בטבלה מופיע ניתוח סטטיסטי לפי דנקן. ערכים באותה עמודה, המלווים באותה האות, אינם נבדלים ביניהם בהסתברות של 95% (פרטים נוספים על הניסוי מופיעים בנספח).

טבלה 5. היבולים בחלקות היקש ובחלקות עם הדברה יעילה בניסויים להדברת כשות בחימצה

שנת הניסוי	יבול גרגירי חימצה (ק"ג לד')		טיפול הדברה יעיל	פרסום
	אילוח מרבי	אילוח מזערי		
1981	167	376	"קרב" 100 ג'ד' אחר הצצה	(5)
1990	138	228	"קרב" 100 ג'ד' + "דואל" 200 סמ"ק/ד' אחר הצצה	(3)
1995	330	452	"סנפשוט" 10 ק"ג לדי אחר הצצה	(24)
1996	91	189	"פלקסידור" 20 סמ"ק/ד' קדם הצצה ולאחר הצצה	(24)

מתוך סדרה של ניסויים בנושא הדברת כשות בחימצה שנערכו בבית דגן ע"י המחלקה לחקר עשבים רעים של מנהל המחקר החקלאי. בניסוי הנתון האילוח המרבי מתייחס להיקש, והאילוח המזערי מתייחס לטיפול שהשיג את הדברת הכשות היעילה ביותר. הטיפול כולל: תכשיר, מינון ומועד היישום. ההפרשים בין יבולי החקלאות היו מובהקים בכל הניסויים בהסתברות של 95%.

דוגמאות מגידולים נוספים הסובלים מהכשות :

- בעבודה בנושא השפעת הכשות *C. reflexa* על הגידול לשמן *Brassica juncea* נמצא כי הטפילות פוגמת ביצירת הזרעים והשמן, כך שבזנים רגישים לכשות נרשמה ירידה של 20% ביבול הזרעים, ושל 45% בתכולת השמן. הכשות גורמת גם לעיכוב בתהליך יצירת השמן, וכתוצאה מכך חלים שינויים בהרכבו וירידה באיכותו (96).
- לפשתה המותקפת על ידי כשות הפשתה במצרים, נגרמת הפחתה ביבול הזרעים, ביבול הקש ובאורך הסיבים (33).
- מירדן דווה על פגיעה רצינית כתוצאה מהינגעות עצי הדר בכשות הגסה. גבעולי כשות המציצים מתחת לעצים, מתקשרים קודם לעשבים, לאחר מכן מטפסים על הענפים, ובהמשך מכסים את העץ כולו. התחרות של הכשות עם הגידול והצל שגורמת הכשות פוגמים ביבול ומקשים על הקטיפה (30).
- בתבלינים, שחלקם רגישים מאוד לכשות השדות, הימצאות גבעולי כשות עלולה לפסול את החומר ליצוא (18). גם בין צמחי הנוי בחלקות גידול ובגינות נרשמו בארץ מקרי היטפלות בכשות, ונוכחותה מהווה פגם אסתטי, ההופך את המוצר לבלתי סחיר.
- פרט לנזקי הכשות שצוינו לעיל, קיימת גם אפשרות לכך שכאשר כשות מתקשרת לצמחים אחדים היא עלולה להעביר מחלות מאחד למשנהו. מאונטריו בקנדה דווח כי הכשות *C. gronovii*, המתקיפה משתלות טבק ומדכאה את השתילים הצעירים, פעילה גם בהעברת וירוס ומיקופלסמה לצמחי הטבק (65).
- לעומת הנזקים הברורים שמסבה הכשות, מן הראוי לציין כי במרוצת הדורות השכילו להשתמש בה לתועלות שונות; כך למשל, בסקנדינביה השתמשו בעבר במיצוי של *C. tinctoria* לצביעת בדים (95); פעילותה של הכשות כצמח מרפא מוזכרת בתלמוד (14), ואף בהווה מדווחים על שימושים רפואיים בכשות בהודו ובאמריקה.

הדברת הכשות

מצב הנגיעות הנוכחי בארץ מחריף ומתרחב, לכן יש ללחום בכשות בנחרצות בתוך השטחים החקלאיים, לאורך הכבישים, בשולי דרכים ובשטחי בור.

מאפיינים ביולוגיים של הכשות לתכנון ההדברה

1. הכשות מתרבה בעיקר ע"י זרעים.
זרעי הכשות עטופים בקליפה בלתי חדירה, המאפשרת את הישרדותם הממושכת בקרקע ובאחסון.
במשך הזמן חלה התרככות הדרגתית של הקליפה, וזרע עם קליפה חדירה נובט ללא עיכוב, כאשר תנאי הסביבה מתאימים.
יש לנקוט בכל האמצעים כדי למנוע כניסת זרעי כשות לשדה. שדה מאולח מעונת גידול אחת עלול להישאר נגוע במשך שנים.
2. הכשות מנתקת את קשריה עם הקרקע זמן קצר לאחר ההיטפלות ושואבת את כל מזונה מהפונדקאי הנטפל.
נזק ניכר נגרם לגידול הנטפל, והפגיעה גוברת ככל שהנגיעות נמשכות ומתרחבות.
בשדה נגוע יש לפעול כנגד הכשות כבר מתחילת הופעתה.
3. הכשות מתחילה לפרוח זמן קצר לאחר שהתקשרה לצמח הפונדקאי.
יצירת הפרחים וחנוטת הזרעים נמשכות במקביל לצמיחת גבעוליה, ובמשך העונה נוצרים זרעים רבים. מטרת הלחימה בכשות היא כפולה: מניעת נזק ישיר לגידול ומניעת אילוח השדה.
4. הכשות מציצה ומתפתחת באביב ובקיץ.
יש לכוון את הכנת השטח, את מועד הזריעה ואת בחירת הזנים של הגידול, כך שרוב התקופה הרגישה תהיה מחוץ לגל הופעת הטפיל.
5. סבך חוטי הכשות על פונדקאי אינו מאפשר הפרדה מכנית בין העלווה לגבעולי הכשות. חלקי כשות, הנותרים על הצמח, מתחדשים מהר ועלולים אף לעבור את החורף על פונדקאי רב-שנתי.

אם מצב הנגיעות התקדם, יש לשקול שיטות השמדה חריפות, גם אם אלה עלולות לפגוע בגידול. לאחרונה, מפתחים שיטות הדברה בררניות העשויות לפגוע בכשות גם לאחר ההיטפלות.

6. קטעים של גבעולי כשות טריים עלולים להתקשר לצמחים בריאים אחרים, ולהוות מוקדי נגיעות.

יש להיזהר מהעברת הנגיעות בתוך השדה, ולמנוע הוצאת עלווה נגועה, ירוקה או יבשה אל מחוץ לשדה.

7. גידול עמיד לכשות אינו מונע את הצצתה, אך עם זאת, אינו מאפשר את המשך התפתחותה, וכתוצאה מכך הטפיל מתנוון.

גידול עמיד מקטין את מלאי זרעי הכשות בקרקע, לכן יש לתכנן מחזור גידולים כזה שיאפשר איזון בין גידולים רגישים לגידולים עמידים.

8. שטחי בור, מאגרי מים, שולי דרכים ומבנים חקלאים מהווים תחנות ביניים בהפצה של זרעי כשות.

מיני כשות נטפלים למגוון צמחים, ביניהם גידולים, צמחי נוי, עשבים, רעים וצמחי בר, המשמשים כנשאים של הטפיל.

הדברה משולבת צריכה לקחת בחשבון את עשבי הבר בתוך השדה ואת המוקדים השונים הנמצאים מחוץ לאזורי הגידולים התרבותיים.

אמצעים וגישות בהדברת הכשות

לא קיימת שיטת הדברה אחת המבטיחה השמדה של הטפיל בעלות כלכלית סבירה, אולם קיימים אמצעים שונים, המסוגלים להגביל את התפשטות הכשות ולהדביר מוקדי היטפלות: מניעת הפצת הזרעים, אמצעים אגרוטכניים, אמצעים מכניים, אמצעים כימיים ואחרים.

להשגת הדברה יעילה יש לשלב כמה שיטות.

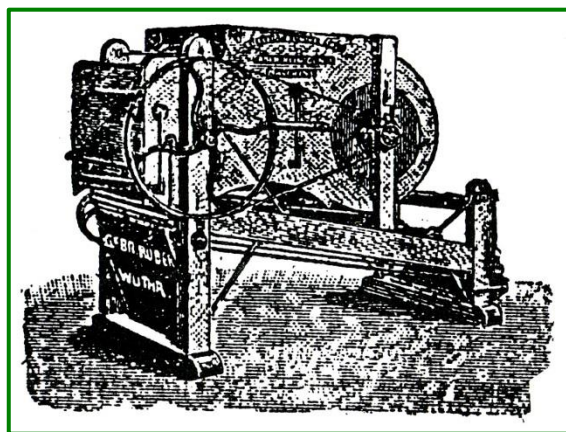
מניעת הפצה של זרעי כשות

פעולה זו הייתה שיטת הלחימה העיקרית נגד הכשות לפני הופעת הכימיקלים למיניהם, והיא עדיין מוגדרת כ"קו ההגנה הראשון" בלוחמה נגד הכשות (105). הפעולה מתחילה במניעת שימוש בזרעים או בשתילים ממקור מאולח, ובמקרה שיש חשש להימצאות זרעי כשות בחומר הריבוי - יש לבצע פעולות ניקוי. ניפוי זרעי כשות מתוך גידול שנטפל אינו מהווה בעיה מכנית מיוחדת אם גודל הזרעים שונה, אולם הוא בעייתי כשזרעי הגידול דומים לזרעי הכשות, כפי שקורה בזני אספסת ותלתן מסוימים.

כבר ב-1920, בראשית ההתיישבות בארץ ישראל, מדגיש צ'יזיק את חשיבות ניקוי זרעי הקטניות מכשות ומתאר את המכונה "של האחים רבד לבירור האספסת מהכשותה" עם מערכת של נפות וזרמי אוויר (21).

להפרדת הזרעים משתמשים בטכניקות שונות, המבוססות על חספוס הקליפה של זרעי הכשות לעומת זרעי הקטניות. באחת השיטות מפזרים אבקת מתכת הנצמדת לזרעי הכשות, כך שניתן להפרידם באמצעות מגנט. בשיטה חדישה יותר משתמשים בגלילי לבד או קטיפה, שעליהם נדבקים זרעי הכשות. עם זאת, אין שיטה שיכולה להבטיח ניקוי מוחלט, ובכל ניפוי מאבדים גם חלק מזרעי הגידול, כך שיש גבול כלכלי לכדאיות ההפרדה. לפיכך, יש חשיבות מרובה לשמירת שדה לגידול זרעים נקי מהטפיל.

במאה הקודמת ובתחילת מאה זו היה מערך הלחימה נגד הכשות באירופה מבוסס בעיקרו על מניעת ההפצה של זרעי הטפיל, שהובטח באמצעות תקנות רשמיות שחייבו ניקוי של השדה אצל החקלאי וניקוי של הזרעים אצל הסוחרים. תעודות מתקופה זו מראות כי השלטונות היו ערניים מאוד לנוכחות של עשבים רעים, ובמיוחד של כשות. כך למשל, בנסיכות סכסוניה בגרמניה יצאה ב-1870 תקנה המחייבת את החקלאים להשמיד כתמי כשות בתוך חלקות תלתן ופשתה. נדרשה השמדה על ידי שריפה או קבורה, ואי-ביצועה גרר קנס כספי גבוה (126). בצרפת נחקק חוק ב-1888, המסמך מושלי אזור לנקוט בכל האמצעים להשמדת עלקת וכשות (108).



איור 12. מכונה להפרדת זרעי כשות

מכונה של האחים רבד לבירור האספסת מהכשותה.

איור מתוך מאמר על הכשות, שהתפרסם בעיתון "השדה" כרך א' (1920).

בישראל יש כיום תקנות המחייבות ניקיון של הזרעים מעשבים מחבלים, כולל עלקת וכשות, ברמת מסחר פנים-ארצית ובין-לאומית. יש אף תקנה בעניין מניעת הפצה של זרעי עשבים רעים (תשי"ג - 1953), שכאן המקום להזכירה, כיוון שאילו הייתה נאכפת כלשונה, הייתה בולמת את ההתפשטות הנוכחית של הכשות⁴.

דוגמה מאלפת של חדירת הכשות לגידול חדש כתוצאה מאילוח חומר הריבוי ניתנה במקרה של צמחי תבלין (18). כשות הופיעה לראשונה בחלקות של מיורם מתוק וריחן, שנזרעו מזרעים שמקורם בארה"ב. כפי שהתברר מאוחר יותר, זרעים אלה כללו ביניהם גם זרעי כשות שהתרבו כאן. חלק מצמחי התבלין הרגישים לכשות נדבקו מחלקות אלה ומעשבי הבר שגדלו בשדה, והעבירו את הכשות הלאה. כיום נחשב הדבר כבעיה חמורה בגידול התבלינים ליצוא.

⁴ תקנות ההגנה על הצומח (מניעת הפצה של זרעי עשבים רעים), תשי"ג - 1953: "לא יאחסן אדם פסולת ולא יעבירה ממוקום למקום, אלא אם...נארזה באריזה השומרת בפני פיזור, או הושמד כוח נביטתם של זרעי העשבים שבה...לא יאכיל אדם בעלי חיים פסולת ולא יפזרה, אלא אם השמיד את כוח נביטתם של זרעי העשבים שבה...לא יוציא אדם קומביין או מכונה חקלאית אחרת מתחום רשות מקומית, אלא אם נוקו מפסולת תחילה. העובר על הוראות התקנה דינו מאסר 6 חודשים או קנס 50 לירות או שני העונשים כאחד."

העברת אדמה משדה שהיה נגוע בעבר בכשות, לצורך הכנת חממה או לערבוב עם מצע גידול - פסולה, כיוון שייתכן שאדמה זו מכילה זרעי כשות שעדיין חיוניים.

לאחרונה אירעו מקרים של הופעת כשות בגידולי נוי, ואפשר היה להתחקות אחר מקור האילוח עד למשתלה.

יש להימנע מהוצאת ירק מאולח מהשדה והאבסתו לבעלי חיים, משום שבדרך זו עלולים זרעים או גבעולי כשות להגיע לאזור המשק. אין להשתמש בזבל, שנוצר מירק מאולח, כיוון שמעבר זרעי הכשות במערכת העיכול ותהליך הקומפוסטציה של הזבל אינם מבטיחים את קטילת הזרעים (21). באופן כללי, הטיפול נגד מוקדי ההיטפלות צריך להיות נמרץ ומהיר וכולל השמדה מוחלטת במקום.

הנחיה זו מתייחסת בראש ובראשונה לשטחים מעובדים ולשולי השדות, אולם עם התרחבות הנגיעות בארץ, חשוב לטפל גם ב"תחנות המעבר". מאגרי מים ותעלות ניקוז מהווים מקור רציני לגידול ולהפצת הכשות. על דפנותיהם מציצים בקיץ עשבי בר שונים הרגישים לכשות, במיוחד הלכיד. זרעי הכשות הנופלים למים שומרים על חיוניותם די זמן כדי להגיע לשדות. בין עשבי הבר הנפוצים, המועדפים על ידי הכשות, נציין את ירבוז משתרע, גזר בר, ינבוט, הגה, לכיד, חבלבל וארכובית. עשבי הבר הללו מרובים בשטחי בור, בצדי דרכים, במעברי מים, בחצרות משק, ואף לעתים בתוך שדה של גידול, אשר הוא עצמו עמיד לכשות (25).

הדברה מכנית ופיזית

1. טיפול ידני

הוצאה ידנית יכולה לבוא בחשבון רק בנגיעות נקודתית מוגבלת. אם הכשות כבר נכרכה על צמח, עדיף להוציא את הטפיל עם הפונדקאי. יש לזכור כי קטעי כשות שנותרו על הצמח וגבעולי כשות טריים שבאו במגע עם צמחים אחרים, מחדשים במהרה את צמיחתם. כשות שהחלה לפרוח אין לקבור בשדה, אלא יש לשרוף אותה מחוץ לשדה.

2. אש וחום

- **בעירה** - בארה"ב מקובל השלהוב כטיפול נגד כשות באספסת. לאחר הטיפול נפגעת אמנם התחדשות הגידול הראשונה, אך בהמשך האספסת מתחדשת מהר יותר. השלהוב יכול להיעשות באופן נקודתי או בשדה שלם, כשהציוד (מבער בגז פרופטן) מורכב על טרקטור. בדרך כלל עוברים פעמיים עם מבער: בפעם הראשונה בכדי להשמיד את העלווה, וכעבור ימים אחדים, בפעם השנייה, כשבמבער מחצית מכמות הדלק להשלמת הייבוש. חריכת עלוות האספסת משמידה כמעט לגמרי את זרעי הכשות שעל הצמח. ביצוע השלהוב אמנם איטי יותר ועלותו גבוהה פי 3 מעלות הכיסוח, אך זו השיטה המועדפת בארה"ב לקראת סוף העונה (45, 102).

השיטה מיושמת גם בארצות אחרות ובגידולים שונים, כמו סלק סוכר, אפונה, ודלועיים (105). נהוגות גם אפשרויות שריפה אחרות, כגון: שפיכת נפט על העלווה והדלקתה, או ריסוס העלווה בקוטל מגע לייבוש ואח"כ שריפתה, או כיסוי העלווה בחומר צמחי יבש ושריפה.

• טמפרטורות גבוהות

- **חיטוי סולרי**: טמפרטורת הקרקע הנוצרת מתחת ליריעות פלסטיק שקוף בחודשי הקיץ בתנאי יישום אופטימליים לרוב אינה עולה על 60 מ"צ, וזו אינה מספיקה כדי לקטול זרעי כשות בעלי קליפה קשה (9, 26). השיטה עשויה לפעול על מיעוט זרעי הכשות עם קליפה חדירה, אך אינה יעילה נגד מלאי הזרעים הקשים שבקרקע.

- **חיטוי בחום גבוה**: בניסויים בנושא טיפול בזרעי כשות השדות ו-C. indecora במשלוחים של *niger seed* (Guizotia abyssinica), המיועדים כמזון לציפורים, נמצא כי הפעלת חום יבש ב-90 מ"צ עד 6 שעות לא הועילה, אולם טיפול ב-100 מ"צ במשך רבע שעה אכן גרם לאובדן חיות זרעי הכשות, בלי לפגוע בתכונות המסחריות של הגרגרים. השיטה משמשת לעיקור הזרעים האסורים למעבר בתחנות ביקורת הגבולות (118). יתר על כן, התקבלו גם דיווחים על הצלחה של חיטוי באדים לעיקור משתלה לקראת שתילת טבק, שבו הגיעה טמפרטורת הקרקע בעומק של 30 ס"מ ל-82 מ"צ; חיטוי זה נמשך 30 דקות וגרם לקטילת כל זרעי *C. gronovii*, שנמצאו באדמה (65).

3. כיסוח

באספסת שנטפלה בכשות ניתן לכסח קרוב לפני הקרקע (בגובה 3 ס"מ, במקום 10 ס"מ כמקובל), וכך להסיר חלק גדול מהירק הנגוע ולהגביל את התחדשותה (52). בניסוי שנערך באספסת בדרום קליפורניה (45), מצאו שבהיעדר כשות גרם הכיסוח הנמוך להפחתת יבול הירק ב-13%, אולם באספסת מותקפת הגביר הכיסוח את היבול ב-32%, ופגע פחות בגידול מאשר הפגיעה בו בשיטת השלהוב.

אמצעים אגרוטכניים

1. מחזור

גידול רגיש לכשות חשוף להתקפת הטפיל מזרעים או מחלקי כשות שהגיעו מחוץ לשדה, אם השדה היה נקי קודם לכן, או מתוך מלאי זרעי הכשות שבשדה מאולח. הפגיעה בגידול רגיש היא כפולה – נזק ישיר מהטפיל וחדוש מלאי הזרעים בקרקע, בעקבות התפתחות הכשות עליו. כדי לאפשר היעלמות הדרגתית של זרעי כשות במלאי השדה, חשוב לשלב לאחר גידול רגיש גידולים עמידים או גידולים שרגישותם מוגבלת. כיוון שלמרבית מיני הכשות יש פונדקאים רבים, אין זה קל להרכיב מחזור גידולים כלכלי עבור שדה מאולח.

להלן מספר נתונים שהגיעו מחו"ל (105):

לגבי כשות הפשתה, ממליצים שלא להחזיר גידול פשתה לסיבים או לגרעינים במשך 5 שנים לפחות. הסויה רגישה ל- *C. chinensis* ול- *C. australis*, אך עמידה בדרך כלל לכשות השדות. גידולים אחרים, הנחשבים עמידים לכשות השדות, הם שעועית, קישוא, מלפפון, כותנה ועגבניות. יש לציין כי בגידולים אלה קיימים הבדלים ברגישות הזנים, ואפשר לנצל תכונה זו בהרכבת המחזור.

בארץ ישראל הותקפו בשנות ה-30 באופן חמור שדות תלתן על ידי הכשות, וכפולר קבע מפורשות שאין לזרוע גידול רגיש לאחר גידול מאולח, ואת תקופת ההמתנה ביניהם הציע לקבוע לפי עוצמת ההיטפלות (12). על פי תצפיותיו, הכשות שתוקפת את התלתן נטפלת גם לסלק,

לגזר, לתפוחי אדמה, ואפילו לתירס; והכשות התוקפת את הפשתה נטפלת גם לבקיה ולתורמוס, ורק דגני החורף אינם סובלים מכשות. בכל מקרה, בשנים שלאחר גידול תלתן שנטפל, יש לעקוב בשדה אחר מוקדי הופעת הטפיל ולהשמידם מיד, ורק כאשר חדלו להציץ מוקדי הכשות, מותר לחזור ולזרוע בו תלתן.

רשימה של גידולים הרגישים לכשות השדות (המין הנפוץ כיום בארץ) עודכנה ע"י קליפלד, והיא רחבה מאוד: בירקות – גזר וסוככיים אחרים, בצל, סלק, תרד, כרוביים ומצליבים אחרים, דלועיים, כמו: אבטיח, מלפפון ומלון; מבין הסולניים: עגבנייה, פלפל ותפוחי אדמה; ובגידולי שדה – קטניות, כמו: אספסת, בקיה, חימצה, תלתן, חמנייה וחריע בשלב צעיר; צמחי נוי ותבלינים סוככיים ושפתניים (26, 25).

בארץ לא נצפתה היטפלות של כשות על זני הכותנה, אגוזי אדמה ושעועית שמגדלים כעת. מרבית מיני הכשות אינם נטפלים לדגניים, אם כי עשויים להיצמד אליהם ולהשתמש בהם כפונדקאים סומכים. בארץ נצפו מקרי היצמדות של כשות השדות בתירס, בסורגום, בשיבולת שועל ובחיטה (11). יש לשים לב לכך שבגידול עמיד עלולים להופיע עשבי בר רגישים (למשל ירבוז משתרע שפיתח עמידות לקוטלי עשבים טריאזינים), שאליהם תיטפל הכשות.

קיימת אפשרות לכלול במחזור גידולים רגישים לכשות שיש עבורם אמצעי הדברה יעיל העשוי להגביל את ההתקפה ולמנוע יצירת זרעי כשות נוספים.

2. עיבודים

לעיבודים יש השפעה מוגבלת בשדה מאולח בזרעי כשות.

להלן אפשרויות אחדות:

- **עיבוד מעמיק** בהכנת השטח עשוי לקבור זרעי כשות לעומק שממנו אינם מסוגלים להציץ יותר (מעל ל-10 ס"מ). העיבוד יועיל רק אם ייעשה לאחר גידול נגוע, אשר הותיר מספר רב של זרעים על פני השטח; או בשנים שלאחר מכן יינתנו רק עיבודים שטחיים כדי למנוע העלאת זרעים עמוקים, ששמרו על חיותם (105).

- **קלטור בין שורות** גידול לפני הצצת הכשות יביא לייבוש השכבה העליונה שבה היא נובטת. קלטור לאחר הופעת הכשות אינו מועיל, כיוון שהכשות מציצה גם בתוך שורת הגידול. קלטור כזה עלול להיות מסוכן, במקרה שיפיץ את גבעולי הכשות.
- **עיבודים** (קלטור, דיסוק) ממלאים תפקיד חשוב בהשמדת העשבים הרגישים סביב השדות ובשטחי בור, אך כדי להפיק מהם תועלת יש לעבד לפני היטפלות העשבים או בתחילת ההיטפלות. כדאי להזכיר את ההנחיות של כפולר (12): האמצעי היעיל ביותר לניקוי שדה נגוע הוא לחרוש ולהשמיד במשך שנה-שנתיים את עשבי הבר העלולים לשמש כפונדקאים.

3. זריעה

בגידול האספסת, הסובלת מאוד מכשות, פיתחו בארה"ב כמה שיטות גידול מותאמות, וגישה זו יכולה לשמש גם בגידולים ובתנאים אחרים.

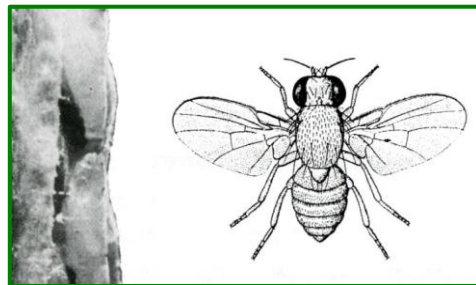
מועד זריעה - מכיוון שמועד הופעת הכשות מותנה בטמפרטורה, אפשר באמצעות שינוי במועד הזריעה ובתקופת הגידול להימנע מהתקפה קשה. בצפון-מערב ארה"ב פיתחו לוח זריעת אספסת לאחר ההצצה המסיבית הראשונה של הכשות באביב, שאותה אפשר להשמיד באופן מכני. אפשרות אחרת היא זריעה מוקדמת, כך שהגידול יימצא כבר בעת הופעת הכשות בצימוח צפוף, מצל ופחות רגיש (49).

עומד - הניסיון הראה כי באספסת לאחר השנה הראשונה יש יתרון לשמירה על צפיפות גדולה באמצעות דחיית מועדי הקציר המוקדמים, וכך תוגבל ההיטפלות החדשה. לגבי גידולים חד-שנתיים, יש דעות שונות על השפעת הצפיפות. יש הגורסים שבשדות הנמצאים בסכנת אילוח גבוהה, כדאי לזרוע בשורות כדי ללחוס ביתר קלות נגד כתמי כשות בהתהוותם (105).

הדברה ביולוגית

1. חרקים

במעבדה להדברה ביולוגית במערב פקיסטן בדקו כמה חרקים הניזונים על כשות, וציינו את הפוטנציאל של החדקונית *Smicronyx (cuscutae)* ושל *horidus* ושל הזבוב *Melanagromyza cuscutae*, שנמצאו ספציפיים מאוד לכשות. החדקונית מטילה בגבעולי הכשות, ובמקום נוצרים עפצים הגדלים עד לייבוש הגבעול. זחלי הזבוב נוברים בגבעולים ובפירות של הכשות. זחלי העש *Herpystis cuscutae* ניזונים אף הם מפירות הכשות, אך לא נמצאו מספיק ספציפיים לטפיל (38). ניסיונות לאקלם את מיני החדקונית והזבוב הללו באיי ברבדוס כמדבירים הביולוגיים של הכשות לא צלחו (104). בקזחסטאן וביוגוסלביה דיווחו על הצלחות במיני *Smicronyx*, ובין היתר, גם בכשות השדות (105).



איור 13. כשות גסת פרחים *Cuscuta monogyna*

בניסויים בפקיסטאן נמצא כי רימות הזבוב *Melanagromyza* פוגעות באופן בררני בגבעולי כשות (לפי 38).

2. פתוגנים

- בסין טיפחו קו מיוחד של הפטרייה *Collectotrichum gloeosporioides* (בשם "לו-באאו מס' 1"), אשר פעל נגד מיני כשות המתקפים את הסויה במקום. בשנות ה-70 התנוון הקו, אך הצליחו לטפח קו חדש (מס' 2), הנמצא עתה בשימוש בשדות.
- מרוסיה דווח שהפתוגן *Alternaria cuscucutacidae* פגע במיני כשות, ובין היתר בכשות השדות הנטפלת לאספסת, אולם לא בזו שנטפלת לסלק סוכר (36).
- בארה"ב דיווחו (104) על אפשרות לשימוש בתרבית של *Fusarium tricinctum* נגד *C. gronovii* בשיחי קפטה (cranberry). יש להדגיש כי למרות ההצלחות המקומיות, טרם פותחה שיטה להדברה ביולוגית יעילה נגד הכשות, שתעמוד לרשות החקלאים.

הדברה כימית

במחצית הראשונה של המאה, לפני עידן ההרביצידים החדשים, השתמשו החקלאים בחומרים אחדים, שהיו מסוגלים להשמיד את הכשות, לעתים עם הפונדקאי שאליו נטפלה. שיטה זו הייתה מועילה לטיפול נקודתי. "אמצעי ריפוי" משנת 1920 נגד כתם נגוע בכשות כוללים חריכה בחומצה גפריתנית או בתמיסת גפרת-נחושת, או שריפת עלווה שעליה שפכו נפט (21). בהוראות גידול שניתנו מטעם תחנת הניסיונות ברחובות מ-1929, ממליצים להשמיד כתמי תלתן נגועים בכשות בתמיסת גפרת-ברזל 20% (22). הנחיות דומות ניתנו עד שנות ה-40 (13). משנות ה-50 החלו להופיע קוטלי עשבים, שלהם טווח פעולה מוגדר מבחינת העשבים, והם בחלקם סלקטיביים (בררניים) לגידולים. במיון התכשירים התברר שאחדים מהם פועלים גם נגד הכשות. יש להדגיש כי ההדברה הכימית פותחת כיום אפשרויות לחימה מגוונות נגד הכשות. מבחינת הרישוי הרשמי בישראל, רשומים נכון לשנת 1996 רק שני תכשירים פעילים נגד כשות ("רגלון" - דיקוואט, ו"קרבי" - פרופיזאמיד), אך כמה קוטלי עשבים המורשים לשימושים אחרים נמצאו פעילים נגד הכשות בחו"ל ובארץ.

לגבי כל תכשיר המיועד להדברת הכשות, יש להתחשב גם בפעילותו על עשבים אחרים ובבררנותו לגידולים מסוימים, כיוון שחלק מהתכשירים פועלים כמדבירים כלליים. משום שלרוב קוטלי העשבים יש השפעות ביולוגיות וסביבתיות, מעבר ליעד היישום, חשוב להכיר גם את המאפיינים העיקריים של החומרים הללו. בהתאם לתכונות החומר, הוא עשוי לפגוע בהצצת הכשות ובתחילת צמיחתה, או בכשות לאחר היטפלותה. יישום נכון של החומרים מחייב הבדלה בין טיפול למניעת הצצה והתקשרות של הכשות לבין טיפול שניתן לאחר שהכשות התקשרה לפונדקאי, אם כי אחדים פועלים בשני השלבים.

להלן פירוט הכימיקלים היעילים ברמות שונות בהדברת הכשות, על פי מידע מספרות מחו"ל ומהנעשה בארץ⁵.

1. חיטוי הקרקע

טיפול החיטוי ניתן בהכנת השדה לפני הזריעה או השתילה בחומר בעל מסיסות או נדיפות גבוהה (אידוי), ומיועד להשמדת פגעי קרקע שונים. חומרי החיטוי העיקריים המורשים לשימוש בארץ הם מתאם סודיום, אדיגן, מתמור ועוד. טיפולי החיטוי (החומר ויישומו) יקרים יחסית ומשמשים להדברת גורמי מחלות ופגעי קרקע אחרים שאין נגדם טיפול ישיר יעיל. בניסויים בארץ נמצאו חומרי החיטוי פעילים נגד העלקת לגבי זרעי הכשות, מתעוררת בעיה מיוחדת הנובעת מהקליפה הבלתי חדירה של הזרעים. בניסויים שערכנו בתכשירי החיטוי "מתברוס" ו"אדיגן", הוכח שאמנם הם משמידים את זרעי הכשות שקליפתם כבר התרככה והם החלו לנבוט, אך הם אינם חודרים דרך הקליפה הקשה (ראו טבלה 6 ופרטים נוספים בנספח).

⁵ התכשיר, החומר המוכן לשימוש, מכיל חומר פעיל ותוספות המיועדות לשפר את היישום והאחסון. לכל חומר פעיל יש שם כימי, המעיד על הרכבו, ושם גנרי מקוצר, הנקבע על פי תקנות בינלאומיות ומקובל בספרות הטכנית. תכשיר המוצג בשם מסחרי, דומה או שונה בארצות שונות. לעתים משווקים תכשירים אחדים מאותו חומר פעיל. בטקסט הסקירה, השם הגנרי מצוטט לראשונה בלועזית, ובהמשך כתוב בעברית. שמות התכשירים הושמו במירכאות. הנתונים מבוססים על הספרות המקצועית, ובמיוחד על הספר "הדברת עשבים רעים" (8). תווית התכשירים מנוסחת ע"י המשווקים לפי הרישוי, ומידע מהמאגר הממוחשב לחומרי הדברה ניתן באדיבות השירותים להגנת הצומח ולביקורת.

כיוון שמרבית זרעי הכשות הנמצאים בקרקע הם קשים וההשפעה השאריתית של טיפולי האידוי קצרה יחסית, הם אינם מהווים פתרון לשדה המאולח בזרעי כשות.

ממצאים דומים נתקבלו ע"י קליפלד וחוב' (26) במאידי הקרקע "אדיגן" ו"אנזון" (sodium tetrathiocarbonate), וזו גם מסקנתם של Parker & Riches בסקירת שיטות להדברת הכשות (105).

טבלה 6. השפעת החשיפה של זרעי כשות קשים או חדירים, יבשים או לחים, לאדי מתאם סודיום

זרעים קשים	זרעים חדירים	מצב הזרעים	הטיפול
% נביטה	% חיות	% נביטה	
2 ב	89	0	יבשים
2 ב	81	0	רטובים
87 א	72	0	יבשים
76 א	68	0	רטובים

זרעים של כשות השדות, מקוריים או מטופלים (בחומצה גפריתנית להבקעת הקליפה הקשה), יבשים או רטובים, נחשפו במכלים סגורים למתאם ("אדיקטול") במשך שבוע. בגמר האידוי הופרדו הזרעים שנבטו מאלה שנותרו חדירים או קשים. זרעים קשים שלא נבטו, טופלו לאחר מכן בחומצה, ואחוז נביטתם מהווה את המדד לחיות. זרעים חדירים שלא נבטו, יובשו והונבטו מחדש. אחוז הנביטה של הזרעים החדירים מתייחס לאלה שנבטו במכל ולהנבטה החוזרת. בזרעים קשים אין הבדל מובהק בין הטיפולים. לעומת זרעים חדירים בהם יש הבדל מובהק בין הטיפולים. הערכים המלווים באותה אות אינם נבדלים ביניהם בהסתברות של 95% (פרטים נוספים על הניסוי ראו בנספח).

קוטלי עשבים למניעת הצצה וראשית התפתחותה של הכשות⁶

Chlorthal-Dimethyl (DCPA)

החומר פותח בארה"ב ב-1960 כמונע הצצה בררני. התכשיר "דאקטל" קיבל רישוי בישראל ב-1962, ומשווק בארץ על ידי חברת לוכסמבורג. החומר מוכר בפעילותו כמדביר כשות: הוא נקלט מהקרקע ומונע הצצת כשות, וכן פוגע בכשות מפותחת הקשורה לפונדקאי.

ניסויי מעבדה בנבטי כשות הוכיחו קליטה והעברה מהירה של החומר לעבר הקדקוד. באזור המריסטימתי הוא גורם להפסקת ההתארכות כתוצאה מהפחתת מספר התאים המתחלקים ומעיכוב התהליך. נוצרים תאים פוליפלואידים מוגדלים, הגורמים למראה המעובה של קדקוד הנבט (55, 105).

בניסויים בכשות השדות נמצא שחומר אשר יושם על עלוות הפונדקאי נקלט על ידי הטפיל ופגע בכושר ההתארכות והכריכה של גבעולי הכשות. ע"י הוספת שמן ("פוליקוט") לקוטל העשבים הוארכה הפעילות המונעת של החומר על עלוות הפונדקאי (47). נמצאו הבדלים בתגובת מיני הכשות לתכשיר, כשכשות השדות נמצאה רגישה יותר מ-C. indecora (55).

בניסויים שבוצעו בארץ מנע התכשיר הצצת כשות בקטניות, בבצל, בשום, בכרוביים ובסוככיים שונים (23, 27). בניסוי השוואתי בגזר מנע "דאקטל" ב-1 ק"ג לד' בקדם-הצצה את התפתחות הכשות למשך 3-4 חודשים, מבלי לפגוע בגידול (7).

"דאקטל" מדביר עשבים חד-שנתיים, דגניים, רגילה וירבוז, ומורשה לשימוש בארץ בגידולים: אספסת, בצל, כרתי, שום, גזר, כרוב, כרובית, לפת, הדריס, סיפן ותות שדה. בדוחות מחו"ל מציינים גם יישום "דאקטל" בחימצה, בעגבנייה, בתפוחי אדמה ובצמחי נוי מורכבים. החומר שאריתי למדי ואין לזרוע גידול רגיש, כחיטה, שיבולת שועל או סלק, 9 חודשים לאחר היישום. רעילות החומר ליונקים היא נמוכה.

⁶ מקובל להעריך את הרעילות ליונקים על פי מנת מוות ממוצעת לחולדות בבליעה (LD50) המבוטאת במ"ג חומר הדרושים להמית ק"ג של בעלי חיים. ככל שהערך גבוה יותר, החומר רעיל פחות. רעילות של 5000 ומעלה נחשבת כנמוכה יחסית. הערכים צוינו רק במקרה של רעילות רבה יותר.

Propyzamide (pronamide)

החומר הפעיל שייך לקבוצת האמידים, ופותח בשנת 1965 בארה"ב על ידי חברת Rohm & Haas. בישראל התכשיר "קרב" קיבל רישוי בשנת 1973. בשנים האחרונות נוסף מידע רב על פעולת הפרופיזאמיד בכשות, ולהלן עיקר הממצאים:

- החומר אינו משפיע על עצם הנביטה של זרעי הכשות (ראו גרף 3), אך כאשר הנביטה החלה, הוא פעיל בעיכוב התארכות הנצרון בריכוז הנמוך יחסית של 0.5 מ"ג לק"ג אדמה (4, 15).
- בניסוי שדה שנערך בחימצה, הושגה בריסוס קדם-הצצה הדברת כשות טובה יותר בריסוס ב"קרב" (100 גרם לד') מאשר ב"דאקטל" או ב"כלורו-איפסי" (1000 גרם לד' (5)). בניסוי אחר בחימצה (שנזרע בתחילת ינואר) הושגו 4 מועדי ריסוס של "קרב": (א) קדם-הצצה; (ב) מחצית פברואר, אחר הצצת החימצה, כאשר הכשות התחילה להציץ; (ג) מחצית חודש מרס, כאשר הכשות כבר צמודה לחימצה; (ד) תחילת אפריל, כאשר החימצה מכוסה בכשות מפותחת. תוצאות ההדברה הטובות ביותר נתקבלו במועד ב' (במינון של 200 גרם לד'), ובהתאם לכך, היה יכול גרגרי החימצה הגבוה ביותר בטיפול זה (6).
- בניסויים נוספים נמצא שביישום לפני הצצת הכשות משך פעילות ה"קרב" היה לעתים קצר מידי, ומועד הטיפול העדיף היה כאשר אובחנו חוטי כשות ראשוניים על פני הקרקע (2, 3).
- ניסויים באספסת, בחימצה, בעגבניות, בדלועיים ובצמחי נוי הראו שניתן לטפל לאחר הצצת הגידול כדי למנוע הצצה מאוחרת של הכשות. לצורך זה אפשר ליישם תמיסת "קרב" בריכוז 0.5% בתוספת משטח "שטח-90" 0.5%, בריסוסים חוזרים מדי 7-10 יום (25).
- בתווית התכשיר מצויות ההנחיות שלהלן לגבי הדברת הכשות על קטניות: ריסוס 150 גרם "קרב" 50" לדונם בנפח תריסס של 20 ל"ד' לאחר הופעת הכשות. למניעת הצצה חדשה של כשות מהקרקע, יש להמטיר לאחר הריסוס.

- בארה"ב התכשיר התקבל להדברת הכשות באספסת, כיוון שהוא פחות נדיף ויותר שאריתי מכלורופרופאם. במינון של כ-0.2 ק"ג ח"פ לדי' נמצא התכשיר יעיל נגד הכשות באספסת גם בגידול לזרעים שבו נדרש ניקיון מרבי (52).
- ש. גרף ערך מחקר מפורט (4) אודות השפעת "קרב" על כשות (כשות השדות) הנטפלת בחימצה (מזן עפרה). מסקנותיו העיקריות היו :
 - הכשות קולטת את החומר משלב הנביטה ועד לאחר היטפלותה לחימצה ומגיבה בעצירת ההתארכות ובעיכוב ההתקשרות לפונדקאי.
 - חומר המיושם בבסיס או בקדקוד של גבעול כשות מנותק מונע את התקשרותו לפונדקאי.
 - החומר שנקלט על ידי צמח החימצה דרך השורשים או הענפים ומועבר בתוכו, מונע היטפלות של נבטי כשות עליו, וקיימת, אפוא, האפשרות להטעין "קרב" לפונדקאי.
 - מהממצאים שצוינו לעיל משתמע כי לא רצוי להשקות מיד לאחר הריסוס, כדי שלא לשטוף את החומר מהצמחים.

ממאפייני החומר כקוטל עשבים :

טווח הפעילות - טיפול קדם-הצצה וטיפול לאחר ההצצה נגד עשבים דגניים חד-שנתיים רבים ומניעת ההצצה של חלמית, ירבוז, כף-אווז, מצליבים, סלק בר, סרפד, ועשן - מתאימים גם לטיפול בכשות.

על פי הרישוי הישראלי, ניתן להשתמש בתכשיר בגידולים : אספסת, אפונה, בקיה, חימצה, תלתן, חסה, חריע, קינרס, איריס, נרקיס, סייפן ועדעד. מחו"ל דווח על כמה גידולים נוספים, שבהם ניתן להשתמש בתכשיר : בצל, דשא ברמודה, שיחי אוכמנייה, פטל ועצי נוי.

אופן הפעולה - החומר נקלט דרך השורשים, ומשם מוסע במהירות כלפי מעלה במערכת העצה. הקליטה דרך העלווה היא מועטה. נראה כי החומר פועל בעיקר על חלוקת התאים והתארכותם. במנה רגילה החומר מעכב את הנביטה ואת התארכות השורשים ; ובמנה נמוכה הוא גורם לעיוותי עלים.

בקרקע - מסיסות החומר במים נמוכה למדי (15 מ"ג בל"). תכשיר המרוסס על פני הקרקע נספח אליה היטב ונשטף לאט בפרופיל הקרקע. אין צורך בהרטבה מיידית למניעת התנדפות של החומר, אולם נדרשת הרטבה באמצעות גשם או השקיה להעברת החומר לשורשים, שבהם הוא נקלט. מהירות פירוק החומר בקרקע על ידי מיקרואורגניזמים מושפעת מאוד מהטמפרטורה: החומר נשאר כחודש באדמה לחה וחמה בקיץ; למשך יותר מ-6 חודשים בעונה הקרה; ובתנאי יובש (בצורת) עלולות השאריות לשרוד בקרקע במשך כשנה. בתווית התכשיר מודגש כי קיימת סכנה משאריות, ויש להמתין בזריעת גידול חדש בהתאם לרגישותו: אפשר לזרוע ללא שהות אגוזי אדמה, חמניות, חסה, כותנה, קטניות לירק, קינרס ושעועית; לאחר שהות של 5 חודשים - גזר, כרוביים, כרפס, סורגום ותות שדה; לאחר שהות של 7 חודשים - בצל, דלועיים, סולניים, סלק מספוא וסוכר, פטרוסלינון עלים, צנון וצנונית, שום ותרד; ולאחר שהות של 9 חודשים - דגני חורף ודגני קיץ, פרט לסורגום ולתירס.

רעילות החומר ליונקים נמוכה.

Alachlor

אלאכלור שייך גם הוא לקבוצת האמידים, ונמצא פעיל נגד הכשות. החומר פותח בשנת 1966 בארה"ב על ידי חברת Monsanto, ואושר לשימוש בארץ בשנת 1969. בניסוי מעבדה בארץ נמצא כי אלאכלור בתמיסה מימית הפחית את נביטת הכשות, כשמרבית החומרים המצויים ברשימה זו רק מעכבים את הארכת הנצרון (26).

בתנאי שדה יכול החומר למנוע את הצצת הכשות במשך שבועות אחדים. תוצאות טובות התקבלו בתירס ובתפוחי אדמה בריסוס קדם-הצצה, ועל גידול מפותח (אולם לפני הצצת הכשות) של אבטיחים, עגבניות, פלפלים ותפוחי אדמה (23, 25, 27).

פרטים נוספים על קוטל העשבים:

- החומר פועל דרך הקרקע ומעכב את הנביטה ואת התפתחות השורשים. משך הישארותו בקרקע בינונית.

- בריסוס קדם-הצצה מדביר החומר כמה עשבים חד-שנתיים, ובייחוד דגניים, וכן מדכא את גומא הפקעים. הגידולים המורשים לחומר בישראל הם אבטיח, אגוזי אדמה, חימצה, חמנייה, כותנה, סייפן, עגבניות, תירס ותפוחי אדמה. רעילותו של החומר בינונית (מנת מוות לחולדות בבליעה 930 מ"ג לק"ג של בעל החיים).

דיניטראנילינים

כמה קוטלי עשבים מקבוצה זו נמצאו פעילים נגד הכשות. בניסוי להדברת כשות באספסת בצפון-מערב ארה"ב הושוו דיניטראנילינים אחדים (אוריזלין, טריפלורלין, פנדימתלין, פרודיאמין) לכלורו-פרופאם ולכלורתל-דימתיל, שהיו מקובלים למטרה זו עד שנות ה-80. פנדימתלין ופרודיאמין הדבירו בצורה היעילה ביותר את הכשות (54). מניסויים בארץ עלה כי ארבעת הדיניטראנילינים הללו אמנם אינם פועלים על נביטת זרעי הכשות, אך הם מעכבים את התארכות הנצרון, ובשדה מונעים את הצצת הכשות (15, 19). עבודות מחו"ל מצביעות על דיניטראנילינים נוספים, הפועלים נגד כשות (105), כמו isopropalin ("פרלן") ו-fluchloralin. החומר fluchloralin וכן oryzalin ("סורפלן") אינם משווקים כעת בישראל. לרוב החומרים מקבוצה זו יש תכונות משותפות: רגישות לפירוק על ידי קרינת השמש ולהתנדפות מפני הקרקע, מסיסות נמוכה במים וספיחה חזקה, ולכן תנועתם בקרקע מוגבלת, ואת רובם יש צורך להחדיר לקרקע לאחר יישומם. הקליטה נעשית בעיקר דרך השורשים, וכמעט שאין הם פועלים על צמחים קיימים. דרך פעולתם היא בעיכוב הנביטה ובפגיעה בשורשים.

Pendimethalin (penoxaline)



החומר פותח ב-1972 בארה"ב על ידי חברת American Cyanamid (שם התכשירים הוא "Stomp" ו-"Prowl").

בניסויים מעבדתיים הוכח שפנדימתלין חודר לנבט הכשות מן השורשון ומן הנצרון ומועבר בתוכו במהירות. כתוצאה מכך,

קדקוד הנבט מתעבה, נפגעת שלמות התאים באזור, התארכות הנבט פוסקת, והוא מת (87). בתצפית נראה כי "סטומפ", אשר רוסיס על שעועית שנטפלה על ידי כשות, ועל שעועית ללא כשות, פגע בצמח שלא נטפל בכשות, אולם לא פגע בו כאשר נטפל בכשות, כיוון שבמקרה זה חלק מהחומר נשאב מהפונדקאי והועבר לטפיל (15).

בשטחי אספסת לזרעים בצפון-מערב ארה"ב החל משנות ה-80 תפס החומר את מקומו של הכלורופרופאם נגד כשות, אך לא נחשב בררני דיו עבור אספסת צעירה (105). מהונגריה מדווחים על תוצאות טובות של תכשיר נגד כשות ("Cuscutex"), המורכב מפנדימתלין, לינורון ודיאורון (105).

בארץ העידו ניסויים בחימצה כי ריסוס ב"סטומפ" במינון של 500 סמ"ק לד' לפני הצצת הכשות, או 300 סמ"ק לפני הצצה ועוד 200 סמ"ק בתחילתה, הדבירו היטב את הטפיל, אם כי פגעו מעט בגידול (24).

בגזר נמצא ש"סטומפ" במינון של 500-1000 סמ"ק לד' בקדם-זריעה כשהוא מוצנע בתיחוח, או בקדם-הצצה כשהוא מוחדר בהשקיית הנבטה - מנע הצצת כשות בשדה במהלך הגידול. ריסוס התכשיר לאחר הצצת הגזר והופעת הכשות עצר את התפשטות הטפיל (7). בתווית התכשיר מצוין כי הדברת כשות בגזר מושגת ב-600 סמ"ק לד' קדם-זריעה בתיחוח או קדם-הצצה בהמטרה.

פרטים נוספים על קוטל העשבים:

- גידולים המורשים בארץ לשימוש בתכשיר הם בצל, שום, חמניות, כותנה, סייפן, קינרס, שעועית, כוזברה, פטרוזליה, שמיר, תות שדה, תירס ותפוחי אדמה. בחו"ל משתמשים בו גם לגידולים כמו: אגוזי אדמה, אספסת, אפונה, חימצה, סויה, גזר, טבק וחריע. הוא מונע הצצת עשבים דגניים ורחבי-עלים.
בהפעלה בהמטרה מודברים גם כמה עשבים צעירים.
- הרעילות ליונקים בינונית; מנת מוות ממוצעת לחולדות בבליעה היא 1050 מ"ג חומר לק"ג של בעל החיים.

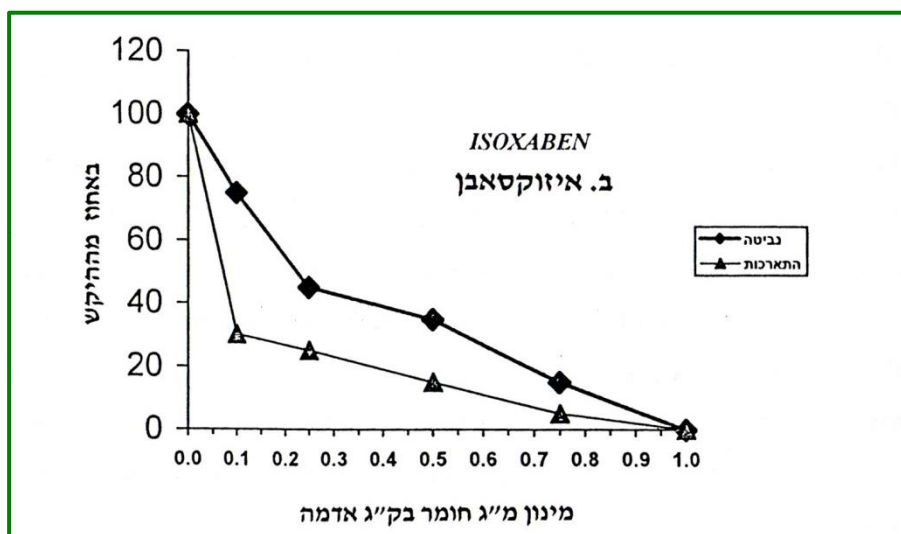
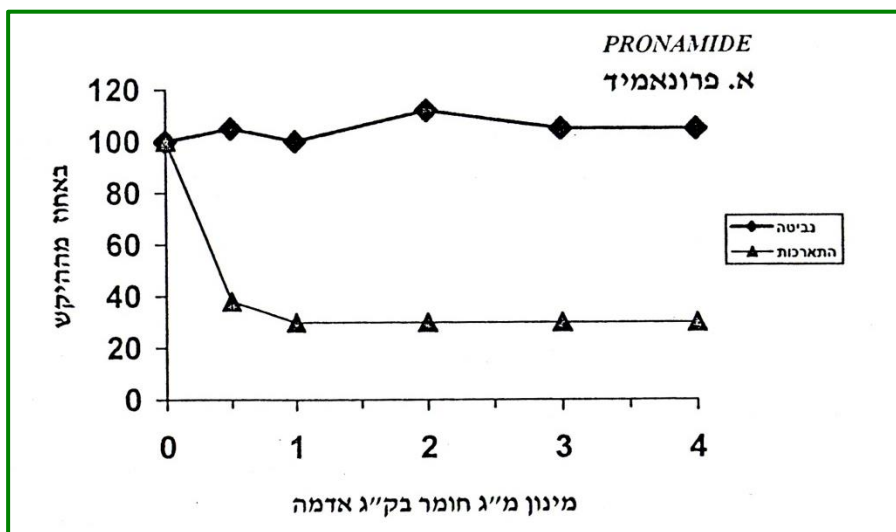
Isopropalin

החומר פותח על ידי חברת Eli-Lilly בארה"ב בשנת 1969, ומוכר שם כתכשיר "Paarlan". מיועד להדברת עשבים ביישום לפני השתילה או הזריעה של הפלפל. בעבודה שנעשתה בחו"ל צוין כי החומר פעיל במניעת כשות על פלפל חריף (105).

Isoxaben

החומר שייך לקבוצת הבנזאמידים, ופותח על ידי חברת Elanco ב-1982. אחד התכשירים, "Flexidor" (תרכיז מתחלב 50%), נמצא בניסוי בארץ. בניסוי השוואתי נמצא איזוקסאבן פעיל מאוד במניעת נביטת הכשות ובעיכוב התארכות הנבט (ראו גרף 3), אף יותר מ"קרב" ו"סטומפ" (15). ריסוס ב"פלקסידור" היה יעיל במניעת הצצת הכשות ללא פגיעה באספסת. בחימצה השיגו מניעה כמעט מוחלטת של הטפיל, עם בררנות גבוהה לגידול (26), שני תכשירי איזוקסאבן: "פלקסידור" לפני הצצת הכשות וריסוס חוזר עם הצצת הכשות (כל אחד 20 סמ"ק לד'), וגרנולות של "סנפשוט" (10 ק"ג לד') עם הצצת הכשות.

בחו"ל משתמשים באיזוקסאבן להדברה בקדם-הצצה של עשבים רחבי-עלים בגידולים: חיטה, סורגוס, תירס, חמנייה, כותנה, צמחי נוי, דשא ועצי פרי. החומר שאריתי למדי ורעילותו נמוכה.



גרף 3. השפעת קוטלי עשבים על הנביטה ועל התארכות הנצרון של הכשות מתוך ניסוי עם קוטלי עשבים הפועלים דרך הקרקע. בניסוי החומר עורבב בקרקע והמינון מצוין במ"ג לק"ג קרקע. פרונאמיד (א) איננו פוגע בשיעור הנביטה, אולם מעכב את ההתארכות; ואילו איזוקסאבן (ב) פעיל מאוד במניעת הנביטה וההתארכות (לפי 101).

2. קוטלי עשבים להדברת כשות מבוססת

חומרים אחדים, הפועלים כמדבירים כלליים במגע או לאחר קליטה והעברה בתוך הצמח, נמצאו יעילים להשמדת כשות שנצמדה זה מכבר לפונדקאי. החומרים הללו אינם בררניים, ופוגעים גם בגידול, אולם בתנאי יישום מתאימים אפשר להגביל את הנזק. לחומרים שברשימה זו לרוב אין הישארות משמעותית בקרקע, והשימוש בהם אינו מחייב שינוי במחזור הגידולים.

Diquat, Paraquat

שני החומרים פותחו באנגליה על ידי חברת ICI בשנת 1958, והורשו לשימוש בארץ בשנת 1963. התכשירים שבשימוש הם: "רגלון" - תכשיר של דיקוואט, ו"קטלון" - תכשיר של פאראקוואט (בתוארית של תרכיז נוזלי 20%), וכן תערובת של שניהם (13% פאראקוואט + 7% דיקוואט) הנקראת "דוקטלון" (משווקת על ידי חברת מכתשים).

התכשירים פוגעים בעלוות של רוב הצמחים במגע, עם חדירה מוגבלת. זמן קצר לאחר הריסוס, במיוחד באור השמש, האזור שטופל קמל ומתייבש. על פי דיווחים ממזרח אירופה, נעשה שימוש נרחב בדיקוואט להשמדת הכשות באספסת ובתלתן. הריסוס ניתן לאחר הקציר, וגורם להתייבשות של גבעולי הכשות ושל העלווה הנוותרת של הקטנית, ולרוב הקטנית מתאוששת. ברומניה, לדוגמה, ממליצים לרסס דיקוואט כעבור ימים מעטים מהקציר, וכתוצאה מטיפול זה הכשות מושמדת, ואילו הקטנית מתחדשת באופן תקין מהייבוש תוך 10-15 יום (113). למטרה זו נעשה שימוש גם בפאראקוואט (105). התכשירים הללו משמשים להדברה כוללת של עשבים חד-שנתיים. ה"רגלון" פעיל יותר נגד רחבי-עלים, וה"קטלון" פעיל יותר נגד דגניים, והשילוב בין שניהם ב"דוקטלון" מאפשר הדברה רחבה יותר. בישראל מורשה "רגלון" לריסוס המיועד להדברת עשבים כוללת ולייבוש הנוף, וכן להדברת כשות באספסת.

בהתאם להנחיות המופיעות בתווית, מרססים למטרה זו ב-200 סמ"ק "רגלון" לד', לאחר הקציר ולפני תחילת הבלבול החדש, ויש לחזור על הטיפול 2-3 פעמים. אין לרסס אספסת בשנת הגידול הראשונה. "רגלון" משמש

לייבוש הנוף של גידולים שונים, כמו עלוות תפוחי אדמה וקדקודי חמניות לפני האסיף, אספסת ומרעה טבעי להאבסה, וכן עלוות סלק לתחמיץ. להפעלת שלושת התכשירים שהוזכרו, יש להוסיף משטח יוני מתאים ("אגרל"). להשגת פעולה מהירה עדיף לרסס בנפח תרסיס קטן (10-15 ליטר לדונם), מאשר בנפח גדול. התכשירים רעילים ביותר ליונקים (מנת מוות ממוצעת לחולדות בבליעה במ"ג לק"ג - דיקוואט 231, ופאראקוואט 157), לכן יש לנקוט אמצעי זהירות בעת היישום.

Glyphosate

החומר פותח בארה"ב על ידי חברת Monsanto ב-1971, והורשה לשימוש בישראל החל מ-1976 כתכשיר בשם "ראונדאפ". כיום משווקים בארץ מספר רב של תכשירים בשמות מסחריים שונים, כתרכיז נוזלי המכיל 36% או 48% חומר פעיל.

הגליפוסאט נקלט דרך העלווה ומועבר בתוך הצמח למריסטמות הצעירות של החלק העל-קרקעי ולמערכת השורשים, ופוגע בביוסינתזה של חומצות-אמינו חיוניות. כתוצאה מכך, החומר קוטל את מרבית העשבים החד-שנתיים והרב-שנתיים.

בעלוקת נמצא שגליפוסאט המיושם על עלוות הפונדקאי יכול להתמקד בטפיל השורש עד כדי השמדתו. בדומה למצב הזה, כשות שנטפלה לפונדקאי מהווה מקום מועדף לגליפוסאט, ובמינון נמוך החומר פוגע בכשות חזק יותר מאשר בגידול. מסיבה זו נראה כי אספסת נגועה בכשות סובלת פחות מגליפוסאט מאשר גידול שאינו נטפל (53). בצפון-מערב ארה"ב נתקבלה הדברה טובה של כשות על אספסת מבוססת ב-7-15 גרם ח"פ לד', ובמינון זה לא נגרם נזק משמעותי גם לאספסת צעירה, שגובהה מעל ל-20 ס"מ.

נמצא כי כשות השדות רגישה יותר לגליפוסאט מ-*C. indecora*. עם זאת, אין הטיפול מונע התחדשות חלקית של הטפיל, ולכן אינו מומלץ עבור גידול אספסת לזרעים, שבו דרוש ניקיון מוחלט מכשות (51, 53, 55).

מעבודות אחרות עולה כי ניתן להדביר כשות מבוססת, תוך פגיעה מינימלית בפונדקאי באמצעות יישום חוזר של גליפוסאט במינון נמוך. בירדן הצליחו להשמיד כשות גסה בהדרים בתמיסת גליפוסאט של 50 מ"ג ח"פ לליטר

במינון של 2-3 ליטרים לעץ (29, 30). בארה"ב השמידו כשות בגזר מפותח עם 40 גרם ח"פ לד' (39).

בארץ בוצעו עבודות המצביעות על שתי גישות בשימוש בגליפוסאט נגד כשות: השמדת הכשות עם העשב שאליו היא נצמדה או ניסיון לפגיעה בטפיל באופן סלקטיבי. ניר ורז (16) הדבירו את הצמחייה בשולי הכבישים, אשר נטפלה בכשות. ריסוס בחודש מאי במינון של 216 גרם גליפוסאט לדונם השמיד את הירבוז השרוע, את הקייצת הקנדית ואת הכשות שעליהם, אולם פגע רק חלקית בינבוט השדה, ובהתאם לכך, בכשות שעליו.

בניסויים של קליפלד וחוב' ריססו על חימצה עם הופעת הכשות "ראונדאפ" בריכוזים נמוכים: החל מ-0.1% (= 20 סמ"ק/ד', בנפח של 20 ל"ד'). החימצה ניזוקה מ-0.2%, ואילו הכשות נפגעה זמנית כבר בריכוז הנמוך (24, 26).

גליפוסאט נמצא בשימוש נרחב להדברת עשבים כללית, במיוחד נגד רב-שנתיים. מינון הפוגע בעשבים אינו בורר בין הגידולים (פרט לזנים העמידים הטרינסגנים שפותחו לאחרונה). סימני הפגיעה על עשבים חד-שנתיים מופיעים תוך ימים אחדים, וברב-שנתיים מופיעים לאחר 1-2 שבועות. בקרקע חקלאית נספח הגליפוסאט ומתפרק במהירות, אך על אדמה חולית ועל מצע גידול מלאכותי יש להיזהר מדליפה ומהישארות כלשהי. רעילות החומר ליונקים נמוכה יחסית.

Glufosinate Ammonium

החומר פותח בשנת 1981 על ידי חברת Hoechst בגרמניה (מיוצר כעת ע"י חב' AgrEvo), בארץ מורשים לשימוש מספר תכשירים "בסטה", "פסטר" ועוד. התכשיר נקלט דרך העלווה, והעברתו בצמח מוגבלת. הוא גורם לתמותת עשבים חד-שנתיים קיימים, ללא בררנות מיוחדת. להשגת הדברה יעילה יש לרסס את העשבים החד-שנתיים לאחר הצצה, ואת העשבים הרב-שנתיים סמוך לפריחה.

בארץ נוסה "בסטה" להשמדת עשבים שהותקפו בכשות בשולי הכבישים. ריסוס של 80 גרם ח"פ לד' הדביר היטב ירבוז שרוע, ינבוט שדה וקייצת קנדית ואת הכשות שעליהם (16). יש לציין כי החומר אינו מונע הצצה ואין

שאריות ניכרות לאחר הטיפול. רעילות החומר בינונית (מנת מוות ממוצעת לחולדות בבליעה - 1620 מ"ג לק"ג בעל חיים).

3. חומרים פעילים שונים

- בהודו בדקו באופן שיטתי את תגובת הכשות *C. reflexa* לתמציות של צמחים שונים. בתמצית של עץ האזדרכת (*Neem tree*) זוהה חומר פלאוונאוויד *quercetin*, אשר הפחית את הנביטה ואת צמיחת הנבט של הטפיל (44).
 - במחקרים שנעשו בעירק מצאו שתמצית מימית של חלקי ירבוז לבן, כף-אווז האשפות, דורת ארס-צובא ויבלית מצויה - מעכבים את ההתפתחות של כשות השדות הנטפלת לאספסת. מניחים שהפעילות נובעת מהתרכובות הפנוליות המצויות בצמחים הללו (68).
 - במחקר רוסי בודד מהפטרייה *Tricothecium roseum* חומר אנטיביוטי *tricothecin* שמנע את הנביטה של *C. gronovii* בריכוז של 0.1%. עבודות אחרות הצביעו על הפעילות של *blasticidin*, *cycloheximide*, *maneb*, *dinocap*, *dichlone* על הכשות (105).
 - על בסיס הממצא של תפקיד הסידן בעיכוב אנזימים מפרקי דפנות, הפועלים בחדירת הכשות לרקמות הפונדקאי, הציעו לטפל נגד כשות בעזרת ריסוס מלחי סידן על הפונדקאי. דווח על הדברת *C. reflexa* בכרוב בריסוסים חוזרים של סידן כלורי (99).
 - מעכב הצמיחה *maleic hydrazide* נוסה בהצלחה בקרגיזה לשם מניעת הפריחה בכשות השדות, שנטפלה על סלק סוכר מבוסס (105).
יש להדגיש כי עד כה לא פותח אף אחד מהממצאים הללו לשיטת הדברה חקלאית יעילה.
- הערת המחבר: הנתונים המוצגים על ההדברה הכימית של הכשות מבוססים על ספרות מקצועית, ואינם בגדר המלצה.**

נספח - ניסויים בזרעי כשות

חלק מהנתונים המקומיים המוצגים בסקירה מבוססים על מחקר שערכנו בכשות בשיתוף ד"ר אסיה גיבלברג בשנים 1982-1983 במעבדה לחקר עשבים רעים בתחנת הניסיונות בנווה יער. כמה מהתוצאות כבר סוכם בעבר (9).

תנאי הניסויים

הניסויים בוצעו בזרעים ממין כשות השדות. רוב הזרעים נאספו מכשות שנטפלה לצמחי הגה מצוי בשטחי תחנת הניסיונות. כמה ניסויים נעשו בזרעי כשות ממקור אחר (כשות מעל לכיד הנחלים, שצמח על הדפנות הפנימיים של מאגר המים במגידו וכשות מעל ירבוז מופשל בצדי דרכים בגולן), והדבר צוין לפי הצורך. לאחר שנאספו הזרעים, הם אוחסנו במקום יבש בטמפרטורת החדר עד לביצוע הניסוי. זמן האחסון מצוין כאשר העניין רלוונטי. בתא הגידול שבו נערכו הניסויים היו תנאים של 12 שעות אור ו-12 שעות חשכה וטמפרטורה כפי שצוין בטקסט. אם לא נאמר אחרת, הזרעים הונבטו על מצע לח בתא גידול ב-25-30 מ"צ וב-12 שעות אור, ואחוז הנביטה מבוטא מסך כל הזרעים.

בחלק מהניסויים טופלו הזרעים לריכוך קליפתם הקשה בהשריה בחומצה גפריתנית מרוכזת במשך 40 דקות (פרטים נוספים בהמשך). זרעים אלה כונו בטקסט "מטופלים". במהלך הנביטה ניתן להבדיל (ההבחנה ברורה לעין) בין זרעים "חדירים" שתפחו לבין זרעים שלא תפחו וכונו "קשים". לצורך השריית זרעים במים או בחומר כימי הם הוכנסו לשקיות עבירות למים (שקיקי תה ריקים שנתקבלו מחברת ויסוצקי או שקיות העשויות רשת פלסטית). בניסויים בקרקע השתמשנו באדמה חרסיתית של נווה יער. כל הניסויים שמהם הופקו הנתונים נערכו בחזרות (לפחות 4) ונותחו מבחינה סטטיסטית לבדיקת מובהקותם. פרטים חשובים נמסרו להלן.

פרטים וממצאים

הפרטים המוצגים קשורים לכמה ניסויים שחלקם מוצגים בנספח וחלקם מופיעים בסקירה בפרקי החוברת.

א. הבקעת הקליפה הקשה

לגבי זרעים שלהם קליפה בלתי חדירה, הבקעה מלאכותית של הקליפה מהווה דרך נוחה ללימוד תהליכי הנביטה. לגבי זרעי תרבות קשים (כמו קטניות), זהו גם אמצעי להכנת הזרעים לזריעה. בספרות מצוינות שיטות שונות להבקעת קליפה קשה באמצעים מכניים, כמו דקירה, שפשוף או באמצעות טיפול בכימיקלים.

שפשוף בנייר זכוכית או השריה בחומצה מסירים או מרככים את השכבות החיצוניות של קליפת הזרע, ואז יכולים מים ואוויר לחדור לזרע ולהפעיל את תהליך הנביטה.

אחוזי הנביטה תלויים בעצמת השפשוף או במשך פעולת החומצה (34, 36, 64, 75, 119).

כדי לפתח שיטת עבודה אמינה ומהירה בזרעי כשות, ערכנו מספר ניסויים באמצעים מכניים וכימיקליים שונים, ולהלן עיקר הממצאים:

- לאחר שפשוף זרעי כשות שנביטתם הייתה קרובה לאפס באופן ידני בנייר זכוכית, נתקבלה נביטה בין 48% ל-73%. יש להדגיש כי השיטה אמנם פועלת, אולם בשל מידותיהם הקטנות של הזרעים, היא אינה נוחה לביצוע.
- השריית זרעי כשות קשים בממיס אורגני נקי, כמו אצטון, אתנול או כלורופורם, עד 24 שעות, לא השפיעה על חדירת מים לזרעים. החומרים כשלעצמם לא חדרו ולא השפיעו על חיות הזרעים שנשארה 82%-92% לאחר הטיפול.
- השריית זרעים למשך שעה אחת בחומצה זרחתית (PO_4H_3) או כלורית (ClH), מרוכזת או מהולה, לא השפיעה כלל או השפיעה במקצת על חדירות הזרעים.
- שימוש בחומצה גפריתנית (SO_4H_2) מרוכזת הביא להגברה מובהקת בחדירות: אחוזי הזרעים החדירים והנובטים שהיו בהיקש הם 23% ו-16%, בהתאמה; והגיעו לאחר הטיפול בחומצה מרוכזת ל-80% ו-65%, בהתאמה.

- בבדיקה שיטתית של זמני השריה בחומצה גפריתנית נמצאה עלייה בחדירות ובנביטה לאחר 40 דקות של פעילות החומצה, אך לא נראתה פגיעה בנביטה בטיפול ממושך יותר, שאורכו עד 90 דקות (ראו טבלה 7). יש לציין כי תוצאות דומות נתקבלו גם ממדגמים של זרעי כשות השדות שמקורם בעמק יזרעאל ובגולן.

למעשה, הזרעים מורכבים מפרטים השונים זה מזה במידת מה בעובי הקליפה הקשה, וניתן להיווכח בכך בניסוי שכלל סדרה של טיפולים קצרים ונשנים בחומצה (ראו טבלה 8), ובו הזרעים שקליפתם הייתה חדירה למים נבטו, וכל טיפול נוסף העמיק את הפגיעה בקליפה ואפשר לזרעים נוספים לנבוט. בסוף הניסוי, לאחר 170 דקות של השריה מצטברת, נבטו בסה"כ 78%, ונותרו עוד 5% זרעים קשים.

טבלה 7. השפעת זמן השריית זרעי כשות בחומצה גפריתנית מרוכזת על חדירותם למים ועל נביטתם

% מסך כל הזרעים		משך השריה בחומצה (דקות)
זרעים נובטים	זרעים חדירים	
10 ג	20 ג	0
16 בג	25 ג	10
12 ג	28 ג	20
26 ב	43 ב	30
47 א	78 א	40
41 א	75 א	60
49 א	74 א	90

זרעי כשות השדות הושרו בחומצה גפריתנית מרוכזת, ועם גמר הטיפול הם נשטפו היטב במים עד שה-pH חזר להיות נייטרלי. ההנבטה נעשתה ב-28 מ"צ וב-16 שעות תאורה, והערכה - לאחר 7 ימים. כל טיפול כלל 4 קבוצות של 20 זרעים. ניתוח סטטיסטי נעשה לפי דנקן. ערכים באותה עמודה, המלווים באותה האות, אינם נבדלים זה מזה בהסתברות של 95%.

טבלה 8. השפעת השריה חוזרת בחומצה גפריתנית מרוכזת על הנביטה של מדגם זרעי כשות השדות

זרעים נובטים ב-% מסך כל הזרעים		משך השריה (דקות)	
מצטבר	טיפול	מצטבר	טיפול
	13		20
33	20	30	10
40	7	40	10
51	11	50	10
60	9	60	10
62	2	70	10
63	1	80	10
66	3	90	10
74	8	130	40
78	4	170	40

זרעי כשות השדות הושרו בחומצה גפריתנית מרוכזת לזמן קצר בטיפולים חוזרים והוכנסו לאינקובטור לאחר כל טיפול. מספר הזרעים ההתחלתי הוא 100 ב-4 חזרות. הזרעים שהפכו חדירים ונבטו, נספרו והוסרו, והזרעים הנותרים יובשו בטמפרטורת החדר וטופלו מחדש לאחר שבועיים. במהלך הניסוי היו 17% מהזרעים חדירים שלא נבטו, ובגמר הניסוי נותרו 5% זרעים קשים.

Gaertner (64) מצאה כי השריה בחומצה גפריתנית גרמה לריכוך קליפת הזרע הקשה בכל מיני הכשות שבדקה, אולם אופטימום זמן ההשריה היה שונה בהתאם למין ולמשך תקופת האחסון הקודמת של הזרע. חוקרים רבים השתמשו בחומצה גפריתנית כשיטה להכנת זרעי כשות בניסויים שונים, בהשריה החל מ- 10 דקות (82) עד 60 דקות (33), ואף עד 90 דקות (118). על סמך העבודות הללו, קבענו כשיטה סטנדרטית לריכוך זרעי כשות השריה של 40 דקות בחומצה גפריתנית מרוכזת, ולאחר מכן שטיפת הזרעים במים, עד שרמת ה-pH חוזרת להיות ניטרלית.

ב. השפעת טמפרטורות גבוהות על הקליפה הקשה ועל החיות של הזרעים

השפעת טמפרטורות גבוהות נבדקת בסדרת ניסויים, שבהם הושרו זרעים בשקיות עבירות (20 זרעים ב-4 חזרות לכל טיפול) בתוך מים, שהוחזקו בטמפרטורה קבועה למשך פרקי זמן שונים. בקבוצה אחת נבדקו טמפרטורות בין 40 ל-70 מ"צ, כשמשך החשיפה היה בסדר גודל של ימים (עד 6 ימים, בטמפרטורות הנמוכות יחסית) או שעות (עד 6 שעות, בטמפרטורות הגבוהות). הזרעים היו מקוריים (קשים) או מטופלים (חדירים). לאחר השריה נתונה הוצאו הזרעים, יובשו והונבטו. זרעים קשים שלא נבטו טופלו בחומצה והונבטו מחדש לקביעת חיותם. בקבוצה אחרת ננקטה שיטה דומה אלא שהזרעים הושרו במים רותחים (כ-100 מ"צ).

נמצא שב-40 מ"צ לא הפחיתו 6 ימי החשיפה את הנביטה לעומת ההיקש (63%), אך בטמפרטורות הגבוהות יותר נפגם כושר הנביטה של זרעים חדירים ביחס הפוך בין גובה הטמפרטורה לזמן: הפחתת כושר הנביטה למחצית מזה שבהיקש נגרמה ב-50 מ"צ לאחר 13 שעות; ב-55 מ"צ לאחר 4.5 שעות; ב-60 מ"צ לאחר 3 שעות; וב-70 מ"צ לאחר 45 דקות. בבדיקות הללו לא היה אף טיפול אשר גרם להתרככות הקליפה הקשה או פגם בחיות הזרע הקשה. בהשריית זרעים קשים במים רותחים (כ-100 מ"צ) נמצא שלאחר 10 דקות הקליפה הקשה לא התרככה, אך חיות הזרעים נפגעה קשות.

דיון בנושא השפעת הטמפרטורות ניתן למצוא בסקירה שלעיל בפרק הדן בגורמי הנביטה.

ג. לחות הקרקע ונביטה במים

ניסוי הנבטה בלחות קרקע שונה נעשה במכלי פלסטיק שמולאו כל אחד ב- 500 גרם אדמה יבשה, אשר הורטבה בכמות המים המספיקה ליצירת רמות לחות שונות - מ-10% ל-50%, ונזרעה שטחית (זרעים מטופלים ממאגר מגידו, במספר דומה אך לא ספור). המכלים נסגרו במכסה והוצבו בטמפרטורה של 24-33 מ"צ. הנבטים נספרו לאחר 10 ימים. הזרעים המטופלים שהונבטו באדמות אלה הציצו בכל רמות הלחות שנוסו, כשהמקסימום היה ב-30%, קרוב לקיבול השדה של המצע. אחוזי ההצצה המבוטאים ביחס לערך המרבי, היו בהתאמה: 43%, 78% (ב-50% ו-40% לחות), ו-54%, 8% (ב-20% ו-10% לחות). נראה שזרעי הכשות נבטו בטווח רחב של לחות קרקע.

ניסוי הנבטה במים נערך במשורות באורך של 30 ס"מ שמולאו במים מזוקקים עם אוורור (במאוורר לאקווריום) או ללא אוורור, ובהן נתלו שקיות עבירות עם זרעים מטופלים ממאגר מגידו (20 זרעים בכל שקית ב-4 חזרות לטיפול) בשלושה עומקים שונים. הטמפרטורה הקבועה בניסוי הייתה 25 מ"צ. בניסוי משלים נתלו זרעים מטופלים בשקיות עבירות בעומק שווה בתוך מכלי ארלנמאייר, שהכילו מי ברזים עומדים, מטולטלים או זורמים. לאחר שבוע בכל הטיפולים ו-3 שבועות במים העומדים הונבטו הזרעים בצלחות פטרי.

במים מאווררים נבטו לאחר שבוע 38%-68% מהזרעים. במים עומדים, לעומת זאת, נבט רק אחוז אחד מהזרעים, אך הזרעים שלא נבטו בתוך המים, נבטו היטב על מצע יבש. בניסוי המשלים, לאחר החזקת הזרעים במים בתנאים שונים, נבטו מעל ל-80% מהזרעים בכל הטיפולים. דיון בנושא השפעת המים מופיע בסקירה שלעיל בפרק הדין בגורמי הנביטה.

ד. השפעת הקליפה הקשה על חדירת חומר אידוי לזרע

ניסוי על פעולת אידוי נעשה במתאם ובמתיל ברומיד במקביל. הניסוי במתאם נערך בקופסאות פלסטיק שמולאו ב-500 גרם אדמה יבשה, אשר אליה נוספו 5 מ"ל "אדיקטול" (מכיל 320 גרם מתאם סודיום לליטר) בתוך 200 מ"ל מים (40% לחות). כהיקש שימשה אדמה יבשה או לחה ללא חומר. זרעי כשות הוכנסו למבחנות של 5 מ"ל, יבשים או רטובים (בתוספת 1 מ"ל מים), והמבחנות הפתוחות הוצבו באדמה. בגמר ההכנה נסגרו הקופסאות באטימות מוחלטת והוצבו בתא חשוך ב-28 מ"צ למשך שבוע. הניסוי במתיל ברומיד נערך כדלקמן: לדסיקטור אחד הוכנסו צלוחית עם 20 מ"ל "מתברום 980" (מכיל 96% מתיל ברומיד ו-2% כלורופיקרין) וצלחות פטרי המכילות פד לח או יבש שעליו זרעים מקוריים או מטופלים. לדסיקטור אחר הוכנסו רק צלחות המכילות זרעים ללא חומר, כהיקש. המכלים נשארו סגורים במשך יומיים. שני הניסויים נעשו ב-20 זרעים ב-4 חזרות לכל טיפול. במועד פתיחת המכלים הוצאו הזרעים ומוינו לפי: נובטים, חדירים וקשים. הזרעים הקשים טופלו לקביעת חיותם, ולחדירים שלא נבטו נעשתה הנבטה חוזרת. תוצאות הניסויים מוצגות בטבלה 6 המופיעה בסקירה. בהיקש, הזרעים הקשים כמעט שלא נבטו, והזרעים החדירים נבטו היטב.

בניסוי במתאם נמצא כי זרעים חדירים שנחשפו לאדי החומר בהיותם יבשים או רטובים נפגעו בכושר נביטתם. בזרעים הקשים לא הייתה התרככות של הקליפה, והזרעים נותרו חיוניים כבהיקש.

בניסוי מקביל במתיל ברומיד הגיבו הזרעים החדירים בתמותה מוחלטת של הזרעים הרטובים, ובפגיעה חלקית בזרעים היבשים. יש להניח שהתגובה החלקית נובעת ממשך החשיפה, כיוון שבניסוי אחר (שלא פורט כאן), מתו כל הזרעים החדירים היבשים לאחר חשיפתם לאידוי במשך 3 ימים. בזרעים הקשים לא גרם התכשיר מתיל ברומיד כל פגיעה בקליפה או בחיות.

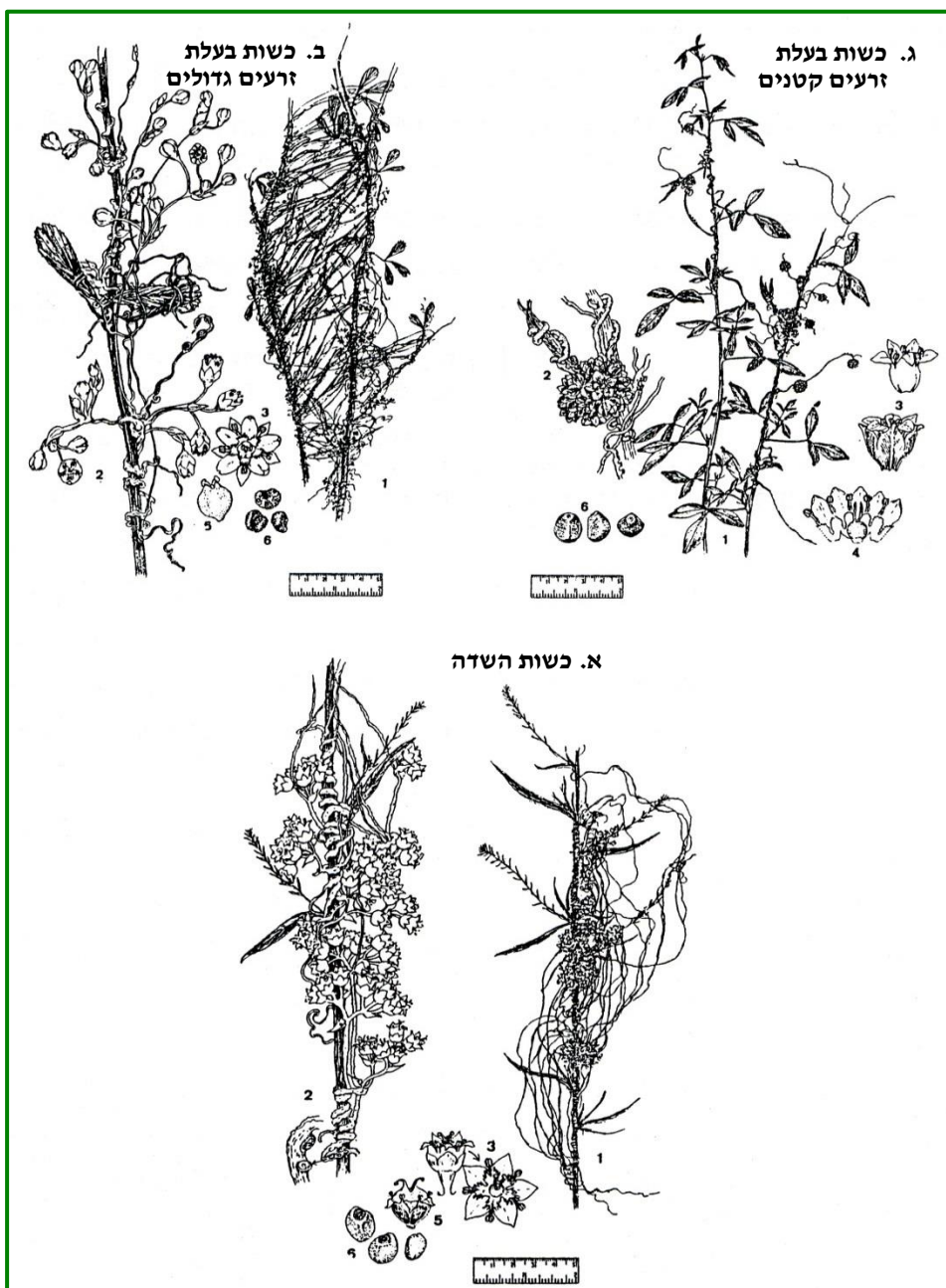
המסקנה המעשית של העבודה היא שבתנאים רגילים יש לצפות לכך שאידוי אמנם ימית את זרעי הכשות החדירים הנמצאים באדמה, אך לא יפחית מכמות זרעי הכשות הקשים הנשארים חיוניים.

בדבר פרטים נוספים - ראו סקירה בפרק הדין בהדברה בנושא חיטוי הקרקע.

ה. השפעת משך ההיטפלות על אספסת

הנושא נבדק בעציצים שנפחם ליטר אחד, אשר מולאו באדמה ונזרעו כל אחד בארבעה צמחי אספסת (זן פירוביאני). החל מגיל חודש נזרעו סמוך לאספסת זרעי כשות (במספר דומה) ב- 3 מועדים בהפרש של שבועיים זה מזה. הכשות הציצה כעבור 3-4 ימים ונקשרה לאספסת לאחר שבוע. שלושה שבועות לאחר התקשרות הכשות מהמועד האחרון (5 ו-7 שבועות לאחר המועדים הקודמים) נקצרה העלווה מכל הצמחים (כולל מצמחי ההיקש ללא כשות), הופרדה בין אספסת לכשות ונשקלה. הניסוי נערך בחממה בחודשים שבין מאי ליולי. כל טיפול כלל 5 חזרות.

התוצאות מוצגות בסקירה בפרק על נזקי הכשות ובטבלה 4.



איור 13. מיני כשות התוקפים את האספסת במערב ארה"ב

1. מראה כללי של צמח נטפל בכשות; 2. קטע נגוע: גבעולי כשות נכרכים עם מצוצות, קרקפות פרחים; 3. כותרת וגביע; 4. כותרת פרושה; 5. הלפט; 6. זרעים (לפי חוברת הדרכה ממשרד החקלאות האמריקאי).

ספרות

1. איג א., זהרי מ., פינברון נ. (1931), **מגדיר לצמחי א"י**. הוצאת ספרים ע"י האוני' העברית, ירושלים.
2. בוקסבאום ה., קליפלד י., בלומנפלד ט., הרצלינגר ג., גולן ש. (1990), **הדברת עשבים בפלחה 1989/91**. דו"ח להנהלת ענף הפלחה.
3. בוקסבאום ה., קליפלד י., בלומנפלד ט., הרצלינגר ג., גולן ש., חילף ט. (1991), **הדברת עשבים בפלחה 1990/91**. דו"ח להנהלת ענף הפלחה.
4. גרף ש. (1986), **השפעת קוטל העשבים פרונאמיד על כשות השדות בשלבים שונים של טפילות על חימצה תרבותית**. חיבור לקבלת תואר מוסמך למדעים, אוני' תל-אביב.
5. גרף ש., קליפלד י., ברגוטי ע. (1982), **הדברת כשות בחימצה**. השדה 62 : 1388-1389.
6. גרף ש., קליפלד י., ברגוטי ע. (1982), **הדברת עשבים בחימצה**. דו"ח ניסויים 1981/82.
7. הדר א., כיתאין ש., שליון א., גלידאי ש., גוטמן מ., נוי י. (1993), **סטומפ בהדברת כשות בגזר**. השדה 73 : 515-517.
8. הורוביץ מ. (1981), **הדברת עשבים רעים – הדברה כימית, עקרונות ויישום**. הוצאת עם עובד - ספריית השדה, תל-אביב.
9. הורוביץ מ., גבלברג א., בוקסבאום ה. (1983), **תכונות זרעי הכשות והשלכות על ההפצה וההדברה של הטפיל**. השדה 63 : 1179-1776.
10. זהרי מ. (1941), **העשבים הרעים בארץ ישראל והדברתם**. הוצאת ספריית השדה, תל-אביב.
11. יואל ד., אסייג מ. (1994), **דגניים כפונדקאים לכשות השדות**. תקציר הוועידה הארצית ה-13 לעשבים רעים והדברתם, רחובות : 36.
12. כפולר ב. (1930), **ע"ד גידול קטניות בשדה שלקתה בכשותה**. השדה 10 : 93-94.
13. מחלקה להדרכה, התחנה לחקר החקלאות רחובות (1944), **הוראות לעונה בפלחה ומספוא**. השדה 24 : 161-162.
14. נבו ד. (1993), **פגעים בגידולים חקלאיים והדברתם בארץ ישראל בתקופת המקרא והמשנה**. חיבור לקבלת התואר דוקטור לפילי, אוני' בר-אילן, רמת-גן.
15. ניר א., רובין ב. (1996), **הביולוגיה וההדברה הבררנית של כשות השדות**. תקציר הוועידה הארצית ה-14 לעשבים רעים והדברתם : 20.

16. ניר א., רז א. (1994), **הדברת כשות לאורך שולי כבישים**. תקציר הוועידה הארצית ה-13 לעשבים רעים והדברתם, רחובות: 35.
17. פינברון-דותן נ., דנין א. (1991), **המגדיר לצמחי בר בארץ ישראל**. הוצאת כרמא, ירושלים.
18. פוטיבסקי נ. יואל ד., פוטיבסקי א. (1991), **טפלות כשות השדה על צמחי תבלין ממשפחת השפתניים**. השדה 71: 1183-1186.
19. פלקחין ד., קליפלד י., הרצלינגר ג., גולן ש. (1994), **השפעת קוטלי עשבים על נביטה והתפתחות של כשות השדה**. תקציר הוועידה הארצית ה-13 לעשבים רעים והדברתם, רחובות: 37.
20. ציביון י. (1979), **בקרת הצמוד בין הצמח הטפיל, כשות השדה, לבין מאכסניו**. חיבור לקבלת תואר דוקטור לפיל, האוני' העברית, ירושלים.
21. ציוק ב. (1920), **הטפילים והעשבים הרעים בא"י - הכשותה**. השדה 1: 23-15.
22. צמח ש. (1929), **התלתן האלכסנדרוני בא"י**. תחנת הניסיון החקלאית רחובות, מח' ההדרכה, ח' 18.
23. קליפלד י., דוביצקי ע. (1984), **הכשות, מניעתן והדברתן**. השדה 65: 611.
24. קליפלד י., פלקחין ד., בוקסבאום ה., הירשנהורן י., הרצלינגר ג., גולדווסר י., בלומנפלד ט., גולן ש., חילף ט. (1996), **הדברה בירנית של כשות השדה**. השדה 77: 56-60.
25. קליפלד י., פלקחין ד., הרצלינגר ג., בוקסבאום ה., בלומנפלד ט., גולן ש., חילף ט. (1993), **האם ניתן לעצור את התפשטות העשב הטפיל כשות השדות? גן שדה ומשק, תשנ"ג: 59-60**.
26. קליפלד י., פלקחין ד., יואל ד., הירשנהורן י., הרצלינגר ג., גולדווסר י., גולן ש., בוקסבאום ה., בלומנפלד ט., חילף ט. (1996), **הדברה משולבת של כשות**. דו"חות מחקר ל-1994, 1995, 1996.
27. שוהם ח. (1986), **מנע כשות בגן הירק**. המשק החקלאי 47: 14.
28. Abu Irmaileh B. E. (1979), **Occurrence of parasitic flowering plants in Jordan**. Plant Dis. Repr. 63: 1025-1028.
29. Abu Irmaileh B. E. (1987), **Eastern dodder (*Cuscuta monogyna* Vahl.) distribution, host range and its response to glyphosate applications**. Proc. 4 int. Symp, on Parasitic Flowering Plants, Margurg, Germany: 1-10.
30. Abu Irmaileh B.E., Fuick J.C. (1989), **Using glyphosate to control eastern dodder on citrus in Jordan**. HortScience 24: 311-312.

31. Al Menoufi O. A., Aston F. M. (1991), **Studies On the parasitism of *Cuscuta* spp., susceptibility and resistance of some *Lycopersicon* species to *Cuscuta campestris* infection.** Proc. 5 Int. Symp, on parasitic Weeds, Nairobi, Kenya: 293-297.
32. Al Menoufi O. A., Farag S. A., Tantawy I. (1996), **Effect of dodder (*Cuscuta Chinensis*) on the productivity of some varieties of alfalfa.** Proc. 6 Int. Symp, on parasitic Weeds, Corodoba, Spain: 394-398.
33. Al Shair S. A. M. (1986), **Effect of dodder (*Cuscuta* spp.) on some Egyptian crops.** Alexandria J. of Agric. Res. 31: 481.
34. Allred K. R., tingey D. C. (1964), **Germination and spring emergence of dodder as influenced by temperature.** Weeds 12: 45-48.
35. Arnaud M. C., Renaudin S., Fer A. (1996), **Investigations into the cellular and biochemical events involved in resistance of a legume (*Phaseolus vulgaris*) to a parasitic higher plant (*Cuscuta reflexa*).** Proc. 6 Int. Symp, on Parasitic Weeds, Cordoba, Spain: 592-598.
36. Ashton F. M., Santana D. (1976), ***Cuscuta* spp (Dodder). A literature review of its biology and control.** Univ. California Coop. Ext. Bull. 1880, 22 pp.
37. Baldev B. (1959), **In vitro responses of growth and development in *Cuscuta reflexa*.** Phytormorphology 9: 316-319; quot. By Parker C., Riches C. R. (1993) *Cuscuta* species, the dodders, and *Cassytha filiformis*.
38. Baloch G. M. (1968), **Possibilities for biological control of *Cuscuta*.** Pest Articles and News Summ. C, 14: 27-33.
39. Bewick T. A., Binning L. K., Yandell B. (1988), **A degree-day model for predicting the emergence of swamp dodder in cranberry.** J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 839-841.
40. Boireau E., Fer A. (1996), **Sulfur nutrition and metabolism in a parasitic higher plant, *Cuscuta*.** Proc. 6 Int. Symp, on Parasitic Weeds, Cordoba, Spain: 366-373.

41. Capderon M., Fer A., Ozenda P. (1985), **An unreported system of expulsion of a parasite: dodder in cotton.** C. R. Acad. Sci. (Paris III), 300: 227-232.
42. Carter R. J., Cooke D. A., Barker W. R., Csurhes S. M. (1996), **Occurrence and control of Striga, Orobanche and Cuscuta In Australia.** Proc. 6 Int. Symp, on Parasitic Weeds, Cordoba, Spain: 802-808.
43. Charles D. J., Singh M., Sanwal G. G. (1980), **Biochemical changes in the developing seeds of Cuscuta campestris.** Physiol. Plant. 49: 336-340.
44. Chauhan J. S., Singh N. K., Singh S. V. (1989), **Screening of higher plants for Specific herbicidal principle active against dodder, Cuscuta reflexa.** Indian J. Exp. Biol. 27: 877-884.
45. Cudney D.W., Orloff S. B., Reints J. S. (1992), **An Integrated weed management procedure for the control of dodder (Cuscuta indecora) in alfalfa (Medicago sativa).** Weed Technol 6: 603-606.
46. Czygan f. C., wessinger B., Warmuth K. (1988), **Cuscuta und ihre Fähigkeit zur aufnahme und Speicherung von Alkaloiden der Wirtspflanzen.** Bioch. Physiol. Pflanzen 183: 495-501.
47. Danielson L. L. (1976), **Effects of DCPA on growth of dodder.** Proc. N. E. Weed Sci. Soc: 268-271.
48. Dawson J. H. (1966), **Response of field dodder to shade.** Weeds 14: 4-5.
49. Dawson J. H. (1971), **Establishing alfalfa on dodder-infested soil.** Weed Sci. 19:222-225.
50. Dawson J. H. (1984 a), **A vegetative character that separates species of Cuscuta.** Proc. 3 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Aleppo, Syria: 184-187.
51. Dawson J. H. (1984 b), **Control of Cuscuta in alfalfa – a review.** Proc. 3 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Aleppo, Syria: 188-199.
52. Dawson J. H. (1987), **Cuscuta and its control.** Proc. 4 Int. Symp. on Parasiting Flowering Plants, Marburg, Germany: 137-149.
53. Dawson J. H. (1989), **Dodder (Cuscuta spp.) control in established alfalfa (Medicago sativa) with glyphosate and SC-0224.** Weed technol. 3: 552-559.

54. Dawson J. H. (1990), **Dodder (*Cuscuta* spp.) control with dinitroaniline herbicides in alfalfa (*Medicago sativa*)**. Weed Technol. 4: 341-348.
55. Dawson J. H., Saghir A. R. (1983), **Herbicides applied to dodder (*Cuscuta* spp.) after attachment to alfalfa (*Medicago sativa*)**. Weed Sci. 31: 465-471.
56. Dean H. L. (1942), quot. By King L. J. (1966) **Weed of the World**. Ed. Interscience Publ., New York, 526 pp.
57. Dörr I. (1987), **The haustorium of *Cuscuta* – new structural results**. Proc. 4 Int. Symp. on Parasiting Flowering Plants, Marburg, Germany: 163-173.
58. Ehrenfeld K., Bäuml P., Czygan F. C., Proksch P. (1996), **Alkaloid uptake and metabolism in sterile cultures of *Cuscuta reflexa* (*Cuscutaceae*)**. Proc. 6 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Cordoba, Spain: 348-354.
59. Feinburn-Dothan N. (1978), **Flora Palestina** 3: 44-50. Ed. Israel. Acad. Sciences and Humanities, Jerusalem, Israel.
60. Feinburn N., Taub S. (1964), **The *Cuscuta* species of Palestine**. Israel J. Bot. 13: 1-23.
61. Fer A. (1981), **La connaissance de la physiologie des Cuscutes, base de Départ pour la recherche d'une méthode rationnelle de lutte contre ces parasites**. C. R. 11 Conf. Columa, Versailles, France: 330-337.
62. Fer A., de Bock F., Renaudin S., Rey L., Thalouarn P. (1987), **relations trophiques entre angiospermes et leurs hôtes respectifs: II. Voies de transport et mécanismes impliqués dans le transfert des substances trophiques à l'interface hôte-parasite**. Bull. Soc. Bot. de France 134: 109-120.
63. Fratianni D. G. (1965), **The interrelationship between the flowering of dodder and the flowering of some long and short day plants**. Am. J. of Botan. 52: 556-562.
64. Gaertner E. E. (1950), **Studies of seed germination, seed identification and host relationship in dodders, *Cuscuta* spp.** N. Y. Agr. Expt. Sta. Memoir 294, 56 pp.

65. Gayed S. K. (1986), **Dodder in tobacco seedbeds in Ontario and its control**. Can. J. Plant Sci. 66: 421-423.
66. Gaertner G. (1932), **Ueber die auf Kleearten und Luzerne auftretende Seidearten**. Praktische Bl. f. Pflanzeb. u. Pflanzensch. 10: 121-137.
67. Giannopolitis C. N. (1979), **Inhibition of seed germination and early stem elongation of *Cuscuta australis* by ethofumesate**. Weed Res. 19: 95-100.
68. Habib S. A., Abdul-Rahman A. A. (1988), **Evaluation of some weed extracts against field dodder on alfalfa (*Medicago sativa*)**. J. Chem. Ecology 14: 443-452.
69. Hassawy G. S. (1973), ***Cuscuta* species in Iraq: their hosts and seed germination**. Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. Parasitic Weeds: 280-287.
70. Haupt S., Neumann S. (1996), **Transfer of assimilates and xenobiotics from host plants to the parasite *Cuscuta reflexa***. Proc. 6 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Cordoba, Spain: 356-364.
71. Heidi-Jorgensen H.S. (1991), **Notes on the structure of the adhesive disk of *Cuscuta***. Proc. 5 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Nairobi, Kenya: 24-30.
72. Holm L. G., Pancho J. V., Herberger J. P., Plucknett D. L. (1979), **A geographical Atlas of world Weeds**. Ed. Wiley-Interscience Publ. New York, USA. 394 pp.
73. Horowitz M., Regev Y., Herzlinger G. (1983), **Solarization for weed control**. Weed Sci. 31: 170-179.
74. Horowitz M., Taylorson R. B. (1983), **Effect of supra-maximal temperatures on imbibition, germination and thermal death of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seeds**. Can J. Bot. 61: 2269-2276.
75. Hutchison J. M., Ashton F. M. (1979), **Effect of desiccation and scarification on the permeability and structure of the seed coat of *Cuscuta campestris***. Amer J. bot. 66: 40-46.
76. Hutchison J. M., Ashton F. M. (1980), **Germination of field dodder (*Cuscuta campestris*)**. Weed Sci. 28: 330-333.

77. Ihl B., Miersch I. (1996), **Susceptibility and resistance of *Lycopersicon* to infection by *Cuscuta***. Proc. 6 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Cordoba, Spain: 600-607.
78. Jacob F., Neumann D., Neumann S. (1986), **Studies on *Cuscuta reflexa* Roxb. VI. Is there an autoparasitic withdrawal of nutrients?** J. Plant Physiol, 123: 151-160.
79. Jeschke W. D., Bäuml P., R  th N. (1995), **Partitioning of nutrients in the system *Cuscuta reflexa* – *Lupinus albus***. Aspects of Applied Biol. 42: 71-79.
80. Kelly C. K. (1992), **Resource choice in *Cuscuta europaea***. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 89: 12194-12197.
81. Klein W. (1987), **The spread of *Cuscuta reflexa***. Proc. 4 Int. Symp. on Parasiting Flowering Plants, Marburg, Germany: 485-488.
82. Knepper D. A., Creager R. A., Musselman L. J. (1990), **Identifying dodder seeds as contaminants in seed shipment**. Seed Sci. technol. 18: 731-741.
83. Kondap S. M., Kumar R. M. (1993), **Management of *Cuscuta* in croplands and fallows**. Proc. Int. Symp. Indian Soc. Weed Sci., Hisar, India 1: 407-411.
84. Krohn V. (1934), quot. By Gaertner E. E. (1950), **Studies of seed germination, seed identification and host relationship in dodder, *Cuscuta* spp.** N. Y. Agr. Expt. Sta. Memoir 294, 56 pp.
85. Lane H. C., Kasperbauer M. J. (1965), **Photomorphogenic responses of dodder seedlings**. Pl. Physiol 40:109-116.
86. Lee K. B., Lee C. D. (1989), **The structure and development of haustorium in *Cuscuta australis***. Can J. Bot. 67: 2975-2982.
87. Liu Z. Q., Agaev R., Lecocq M., Fer A., Hallet J. N. (1987), **Effects and mode of action of several herbicides on dodder seedlings (*Cuscuta lupuliformis*)**. Proc. 4 Int. Symp. on Parasiting Flowering Plants, Marburg, Germany: 511-521.
88. Loffler C., Sahm A., Czygan F. C., Proksch P. (1996), **Aspects of the incompatible host-parasite- relationship of tomato and *Cuscuta***. Proc. 6 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Cordoba, Spain: 582-590.

89. Lyshede O. B. (1989), **Electron microscopy of filiform seedling axis of *Cuscuta pedicellata***. Bot. Gaz. 150: 230-238.
90. Lyshede O. B. (1992), **Studies on nature seeds of *Cuscuta pedicellata* and *C. campestris* by electron microscopy**. Ann. Bot. 69: 365-371.
91. Lyshede O. B. (1996), **Seeds of some *Cuscuta* species, structure and biology**. Proc. 6 Int. Symp. on Parasitic Weed, Cordoba, Spain: 257-262.
92. Machado M. A., Zetsche K. (1990), **A structural, functional and molecular analysis of plastids of the holoparasites *Cuscuta reflexa* and *C. europeae***. Planta 181: 91-96.
93. McLeod d. G. (1962), **Some anatomical and physiological observations on two species of *Cuscuta***. Trans. Bot. Soc. Edinburgh 39: 302-315.
94. Mamluck O. F., Weltzien H. C. (1978), **Verbreitung und Wirtsspektrum einiger *Cuscuta* Herkunft aus dem Vorderen und Mittleren Orient**. Ztschft. Pflkrankh. u. Pflschutz 85: 102-107.
95. Mirande M. (1901), **Recherches physiologiques et anatomiques sur les *Cuscutacées***. Bull. Sci. France et Belgique 34: 1-280.
96. Mishra S., Sanwal G. G. (1992), **Alterations in lipid composition of seed oil from *Brassica juncea* upon infection by *Cuscuta reflexa***. J. Agric. Food Chem. 40: 52-55.
97. Musselman L. J. (1986), **Parasitic weeds and their impact in south-west Asia**. Proc. Roy. Soc. Edinburgh, 89B: 283-288.
98. Musselman L. J., Aggour M., Abu Sbaieh H. (1989), **Survey of parasitic weed problems in the West Bank and Gaza Strip**. Trop. Pest Management 35: 30-33.
99. Nagar R., Sanwal G. G. (1984 a), **biochemical aspects of parasitism in *Cuscuta reflexa*: inhibition of cell wall degrading enzymes of *Cuscuta* by non-susceptible plants**. Proc. 3 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Aleppo, Syria: 175-183.
100. Nagar R., Singh M., Sanwal G. G. (1984 b), **Cell wall degrading enzymes in *Cuscuta reflexa* and its hosts**. J. Exp. Bot. 35: 1104-1112.
101. Nir E., Rubin B., Zharasov S. W. (1996), **On the biology and selective control of field dodder**. Proc. 6 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Cordoba, Spain: 810-816.

102. Orloff S. B. (1987), **Biology of dodder and its control in alfalfa**. Proc. Ann. California Weed Conf. 39: 161-168.
103. Paliyath G., Rajagopal I., Unnikrishnan P. O., Mhadevan S. (1989), **Hormones and Cuscuta development: IAA uptake, transport and metabolism in relation to growth in the absence and presence of applied cytokinin**. J. Plant Growth Regul. 8: 19-35.
104. Parker C. (1991), **Protection of crops against parasitic weeds**. Crop Protection. 10: 6-22.
105. Parker c., Riches C. R. (1993), **Cuscuta species, the dodders, and Cassytha filiformis**. In: **Parasitic Weeds of the World**. Ed. CAB International: 183-223.
106. Pattee H. E., Allred K. R., Wiebe H. H. (1965), **Photosynthesis in dodder**. Weeds 13: 193-195.
107. Penot M. (1986), **L'importance de la voie lingeuse dans l'alimentation de la Cuscute**. Physiol. Veg. 24: 333-338.
108. Rabaté E. (1925), **La Destruction des Mauvaises Herbes**. Ed. Librairie Agricole de la Maison Rustique, Paris, France.
109. Rao K. N., Rao R.S.N (1991), **Studies on the tolerance of Black Gram and Green Gram varieties to dodder (Cuscuta chinensis Lam.)**. Proc. 5 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Nairobi, Kenya: 170-175.
110. Rath G. C., Mohanty S. S. (1987), **Production of haustoria by Cuscuta chinensis in contact with glass surface**. Indian Phytopath 40: 415-416.
111. Rath G. C., Mohanty S. S. (1988), **Observation on some grass hosts of Cuscuta chinensis**. Plant Pathol. Newsletter 6: 35-36.
112. Sallé G., Aber M., Le Coz S. (1984), **Comparative histo-physiological study of the germination and establishment of three major parasites: Viscum, Orobanche, Cuscuta**. Proc. 3 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Aleppo, Syria: 10-21.
113. Sarpe N., Halalau D., Guta M. (1973), **Research on the chemical control of dodder in Lucerne and red clover**. Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. on Parasitic Weed: 289-295.
114. Sauerborn J., Saxena M. C. (1987), **Weed survey of faba bean fields in Syria with special reference to Orobanche spp. and Cuscuta spp**. FABIS Newsletter 17: 38-40.

115. Severova E. (1991), **New taxonomic characters in the genus *Cuscuta***. Proc. 5 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Nairobi, Kenya: 514-518.
116. Sitkin R. S. (1976), **Parasite-host interaction of field dodder (*Cuscuta campestris*)**. M.Sc. Thesis Cornell Univ., 64 pp; quot. By Parker C., Riches C. R. (1993) *Cuscuta* species, the dodders, and *Cassytha filiformis*.
117. Stojanovic D., Mitjatovic K. (1973), **Distribution, biology and control of *Cuscuta* species in Yugoslavia**. Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. on Parasitic Weeds: 269-279.
118. Strasser E. G. (1988), **Studies on the use of dry heat to decontaminate niger seed (*Guizotia abyssinica*) infested with dodder seed (*Cuscuta* spp.)**. Seed Sci. Technol. 16: 501-505.
119. Tingey D. C., Allred K. R. (1961), **Breaking dormancy in seeds of *Cuscuta approximata***. Weed 9: 429-436.
120. Tristram H. B. (1884), **The Survey of Western Palestine: The Fauna and flora of Palestine**. Ed. Com. Of Palestine Exploration fund, London.
121. Tronchet J. (1960), **Tumourisation des plantules de *Cuscuta gronovii* par la colchicine et un inhibiteur tégumentaire de germination et de croissance**. C. R. Acad. Sci. (Paris) 250: 1546-1548.
122. Truscott F. H. (1958), **On the regeneration of new shoots from isolated dodder haustoria**. Amer. J. Bot. 45: 169-177.
123. Tsivion Y. (1978), **Possible role of cytokinins in non-species recognition of a host and in early growth of haustoria in the parasitic plant, *Cuscuta campestris***. Bot. Gaz. 139:27-31.
124. Tsivion Y. (1979), **Physiological concepts of the association between parasitical angiosperms and their hosts – a review**. Isr. J. of botany 28: 72-89.
125. Tuohy (1986), quot. By Parker, C., Riches, C. R. (1993), ***Cuscuta* species, the dodders, and *Cassytha filiformis***.
126. Wehsarg O. (1981), **Die Verbreitung und Bekämpfung der Ackerunkrauter**. vol. 1. Ed. Arbeiten der Dtsch. Landwirtsch. Gesellschaft, P. Parey, Berlin, Germany.

127. Weinert H. Barckhaus R. H. (1975), **Fortified synthesis of cutin at the contact zones between *Cuscuta odorata* and *Pelargonium zonale***. Cytobios 13: 17-22.
128. Willerding U. (1986), **Zur Geschichte der Unkrauter Mitteleuropas**. Ed. K. Wachholtz Verlag, Neumunster, Germany.
129. Wolswinkel P. (1973), **The disturbance of the development of Broad Bean and the setting and growth of pods after infection by *Cuscuta*: Experiments about translocation of assimilates**. Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. on Parasitic Weeds: 177-187.
130. wolswinkel P. (1984), **Recent development in phloem transport research. The parallel between the site of attachment of *Cuscuta* and developing seeds of legumes**. Proc. 3 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Aleppo, Syria: 156-163.
131. Wolswinkel P. (1989), ***Cuscuta***. In CRC Handbook of Flowering, Ed. A. H. Halevy, vol. 6: 270-274.
132. Wolswinkel P., Ammerlaan a. (1983), **Sucrose and hexose release by excised stem segments of *Vicia faba* L: The sucrose specific stimulating influence of *Cuscuta* on sugar release and the activity of acid invertase**. J. Exper. Bot. 34: 1516-1527.
133. Yuncker T. G. (1932), **The genus *Cuscuta***. Mem. Torrey Botanical Club 18: 109-331.
134. Zehhar N., Fer A., Nicolet P. (1996), **Role of ethylene and polyamines in the control of growth and development of *Cuscuta lupuliformis* seedlings**. Proc. 6 Int. Symp. on Parasitic Weeds, Cordoba, Spain: 386-392.

