

גידול תירס

ד"ר אפרים צוקרמן

מומחה לגידול תירס,
גידולי שדה ומחלות צמחים

חוברת גידול תירס יצאה לאור על ידי שירות ההדרכה והמקצוע
במשרד החקלאות ופיתוח הכפר בשנת 2021.
העורך הראשי: ד"ר אפרים צוקרמן, גמלאי שה"מ, מומחה לגידול תירס,
גידולי שדה ומחלות צמחים.
דוא"ל: efraim.zuckerman44@gmail.com
עריכה לשונית: עדי סלוניקו
גרפיקה: לובה קמנצקי

תשפ"א 2021

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

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

חוברת זו שלפניכם, עוסקת בהיבטים השונים של גידול התירס. התירס בישראל הינו גידול חשוב בסל גידולי השדה בכלל, וגידול רב שימושי בסל גידולי השדה הקיציים, ומסיבה זו כללנו בחוברת הסברים ונגיעות בקשת גידולי התירס: תירס למספוא, תירס מתוק ותירס פופקורן.

מטרתה של החוברת להקנות בידי הקורא הן רקע כללי והן כלים יישומיים לגידול בשדה.

חשוב לציין כי מדובר בעקרונות ולא בהנחיות ובהמלצות נקודתיות, הנתונות לשינויים מעונה לעונה ובין אזור גידול אחד למשנהו.

אנו מודים לד"ר אפרים צוקרמן, מנהל תחום גידולי שדה בשה"מ בדימוס, על ההתגייסות לכתיבה ולעריכה של החומר המקצועי המופיע בדפים אלה.

יבואו על הברכה והתודה גם כל מי שנתן ידו לכתיבה ולהגהה של פרקים מסוימים בחוברת: יואב גולן, אור רם, אשר איזנקוט ופרופ' דוד בן יקיר.

תודה ללובה קמנצקי על עימוד גרפי ועזרה בהכנת איורים.

תודה מיוחדת לעדי סלוניקו על העריכה הלשונית.

ענת לוינגרט-אייצ'ציי

מנהלת אגף אגרואקולוגיה וגידולי שדה
שה"מ

עופר גורן

מנהל תחום גידולי שדה
שה"מ

תוכן העניינים

1	מבוא
2	מוצא והיסטוריה של התירס
4	חשיבות הגידול בעולם וב ישראל
5	הבוטניקה של התירס
8	תיאור הצמח
12	שלבי גידול התירס
14	תגובת התירס לאקלים
18	השפעת הקרקע על גידול התירס
19	דרישת התירס למים
24	הזנה ודישון התירס
35	רגישות התירס למליחות
37	טיפול זני תירס
42	עיבוד יסוד והכנת מצע זרעים
46	מרווחי שורות
49	השקיה
64	הדברת עשבים בתירס
73	מזיקים בתירס
110	מחלות בתירס
132	גידול תירס לגרגרים, תחמיץ ושחת
146	גידול תירס מתוק
159	גידול פופקון
169	גידול תירס אורגני
173	סיכום
175	תודות

מבוא

חברת זו מוקדשת למורנו ורבנו, שמואל (שמוליק) ברקוביץ ז"ל, שרבים מכנים אותו "הגור של גידול התירס בישראל". החוברת שכתב בתום עבודתו בשירות ההדרכה והמקצוע במשרד החקלאות (שה"מ) בשנת 2000, מהווה מקור ידע בלתי אכזב למגדלים והיוותה אבן יסוד בכתיבת חוברת זו. יהיה פועלו וזכרו שמור בליבנו.

התירס הוא גידול הגרגרים הגדול בעולם. מוצאו הבוטני של התירס התרבותי אינו ברור אך מקורו במרכז אמריקה שם גודל במשך אלפי שנים. תפוצתו בעולם התפשטה לאחר גילוי אמריקה וכושרו הגנטי אפשר את התאמתו לאזורים חקלאיים נרחבים בעולם. טיפוח טיפוסי התירס הביא ליצירת קבוצות בוטניות המתאימות למגוון גדול של שימושים - מהזנת אנשים ובעלי חיים וכלה בגורמי ייצור שונים ומגוונים בתעשייה כולל תחליפי דלק למכוניות. חוברת זו - סוקרת את התפשטות התירס בעולם ובארץ, את הקבוצות הבוטניות השונות של התירס התרבותי ואת השימוש המסחרי בסוגי התירס השונים. בחוברת פרקים על האנטומיה והפיסיולוגיה של התירס, התנאים האקלימיים הדרושים לגידול התירס, דרישות התירס למרכיבי ההזנה ומים.

כמו כן, בחוברת מוצגים מזיקי התירס ומחלותיו העיקריות הנפוצים כיום בארץ ובעולם ושיטות להתמודדות עם עשבים.

הפרקים המעשיים של גידול תירס עוסקים בגוון נושאים כמו גידול תירס לגרגרים ולמספוא, תירס מתוק למאכל אדם, כולל פופקורן, ותירס בגידול אורגני. בכל פרק מדגשות שיטות בסיסיות של עיבוד הקרקע, אספקת חומרי הזנה וההשקיה והשלכותיהם על גידול התירס לפי ייעוד.

חוברת זו מצביעה בפני הקורא על אפשרויות הגידול של התירס למיניו השונים בהתאם לשיטות העיבוד והתנאים האקלימיים ומאפשרת לחקלאי לברור ולהעדיף את מתווה הגידול המתאים לתנאיו ולצרכיו הכלכליים. אולם היא אינה מתימרת לשמש חוברת הדרכה למגדלים ולכן אין בה המלצות ספציפיות. יישום שיטות גידול ושימוש בתכשירים וטכנולוגיות חקלאיות אחרות משתנים במשך השנים, ולכן לא ראינו לנכון לפרטם ברמת ההמלצות אלא להתמקד בעקרונות הבסיסיים והקבועים. באמצעות המידע המופיע בחוברת, יכול החקלאי לשקלל את כל הפרמטרים הנוגעים לתכנון הגידול, כגון התאמה לתנאי האקלים, הקרקע המים והתכשירים העומדים לרשותו ולגבש עם מדריך מקצועי את תוכנית הגידול.

אנו מקווים שחוברת זו תהיה לעזר לחקלאים, תעשיר את הידע שלהם בנושא גידול התירס ותסיע להם לברור מבין האפשרויות המוצגות בחוברת את דרך יישום והטכנולוגיה המתאימים ליעוד הגידול, לתנאיו וצרכי הגידול של החקלאי.

המוצא וההיסטוריה של התירס

מוצאו של התירס באמריקה התיכונה. היסטוריית גידולו והתפשטותו בעולם מתחילה עם גילוי אמריקה, ב-5 בנובמבר שנת 1492. במסע מחקר של משלחת ספרדית לתוככי קובה התגלה סוג חדש של צמח שמגרגריו ניתן לייצר קמח לאחר ייבוש וטחינה. אל העולם הישן הובא התירס מאמריקה על ידי קולומבוס, אשר כינה אותו "מאיז" (Maiz), שהוא שיבוש לשוני של שמו (Ma-Hiz) - שפירושו "מקור חיים", כפי שנקרא ע"י שבט אראווק (Aravak). בישראל ידוע התירס גם בשם "חיטי תירס" או "דורה צהובה" באנגלית הוא נקרא "Indian corn" בצרפתית "Mais Ble De Turquie".

קיימות שתי סברות לגבי מוצאו של התירס. האחת (Acherson 1880) טוענת, שמוצאו של התירס מהטיאואסינטה (*Euchlanea mexicana*) - צמח בר הקרוב ביותר לתירס התרבותי, הגדל במקסיקו ובגואטמלה. צמח זה הינו חד-שנתי ובעל 10 זוגות כרומוזומים, בדומה לתירס. האשבול (הקלח) קטן מאוד ומכיל 5-6 גרגרים. בחימום תופחים הגרגרים ומתפקעים בקלות, כמו גרגרי התירס הרגיל. כמו כן, ניתן ליצור כלאיים פוריים בין הטיאואסינטה (Teosinte) לבין התירס התרבותי.



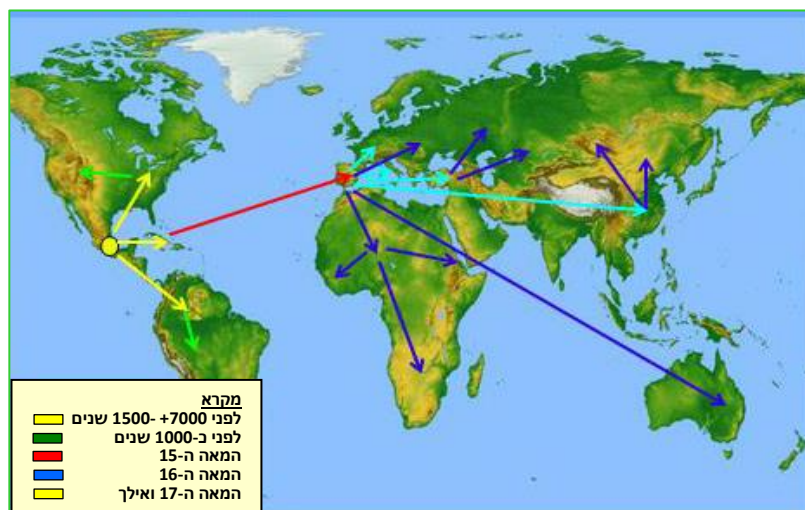
תמונה 2. תירס הגלומות (*Zea mays tunicata*)
מקור: Seeds Gallery Shop from Google.com



תמונה 1. הטיאואסינטה (*Euchlanea mexicana*)
מקור: Digitalis Tankonyvtar from Google.com

הסברה השנייה מייחסת את מוצאו של התירס התרבותי מזן בר (שאינו מוכר כיום) או ממוטציה של תירס הגלומות (*Zea mays tunicata*), שהתגלה בפרו בשנת 1824 וגדל שם עד היום. בתירס הגלומות מכוסה כל גרגר בנפרד בגלומות, בנוסף לגלומות העוטפות את הקלח כולו. שימוש האדם בתירס הגלומות הינו רב בשנים. בקברים אינדיאנים עתיקים נמצאו כלים מקושטים בגרגרי תירס הגלומות. בחפירות ארכיאולוגיות במקסיקו (בעומק של 2 מטרים) נמצאו אשבולי תירס הגלומות, שגילם מוערך ב-1500-4000 שנים (Mangelsdorf, 1949). בשכבות הצעירות לא נמצאו שרידי תירס הגלומות. עם זאת, יש לציין כי בכל שכבות החפירה לא נמצאו שרידים של הטיאואסינטה.

את התירס הביאו לספרד קולומבוס וממשכי דרכו בעולם החדש החל מסוף המאה ה-15. בתחילה גידלו אותו כצמח נוי בגינות ומאוחר יותר כצמח לגרגרים. במאה ה-16 התירס מופץ ברחבי העולם, כפי שמתואר באיור 1 שלהלן - מפת התפשטות התירס בעולם לפי שנים. תירס שהופץ מטורקיה למזרח אירופה נקרא קוקורצ'ה (אוכל לתרנגולות).



איור 1. מפת התפשטות התירס בעולם לפי שנים

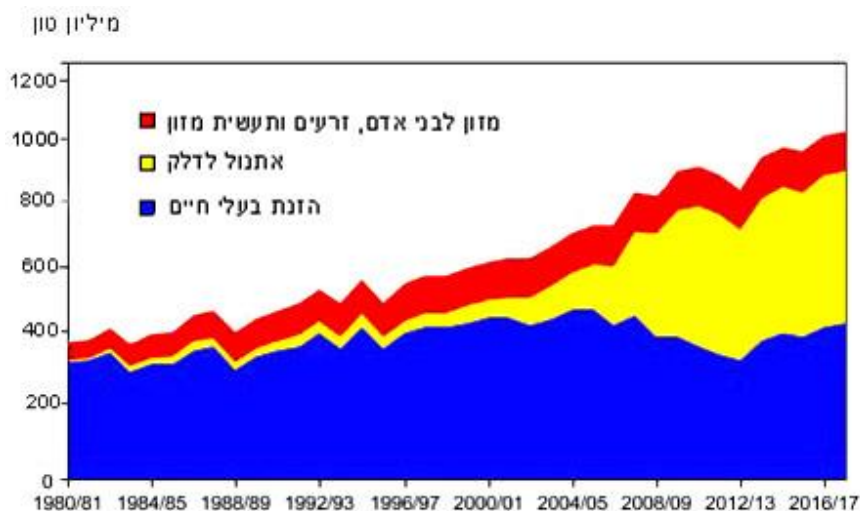
איור: אפרים צוקרמן (מקור המפה - Google.com)

בשנת 1912 הביא אליעזר יפה לארץ את התירס הלבן, אשר התאקלם במהרה כמעט בכל האזורים בארץ.

השם תירס בעברית מיוחס לבנו של יפת בן נח. לאירופה המזרחית הגיע התירס מטורקיה, ונקרא תחילה באידיש "חיטה טורקית". בהתבסס על כך שצאצאיו של תירס המקראי התיישבו בטורקיה, הפך השם ל"חיטי תירס" או ל"דורה צהובה", ולאחר זמן מה נקרא בקיצור "תירס".

חשיבות הגידול בעולם ובישראל

התירס הוא גידול הגרגרים הגדול בעולם. שטח הגידול העולמי בשנים האחרונות התפרש על פני כ-1,800 מיליון דונם, ויבול הגרגרים בשנים אלו היה כ-1,075 מיליון טון.



איור 2. שימוש בגרגרי תירס לפי שנים

מקור: U.S. Corn Production USDA

התירס משמש לשלוש מטרות: מזון לבני האדם, מזון לבעלי חיים וחומר גלם לתעשייה ענפה. המוצרים החשובים המופקים מהגרגרים הם: קמח תירס, מוצרי מזון לבני אדם, מזון מרוכז לבעלי חיים, אתנול (כזהל מחליף בנזין במכוניות), שמן מאכל, קורנפלקס, עמילן לתעשיית הנייר, דקסטרז, גלוקוז, סירופ, דקסטרן ועוד. באמצעות זיקוק ותסיסה מייצרים אטיל, בוטיל, אלכוהולים שונים ואצטון.

מאיור 2 עולה כי השימוש להזנת בני אדם ובעלי חיים כמעט שאינו משתנה בחלוף השנים, אך לעומתו השימוש בגרגרי תירס לייצור דלק למכוניות גובר בצורה נמרצת עם השנים. בארץ מגדלים בשנים האחרונות כ-70,000 דונם תירס למספוא, כ-50,000 דונם תירס מתוק לתעשייה ולשוק הטרי וכ-10,000 דונם תירס לפופקורן.

הבוטניקה של התירס

התירס, ובשמו המדעי: *Zea mays*, הוא דגן השייך לסדרת הדגנאים (Poales), למשפחת הדגניים - Poaceae, או בשמה הקודם: Gramineae, ולתת-המשפחה Panicoideae. התירס שייך לדגניים מקבוצת צמחי ה-C4.

התירס הוא צמח דו-מיני חד-ביתי, שבו יש הפרדה בין התפרחת הזכרית (מכבד) לבין התפרחת הנקבית (קלח, או בשמו הבוטני: אשכול). גרגרי הדגניים משמשים מזון בסיסי למרבית האוכלוסייה בעולם. מבין הדגניים, התירס הוא הגידול בעל התנובה הגבוהה ביותר ליחידת שטח.

את זני התירס התרבותיים ניתן למיין לכמה קבוצות בוטניות:



1. תירס הגלומות (*Zea mays tunicata*) - יש חוקרים הרואים במין זה את מין התירס הראשון שתורבת. כל גרגר בקלח עטוף בגלומות הקשות מאוד להסרה (בדומה לגלומות השעורה). את תירס הגלומות מגדלים כיום למטרות מחקר ולדקורציה.

תמונה 3. תירס הגלומות

מקור: Seeds Gallery Shop from Google.com



2. תירס קשה (*Zea mays indurata*) - האנדוספרם זגוגי ומכיל ברובו עמילן קשה ומעט עמילן רך במרכזו. הגרגר עגלגל וחלק, בצבעים שונים. מוצאו באזור הטרופי ההררי של אמריקה המרכזית.

תמונה 4. תירס קשה

צילום: אפרים צוקרמן



3. תירס קמחי (*Zea mays amylacea*) - מוצאו מפרו ומבוליביה. הגרגר חסר שקע ומכיל עמילן שבולו רך. משמש בעיקר לתעשיית קמח התירס וגם לשמן תירס.

תמונה 5. תירס קמחי

מקור: gettyimages.ae from Google.com

4. תירס שן הסוס (*Zea mays indentata*) - מוצאו מדרום מקסיקו. הגרגר מלא במחציתו הפנימית עמילן רך ובמחציתו השנייה סמוך לקליפת הגרגר הוא מכיל עמילן קשה. עם התייבשות הגרעין נוצר שקע בחלקו העליון, בדומה לשן סוס. צבע הגרגרים צהוב או לבן. זני התירס המגודלים בארץ למספוא וגרגרים מקורם בקבוצה זו.



תמונה 7. תירס שן סוס לבן



תמונה 6. תירס שן סוס צהוב

צילומים: אפרים צוקרמן

5. תירס דונגי (*Zea mays ceratina*) - הגרגרים מכילים כמות גדולה מולקולות עמילן מסועף מאוד, הנקרא amylopectin. התירס הדונגי (Waxy corn) משמש לשיפור האחידות, היציבות והמרקם של מוצרי מזון שונים. עמילן התירס דונגי הוא גם חומר המוצא המועדף לייצור maltodextrins (פוליסכריד) בגלל מסיסות משופרת במים.



תמונות 8-9. תירס דונגי

מקור: מימין - 123RF from Google.com, משמאל - wikiwand.com from Google.com

6. תירס קלי - "פופקורן" (*Zea mays everta*) - הגרגר מכיל עמילן קשה במיוחד. בעת חימום הגרגרים מולקולות המים שבתוך האנדוספרם הופכות לאדים, היוצרים לחץ ומפוצצים את הגרעין. גרגר הפופקורן לאחר הפיצוץ מגדיל את נפחו עד פי 30.



תמונות 10-11. תירס קלי (פופקורן)

משמאל צילום: אפרים צוקרמן

מקור מימין: Google.com

7. תירס מתוק (*Zea mays sacharata*) - האנדוספרם עשיר בסוכרים. הגרגר מצטמק בעת ההבשלה. כל אחד מזני התירס המתוק מכיל גן רצסיבי $Sh2$ ו- $Su1$ (סופר סוויט) המעכב את הפיכתם של הדל-סוכרים המגיעים לגרגר לעמילן ומכאן מתיקות הגרעין. הגרגרים הבשלים, מצומקים במקצת וצבעם זגוגי.



תמונות 12, 13 ו-14. תירס מתוק

צילומים: באדיבות פרי הגליל

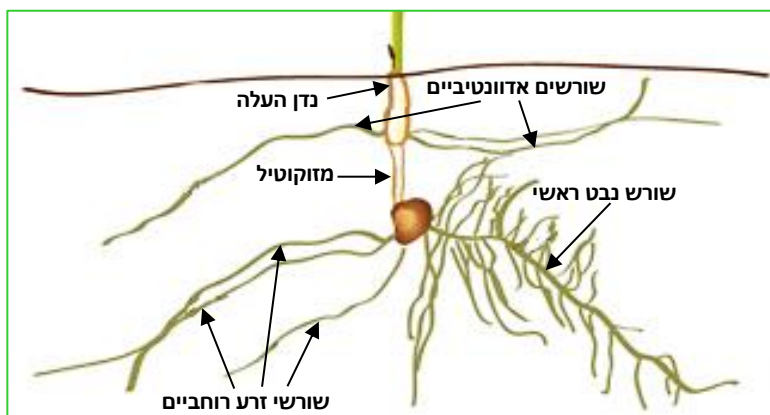
תיאור הצמח

שורשים

לתירס שני סוגי שורשים:

1. שורשים ראשוניים אמיתיים המתפתחים מהנבט. השורשים הראשוניים משמשים את הצמח בשבועיים עד שלושת השבועות הראשונים. השורשים הראשוניים מאופיינים בכך שהם נמצאים כולם מתחת לזרע. התפתחות השורשים הראשוניים מתחילה מיד לאחר שהזרע ספג מספיק לחות והטמפרטורה מתאימה לנביטה. השורש הראשוני מציץ ישר מהזרע בתחילת הנביטה וממנו מתפצלים 3-7 שורשי משנה.
2. שורשים משניים (אדוונטיביים) מתפתחים מהמפרקים התחתונים של הקנה (מעל המזקוטיל) והם נחלקים לשני סוגים:
 - א. שורשים יונקים, החודרים לעומק הקרקע ותפקידם לקלוט ולספק מים ומינרלים לצמח עד בגרותו המלאה.
 - ב. שורשי תמר, שתפקידם עיגון הצמח בקרקע ומניעת נפילתו בשלבי הגידול המאוחרים.

השורשים המשניים - מוצאם מ-2-8 המפרקים הראשונים של הקנה, שהם בדרך כלל תת-קרקעיים וקצרים מאוד. ממפרקים אלה מתפתחים 4-10 שורשים אלכסוניים, המסתעפים במשך התארכותם. בתנאי רטיבות טובים יכולים השורשים הללו להתארך ולהסתעף. השורשים היונקים יכולים להתפתח ולהסתעף עד לרוחב של מטר אחד לכל כיוון ולעומק של עד כ-3 מטרים. מרבית השורשים המשניים מתפתחים בקרקע עד עומק 70-75 ס"מ. השורשים המשניים בדרך כלל מפותחים יותר בזני המכלוא מאשר בזנים בעלי הפריה חופשית.



איור 3. שורשים ראשוניים ומשניים (אדוונטיביים)

מקור: חוברת גידול תירס הוצאת שה"מ 2000 - שמואל ברקוביץ



שורשי התמך מושפעים מהגורמים שלהלן:

1. תכונות הזן
2. תנאי רטיבות טובים בקרקע
3. לחות האוויר

תמונה 15.

שורשים אדוונטיביים המתפתחים ממפרקי הקנה התחתונים

מקור: How a Corn Plant Develops Special Report No. 48 Iowa State University

חשיבות רבה יש להתפתחות השורשים האדוונטיביים בקרקע יבשה. שורשים מתארכים הנתקלים בקרקע יבשה - התפתחותם תיעצר והם לא יתפקדו, והדבר יתבטא בשלבי התארכות הקנים ובמילוי הגרגרים (ראה דרישות הצמח למים).

הקנים

קנה התירס בנוי מ-6 עד 16 פרקים, ובזנים מסוימים אף ל-21 פרקים. מספר פרקי הקנה הוא תכונה גנטית, הנקבעת בשלב העוברי ונראית במהלך הגידול עצמו. עם התארכותו של צמח התירס, מתארכים הפרקים העליונים הצעירים יותר מקודמיהם. קוטר הפרקים בקנה הולך וקטן, ככל שהפרק גבוה יותר, כך שבסוף ההתארכות הקנה עבה בבסיסו וצר בקדקודו. גובה הצמח מושפע מהזן ומתנאי הגידול. מספר העלים שהצמח נושא תלוי במספר מפרקי הקנה.

בתקופה הראשונה של הגידול (עד 35 ימים בערך) מתארך הקנה בקצב איטי לעומת השורשים. בתקופה זו מתארכים השורשים פי 4-5 מהתארכות הקנה. בשלבי הגידול המאוחרים יותר, התארכות השורשים נעצרת, והקנה מתארך בקצב מואץ של 8-12 ס"מ ביממה.

צמח התירס יכול לאגור בפרקים חומרי הזנה, המשמשים אותו לפעילות מטבולית שוטפת וכמקור נוסף של חומרי תשמורת המועברים לגרגרים בעת התמלאותם. התירס, שלא כיתר הדגניים, בדרך כלל בעל קנה אחד.

לעתים נוטה התירס להתפצלות ולהוצאת חייצים (סעיפי קנה משניים). נטייה זו אופיינית במיוחד לתירס מתוק. החייצים מתפתחים מהניצנים החיקיים שבמפרקים התת-קרקעיים, ובדרך כלל נשארים מפותחים פחות מאשר הקנה הראשי, הן בגובה והן בעובי.



איור 4. פרקי הקנה, מפרקים ומבנה העלה
איור: אפרים צוקרמן

העלים

עלי התירס סדורים בשתי שורות נגדיות לאורך הקנים. עלה אחד מתפתח בכל מפרק על-קרקעי. מספר העלים שונה מזן לזן, ונע בין 8 ל-14 עלים. כמות העלים בזנים הבכירים קטנה מזו שבזנים האפילים. העלה מורכב מנדן ומטרף. הנדן עוטף את הפרק שמעל המפרק שממנו יצא ועד למפרק הבא. הטרף, צורתו איזמלית ואורכו 30-50 ס"מ, הוא רחב בבסיסו ונעשה צר לקראת קצהו הטרמינלי המרוחק מהקנה. קיים קשר בין גובה הקנה לאורך הטרף. ככל שהקנה גבוה יותר - הטרף ארוך יותר. העלים הארוכים ביותר נמצאים בחצי גובהו של הקנה, ומידותיהם הולכות וקטנות כלפי מטה וכלפי מעלה.

הפריחה

צמח התירס הוא חד-ביתי והתפרחות חד-מיניות (פרחי הזכר והנקבה נמצאים בתפרחות נפרדות על גבי אותו צמח).

המכבד (התפרחת הזכרית)

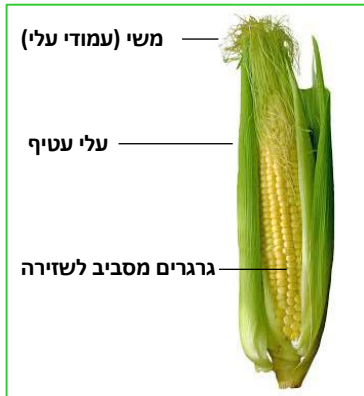


מכבד הוא התפרחת הזכרית של התירס, הנמצא בקצה העליון של הצמח. המכבד מגיח לאחר שהסתיימו התארכות הקנים והתפתחות העלים. המכבד מכיל שיבוליות (סעיפים) שעליהם נמצאים המאבקים. כמות גרגרי האבקה בכל מכבד גבוהה מארבעה מיליון. לעתים כתוצאה מעקת אקלים או מעקה פיסולוגית מתפתחים גרגרים על שיבוליות המכבד, אך גרגרים אלה אינם פוריים.

תמונה 16. מכבד התירס (פריחה זכרית)
צילום: אפרים צוקרמן

האשכול או הקלח (התפרחת הנקבית)

הקלח או בשמו הבוטני: אשכול, הוא התפרחת הנקבית של התירס. זוהי למעשה שיבולת שצירה התעבה ונקראת שיזרה. הקלחים מתפתחים מניצנים חיקיים המצויים בבסיס העלה. על צמח בודד 2-10 קלחים, המתפתחים במפרקים האמצעיים של התירס. מספרם של הקלחים הוא תכונה גנטית של הזן, אך הוא מותנה גם בתנאים האקלימיים והפיסיולוגים בזמן ההתמיינות ובעקות במשך הגידול.



איור 5. הקלח (התפרחת הנקבית)
איור: אפרים צוקרמן

הקלח הראשון מגיח כשלושה ימים לאחר הבשלת המכבד, כדי למזער את האפשרות להאבקה עצמית. באופן מעשי, בשדות מסחריים מנגנון זה אינו ישים. מבחינת סדר הופעתם של הקלחים, הקלח הראשון הוא הגבוה ביותר, והקלחים המשניים יתפתחו מהמפרקים שמתחתיו בסדר יורד. ככל שיווצרו יותר קלחים על גבי קנה אחד, משקלם בדרך כלל הולך ויקטן. ביצית בודדת המצויה בכל שחלה (גרגר), נושאת עמוד עלי מאורך מאוד בעל צלקת דביקה (המשי). גרגרי האבקה הנישאים ברוח או הנופלים בצורה ספונטנית מאבקנים, נדבקים לצלקות, ומסוגלים לנבוט בכל נקודה לאורך העלי.

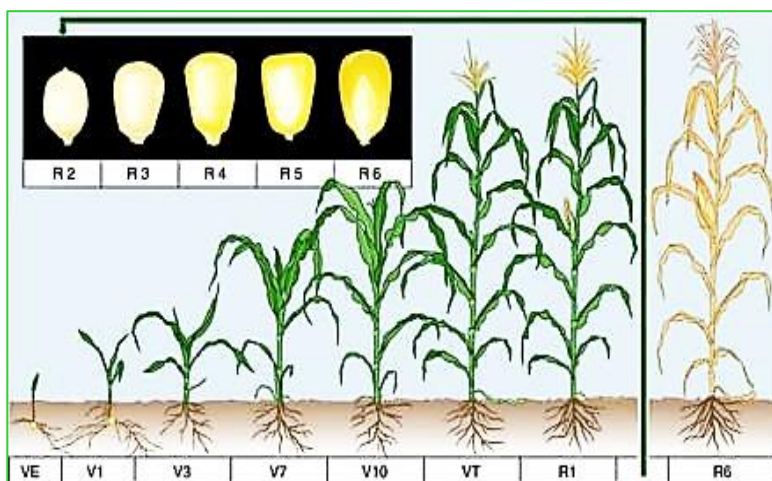
הקלח מכיל בדרך כלל 8-28 טורים של גרגרים, ובכל טור 20-70 גרגרים. תכונה זו היא גנטית, אך מספר השורות ומספר הגרגרים הפוטנציאלי הסופי נקבע בעת ההתמיינות של רקמות הצמח. ראשית, מתמיינות השורות בכל קלח, שמספרן יהיה תמיד זוגי. לאחר מכן מתמיינים הגרגרים בכל שורה. תהליך זה מתרחש כ-20-30 ימים לאחר הנביטה, בהתאם לתנאי הגידול. את האשכול עוטפים עלי העטיף שתפקידם להגן על גרגרי התירס המתפתחים.

שלבי גידול התירס

קיימות שתי שיטות עיקריות לקביעת שלבי הגידול של התירס. השיטה הראשונה כוללת כמה שלבים קריטיים בהתפתחות התירס, ופגיעה בהתפתחות התירס בשלבים אלה במקרים רבים אינה ניתנת לתיקון, ולכן חשוב להקנות לצמח תנאי גידול אופטימליים בכל שלב כזה כדי שלא לפגוע בתנובה (פירוט בהמשך).

שלבי הגידול של התירס על פי שיטה זו:

1. שלב הנביטה.
2. שלב התפתחות שורשים יונקים אדוונטיביים כ-4 ימים לאחר הנביטה.
3. שלב התפתחות שורשים תומכים אדוונטיביים כ-14 ימים לאחר הנביטה או כ-10 ימים לאחר הופעת השורשים האדוונטיביים הראשונים.
4. שלב התמיינות התפרחת הזכרית והקלחים. תקופה זו מתרחשת 25-30 ימים לאחר הנביטה (מותנה בזן ובעונות הזריעה). בתקופה זו מתמיינים גם מספר פרקי הצמח, הצימוח העל-קרקעי איטי מאוד והתפתחות אברי הצמח התת-קרקעיים מהירה מאוד.
5. שלב הצימוח הווגטטיבי הנמרץ נמשך עד הופעת התפרחת הזכרית. שלב זה מתרחש בתום שלב התמיינות הקנים. בשלב זה הגבעול מתארך במהירות ונשלמת התפתחות שאר הפרקים. בתקופה זו מסוגל הצמח לגדול ביממה 6-12 ס"מ. עם הופעת הפריחה הזכרית, מפסיק הצמח להתארך ולפתח עלים נוספים.
6. שלב הופעת התפרחות הנקבית וההפריה. שלב זה מתחיל כ-3 ימים לאחר הופעת המכבד ונמשך כ-6 עד 8 ימים.
7. שלב התמלאות הקלחים. שלב זה נמשך מההפריה ועד ההבשלה. האסיף נעשה במועד ההבשלה בהתאם לשימוש בצמח התירס: לתחמיצים, למאכל אדם ולגרגרים. השיטה השנייה מבוססת על הגיל החזותי (פנולוגי) של צמח התירס (ראה איור 6 וטבלה 1).



איור 6. סקלת השלבים החזותיים בהתפתחות התירס

מקור: Odells World from Google.com

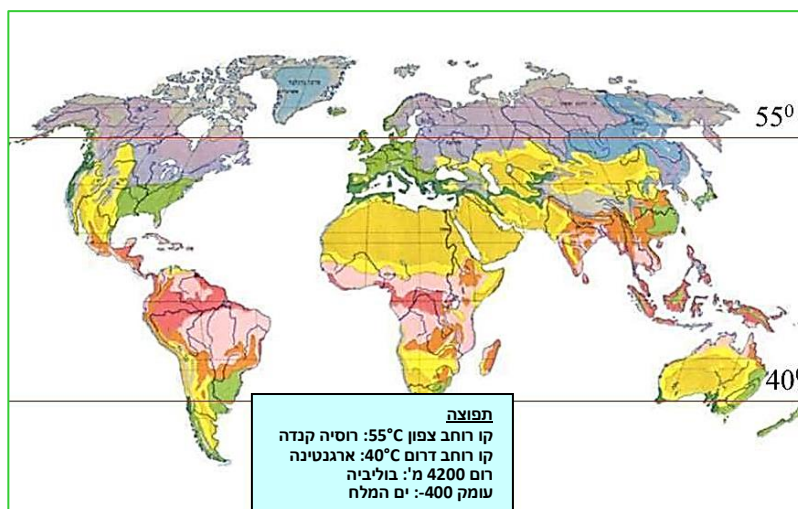
טבלה 1. שלבי הגידול הפנולוגיים של התירס

שלבים וגטטיביים בהתפתחות הצמח	
VE	נביטה
V1	עלה ראשון
V2	עלה שני
V3	עלה שלישי
V(n)	עלים נוספים (מספרם בסדר עולה)
VT	שליפת מכבד (תפרחת זכרית)
שלבים רפרודוקטיביים בהתפתחות הקלח	
R1	שלב המשי
R2	שלב התארכות הגרגר (מימי)
R3	שלב חלב
R4	שלב דונג
R5	שלב התקשות הגרגר
R6	הבשלה פיסילוגית מלאה

כיום נהוג לתכנן את גידול התירס על פי שילובן של שתי השיטות. הסיבה העיקרית לכך נובעת מצריכה דיפרנציאלית של מים (ראה פרק השקיה) ושל דשנים, בהתאם להתפתחות הצמחים.

תגובת התירס לאקלים

מוצאו של התירס הוא האזור הטרופי והסובטרופי של מרכז אמריקה ולכן הוא מעדיף אקלים חם. לצורך התפתחות תקינה של התירס הוא זקוק לימי שמש וללילות חמים רבים. בארצות מוצאו, על מנת להגיע להבשלה מלאה, דרושים לתירס מעל 3000 מ"צ (ימי מעלות צלזיוס). כתוצאה ממוטציות ומסלקציות נוצרו טיפוסים תירס בעלי כושר הסתגלות לקבלת יכולת בתנאי גידול אקלימיים מופחתים לטמפרטורה ולמשך הגידול. כדי להגיע להבשלה מלאה זקוק מכלוא בכיר מאוד ל-1700-2100 מ"צ, מכלוא בכיר ל-2100-2300 ימ"צ, מכלוא בינוני ל-2300-2500 מ"צ, ומכלואים אפילים ל-2500-2700 ימ"צ, ואפילים מאוד מעל ל-2700 מ"צ. השונות הרבה אפשרה את התפשטות התירס ממקום מוצאו הטרופי עד לקווי רוחב 55 בצפון – קנדה ורוסיה, ו-40 בדרום – ארגנטינה, דרום אפריקה ואוסטרליה. כמו כן, התירס גדל במקומות הנמוכים מפני הים בבקעת הירדן וים המלח (400- מ'), וגם ברום של 3800 מ' מעל פני הים במקסיקו ובגובה של 4200 מ' בבוליביה (ראה מפה).



איור 7. מפת אזורי גידול התירס בעולם

איור: אפרים צוקרמן

שני גורמים עיקריים מגבילים את גידול התירס: האחד, המטען הגנטי; והשני, אקלים הסביבה (טמפרטורה, לחות וקרקה).

החוקרים הראשונים האמינו שכמות המים ואופן חלוקתם הם הגורמים המשפיעים ביותר על גידול התירס. בפועל נמצא כי הטמפרטורה היא הגורם המשפיע על התפתחות התירס ואיכותו. המים משפיעים על ההתפתחות הווגטיבית ועל גובה היבול, אך כמעט שאינם משפיעים על איכות התוצר הסופי.

לתירס דרישה לטמפרטורה גבוהה במשך כל תקופת הגידול, אך היא משתנה מאוד בשלבי הגידול השונים.

השפעת הטמפרטורה על הנביטה

הטמפרטורה האופטימלית לנביטת תירס בשכבת מצע הזרעים היא 20°C (מעלות צלזיוס), אם כי נביטה סבירה יכולה להתרחש בטמפרטורה של 8°C .

טבלה 2. משך הנביטה עד להצצה בטמפרטורות שונות

טמפרטורת הקרקע ב- $^{\circ}\text{C}$	ימים עד להצצה	הערות
12-10	20-16	סכנת פגיעה בזרעים ע"י מזיקי קרקע
13-12	15-13	"
14-13	12-11	"
18-15	10-8	"
20-19	6-5	טמפרטורה מיטבית

בטמפרטורות קרקע הנמוכה מ- 10°C הנביטה מתעכבת מאוד, ויש סכנה לכך שבתקופה זו ייפגעו הזרעים ממיקרואורגניזמים פתוגניים וממזיקי קרקע שונים, וכתוצאה מכך ייפגם עומד הצמחים.

לטמפרטורות שלאחר ההצצה יש השפעה מכרעת על התפתחות הצמח. כאשר טמפרטורת הקרקע נמוכה, ללא קשר לסוג הקרקע ולתכולת החומר האורגני שבה, מתקשים צמחי התירס לקלוט חנקן לצורך בניית החלבונים. בתנאים אלה הצמח מצהיב כתוצאה ממחסור בחנקן, ולתופעה זו השפעה מכרעת על התפתחות הצמח, אף שבהמשך העונה, כשהקרקע מתחממת, יימצא חנקן בקרקע בכמות מספקת.

השפעת האקלים על שלבים קריטיים בהתפתחות התירס

אירועי קרה בשלבים הראשונים שלאחר ההצצה משפיעים באופן קריטי על התפתחות הצמח. קרה הנמשכת יותר משעתיים ועד שלוש שעות במשך הלילה, תגרום לתמותת הצמחים. אם קודקוד הצמיחה אינו נמצא עדיין מעל פני הקרקע, ייפגעו וימותו העלים שהציצו, אך הצמח יוכל להתחדש ולהמשיך את גידולו.



תמונות 17-18. נבטים שנחשפו לקרה בזמן התארכות הנצר

צילום: אפרים צוקרמן

בשלב הראשון של הגידול עד ההתמיינות, טמפרטורה ממוצעת של עד 15°C ואורך יום של 11.5 עד 12.5 שעות - עלולים לגרום להתפתחות תפרחת עקרה. בשלב ההתפתחותי, בטמפרטורה של 17°C ובאורך יום של 9-10 שעות עלולה להתפתח תפרחת אנדרוגינית. בשלב הגידול הווגטיבי, הדרישה לחום הולכת וגוברת ומגיעה לשיאה עם הוצאת התפרחת הזכרית. טמפרטורה גבוהה מדי הכרוכה לרוב ביובש, גורמת להתייבשות המשי ופוגעת בהפריה, ובעקבותיה גם ביבול הקלחים. בתנאים אלה נגרמת לעתים אי-התאמה בין הופעת התפרחת הזכרית לתפרחת הנקבית. כמו כן, האבקה הזכרית מאבדת את חיוניותה תוך שעות אחדות. בטמפרטורה גבוהה, גם כאשר ההתאמה אינה נפגמת, האבקה, הנושרת על צלקות עמודי העלי, אינה יכולה לנבט.



תמונה 19. ליקוי בהפריה כתוצאה מחום ויובש

צילום: אפרים צוקרמן

טמפרטורות הנמוכות מ- 10°C וגבוהות מ- 48°C , גורמות להפסקת הגידול הווגטיבי. הצמחים אמנם יוצרים פחמימות בתהליך הפוטוסינתזה, אך הן נשרפות בתהליכי הנשימה ביום ובלילה. אם הטמפרטורה גבוהה מדי, במיוחד בלילה, תהליך הפוטוסינתזה נעצר ונצרך סוכר רב בתהליך הנשימה, מה שמשפיע על קצב הגידול ובמיוחד על הצטברות חומרי תשמורת בגרגרים ופוגע ביבול. התפתחות טובה של הצמח מתקבלת בטמפרטורה יומית ממוצעת של 22°C .

תקופת הזריעה האופטימלית (מבחינת הטמפרטורה ואורך היום), המאפשרת קבלת יבולים גבוהים ואיכות מעולה:

בעמקים המזרחיים - מסוף פברואר עד אמצע מרס.

בעמקים הצפוניים, מישור החוף והשפלה - מאמצע מרס עד אמצע חודש אפריל.

בצפון רמת הגולן - מסוף מאי עד תחילת יוני.

טבלה 3. אירועים קריטיים בשלבי הצמיחה של התירס

סוג האירוע	משך האירוע	הנזק הצפוי
קרה בשלב הנבט	2-3 שעות	אם קדקוד הצמיחה מתחת לפני הקרקע, הצמח ימשיך בגידולו.
קרה בשלב הנבט	למעלה מ-3 שעות	פגיעה בהתמיינות, העלולה לגרום לעיוות בקלחים ולפגיעה בהתמלאות הגרגרים.
טמפרטורה ממוצעת של 15°C	11.5-12.5 שעות אור עד התמיינות	תפרחת זכרית עקרה.
טמפרטורה ממוצעת של 17°C	9-10 שעות אור עד התמיינות	תפרחת זכרית אנדרוגינית.
טמפרטורה נמוכה מ-10°C או גבוהה מ-48°C		גידול וגטטיבי נפסק.
טמפרטורה גבוהה + מחסור במים		אי-התאמה בין הופעת התפרחת הזכרית לנקבית, הפוגעת בהפריה.
שרב או יובש רב בשלב ההפריה	12-72 שעות	פגיעה בקליטת האבקה על ידי הצלקות (המשי) גורמת לליקויים בהפריה עד כדי הפסקתה לחלוטין.

השפעת הקרקע על גידול התירס

כושר קליטת המינרלים מהקרקע על ידי הצמח מושפע מגורמים רבים, כגון: מבנה הקרקע, אוורור, פוריות, מים, טמפרטורה ותכונות פיזיקליות של הקרקע. קרקעות בינוניות וכבדות הן המתאימות ביותר לגידול תירס, בתנאי שהן מנוקזות היטב. זריעה באביב המוקדם בקרקע שאינה מנוקזת באזור גשום עלולה להסב נזק לצמחים בשלב גידולם הראשון. עודף מים יעצור את התפתחות הצמחים עקב חוסר אוויר בקרקע וקשיים בקליטת חומרי הזנה.

גורם מגביל חשוב הוא רמת ה-pH בקרקע. החומציות משפיעה על עוצמת הקיבוע של יסודות מזינים בקרקע, בעיקר זרחן. כאשר ה-pH נמוך מ-5, התירס מגיב מיד בצורה שלילית, והירידה ביבול היא דרסטית. בקרקע סידנית, כאשר חומציות הקרקע מעל הנקודה הניטרלית (7 pH), מסיסות יסודות כמו אבץ, ברזל, בורן ומגנזיום מוקטנת, ויש סכנה שייגרם לצמח מחסור רציני ביסודות אלה. בניסויים בקרקעות שרמות ה-pH בהן שונות, נמצא שרגישותם של הגידולים לחומציות או לבסיסיות איננה אחידה. יבוליהם של מרבית הגידולים פוחתים, כאשר ה-pH נמוך מ-6. בגידול תירס מקבלים יבול מרבי, כאשר ה-pH הוא 6 ומעלה.

דרישות התירס למים

שורשי התירס קולטים מהקרקע את המים הדרושים לכל חלקי הצמח העל-קרקעיים, מהאברים התת-קרקעיים ועד לעלים והמכבדים הנמצאים ברום הצמח. אפשר לראות את הקנה עם מערכות ההובלה שבו כצינור המעביר מים ומומסים לכל האברים.

המבנה המוצק של הצמחים בנוי מתאים, המורכבים מחומר קרישי (Colloid) בעל כושר ספיגה גדול למים. בקטעים מסוימים של הקנים כ-99% מנפח התאים מכילים מים שמקורם בתמיסת הקרקע כשרטיבות הקרקע היא לעתים רק 15%-20% מים מקיבול שדה. כדי לשמור על תכולת המים בקנים מוהל התא בשורשים מכיל מלחים בריכוזים שונים. מלחים אלה, שריכוזם בתאי השורש גבוה מריכוזם בתמיסת הקרקע. מלחים אלה מפעילים כוחות משיכה אוסמוטיים (Osmosis) על המים בקרקע שבה ריכוז המלחים נמוך. ריכוז מלחים גבוה בקרקע בסמוך לשורשים, הנובע לעתים מכמויות גדולות של דשן, יכול להפוך את התהליך על פיו, כלומר לגרום לצמח לאבד מים לקרקע במקום לקלוט אותם. אפשר לראות את הקנה עם מערכות ההובלה שבו כצינור המעביר מים ומומסים לכל אברי הצמח גם כאלה הנמצאים ברום הצמח. באמצעות מערכת ההובלה (צינורות הטרכיאה) של הצמח עוברים יסודות ההזנה המסיסים, הנמצאים בקרקע ונקלטים על ידי השורשים, לכל האברים. במקביל, מוטמעים (תוצרי הפוטוסינתזה) ותוצרים נוספים, כגון חומצות אמינו (היצרות את החלבונים למיניהם), מועברים לכל אברי הצמח באמצעות צינורות הכברה. תוצרים אלה משמשים לאנרגיה ולבניית מבני הצמח המוצקים התומכים ומאפשרים פעילות מטבולית תקינה של הצמח.

בצמח התירס חשוב לשמור על לחץ טורגור (Turgor pressure) בכל תאי הצמח. שמירה זו של הטורגור תלויה באיזון שבין קליטת המים ע"י השורשים לבין נידופם דרך העלים. תהליך העלאת המים מהשורשים לחלקים העליונים של הצמח מושתת על נידוף המים דרך הפיוניות או דרך נקבוביות הנשימה בעלים, תהליך הנקרא דיות (טרנספירציה).

בתירס קיימת השפעה ישירה בין יבול החומר היבש (כולל הקלחים) לבין נידוף המים. צמח בודד ביום חם עלול לאדות עד 2 ליטרים מים ליום.

מחסור מים בקרקע משפיע על הזמינות של חומרי ההזנה ועל קליטתם על ידי השורשים. קליטת חומרי ההזנה באמצעות השורשים תלויה בניידות חומרים אלה בקרקע הרטובה. ניידות זו פוחתת כשרטיבות הקרקע מתדלדלת. בעת גירעון חמור במים בקרקע, עלולים להופיע סימני מחסור בחנקן, באשלגן או בכל יסוד אחר. יתר על כן, מחסור במים מאיץ את תהליכי ההבשלה ופוגע ביבול.

התירס עלול להינזק קשות גם מעודף מים. נזק זה משמעותי יותר בראשית הגדילה מאשר בסופה.

טבלה 4. מחסור במים והשפעתו על הצמח בשלבי הגידול השונים

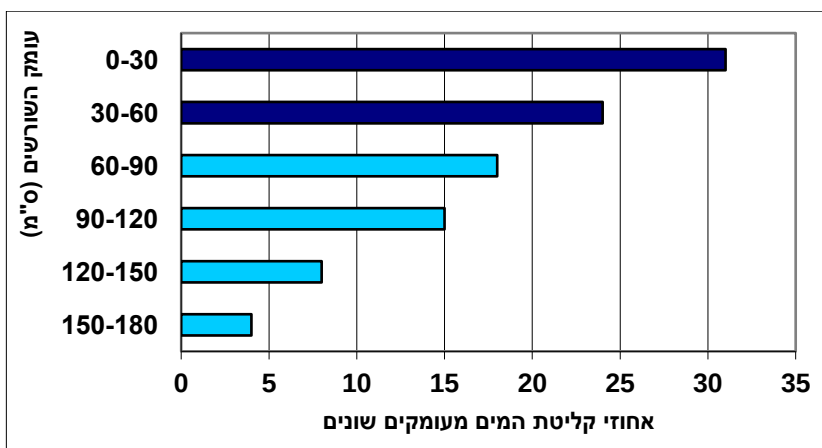
שלב פנולוגי	נזקים צפויים
התפתחות שורשים אדוונטיביים יונקים כ-4 ימים לאחר תחילת הנביטה	כאשר השורשים המתארכים מגיעים לקרקע יבשה, גידולם ייעצר ולא יתחדש. הנזק יבוא לידי ביטוי לעתים בשלבי הגידול המאוחרים.
התפתחות שורשים אדוונטיביים תומכים כ-14 ימים לאחר תחילת הנביטה	כאשר השורשים המתארכים מגיעים לקרקע יבשה גידולם נעצר ולא יתחדש. הצמחים אינם מעוגנים בקרקע, והשדה צפוי לרביצה.
התארכות הצמח	המחסור במים ישפיע על התארכות פרקים ועל התפתחות העלים.



תמונות 20, 21 ו-22. התפתחות לקויה של שורשים כתוצאה ממחסור במים
בשלבי הגידול הראשוניים

צילום: אפרים צוקרמן, ענת לוינגרט-אייצ'י"י

התירס רגיש מאוד למחסור במים זמינים בקרקע, ולכן יש להקפיד על התחברות הרטיבות בין שכבות הקרקע, אם אינה קיימת לפני הזריעה. כמו כן, מומלץ שלא לרדת מתחת ל-50% מים זמינים בקרקע.
רוב המים שקולט הצמח (כ-70%-80%) נקלטים מעומק של 0 עד 60-70 ס"מ, ואת יתרת המים קולט הצמח מעומק של 90-120 ס"מ, בעיקר בתקופת הגידול הנמרץ ובעת מילוי הגרגרים (ראה איור 3).



איור 8. אחוזי קליטת המים על ידי השורשים בעומקים שונים
קליטת מים מעומק רב יותר מ-60 ס"מ תתרחש ברובה לאחר ההפריה
מקור: שלהבת ומנטל 1976

צריכת המים של התירס משתנה בהתאם לשלבי הגידול ולאזורים הגיאוגרפיים השונים.

הנחיות ההשקיה מבוססות על כמה שיטות עיקריות:

1. קביעת כמות המים קשיחה, בהתאם לשלבי הגידול של הצמח.
2. מקדם השקיה מגיגית, בהתאם לשלבי הגידול.
3. שיטת פנמן - מונטיס.

שיטת פנמן-מונטיס מבוססת על התאיידות מחושבת המחליפה את שיטת ההתאיידות מגיגית. את הנתונים המטאורולוגיים הדרושים לחישוב ניתן לקבל מתחנות מטאורולוגיות אוטומטיות.

היתרון בשימוש בהתאיידות המחושבת כמדד להשקיה, לעומת ההתאיידות מגיגית, נובע מנוחות ההפעלה והתחזוקה של התחנות בהשוואה לגיגיות, דיוק רב יותר ברמה היומית וקבלת נתונים בזמן אמת.

לביצוע סימולציה יומית של צריכת הצמח בשיטת ההתאיידות המחושבת דרושות סדרות יומיות תואמות של נתוני אקלים, הכוללים: טמפרטורות מקסימום ומינימום, לחות יחסית מקסימום ומינימום, קרינה גלובלית ומהירות רוח.

טבלאות לחישוב כמות המים הנדרשת בשיטת פנמן-מונטיס, המבוססות על מועדי הזריעה, אזורי הגידול וחיזוי מטאורולוגי אזורי, מפורסמות בארץ על ידי שירות הדרכה והמקצוע (שה"מ) במשרד החקלאות.

טבלה 5. כמויות מים להשקיית תירס לפי כמות קשיחה ולפי התאדות מגיית סטנדרטית בהמטרה ובטפטוף

שלב פנולוגי	מקדמי התאדות מגיית סטנדרטית	כמות מים קבועה לדונם (קוב) בהמטרה או בקונוע
הנבטה		40
השרשה I - 4 ימים לאחר הנבטה		40
השרשה II - 10 ימים לאחר השרשה I		40
התמיינות - כ-25-30 ימים מהצצה	0.4-0.6	30
עד גמר שליפת המכבד (תפרחת זכרית)	0.7-0.9	110
הפריה	1.0-1.2	80
מילוי קלח - עד שלב גמר חלב	0.7-0.8	110
סה"כ		450

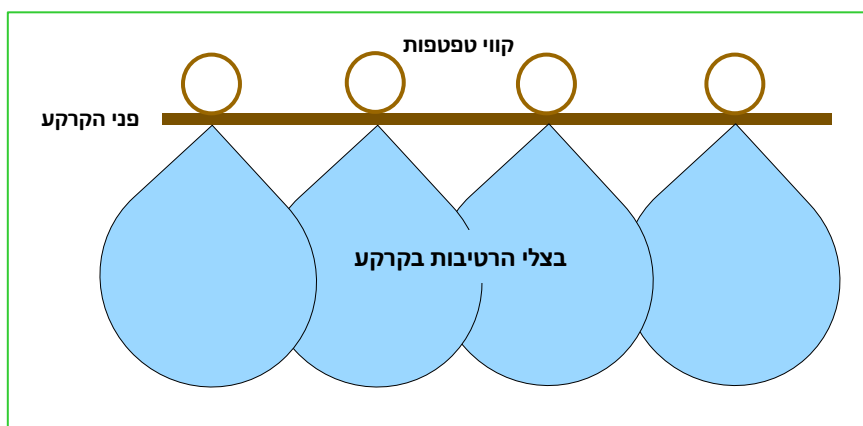
הערות לטבלה:

- באזורים יבשים מומלץ בד"כ להשתמש במקדם הגבוה.
- בהשקיה במנות מים קבועות חשוב להנביט תוך כדי בדיקת רציפות ההרטבה ולמלא את החתך עד גמר השקיות ההשרשה.
- כאשר משקים בהמטרה או בקונוע, יש להשקות בתחילה כפי שצוין בשיטת הכמויות הקבועות, ובשלב ההתמיינות לעבור להשקיה לפי מקדמי פנמן-מונטיס.
- בהנבטה בטפטוף יש לוודא את השלמת מילוי החתך עד גמר השקיות ההשרשה, ולאחר מכן להשלים את מנות המים בהתאם למקדמי פנמן-מונטיס.
- על סמך ניסויים שנערכו בעולם ובארץ, שיא צבירת החומר היבש מתרחש בשלב גמר חלב, לכן ניתן להפסיק את ההשקיה בטפטוף כ-15 ימים לאחר ההפריה, או את ההשקיה בהמטרה או בקונוע - 10 ימים לאחר ההפריה.

בארצות רבות, בעיקר בצפון אמריקה, במערב אירופה ובמרכז אירופה, השקיית התירס התבססה בעבר על גשמי קיץ. לאור השינויים האקלימיים וההתחממות הגלובלית של כדור הארץ, מתרחשות תופעות של תקופות יובש ממושכות. בשדות רבים באזורים שהוזכרו הותקנו בשנים האחרונות מערכות גיבוי לשקיה, בדרך כלל באמצעות קוונעים מעגליים או חזיתיים.

השפעת ההשקיה בטפטוף והמים המושבים על פיזור המים

השקיה בטפטוף יעילה יותר בכך שטיפות המים היוצאות מהטפטפות חודרות באיטיות לקרקע ויוצרות "בצל" רטיבות מתחת לפני השטח, ובכך קטן איבוד המים בנידוף לאוויר. מסיבה זאת השיטה מתאימה מאוד לארצות חמות, שבהן בדרך כלל גם מקורות המים העומדים לרשות החקלאים מוגבלים. להשקיה בטפטוף יתרונות רבים, אך גם חסרונות, ואותם נסקור בהמשך. אחד היתרונות החשובים של שימוש בשיטת הטפטוף, הוא בהשקיה במים מליחים מתחת לנוף ללא הרטבת הנוף במים מליחים היכולים לגרום לצריבות בעלים והקטנת השטח המטמיע בעלים.



איור 9. מודל התפשטות המים ב"בצלים" בהשקיה בטפטוף

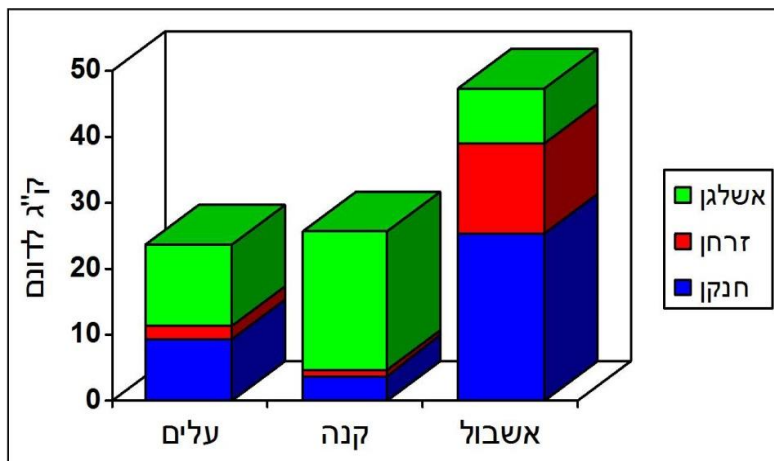
איור: אפרים צוקרמן

ההשקיה בטפטוף גורמת לכך שמלחים הנמצאים במים אינם מודחים לעומק הקרקע אלא נדחקים לשולי השטח המורטב וגורמים להצטברות חלקם בשכבות הקרקע העליונות. תופעה זו בולטת במיוחד בהשקיה במים מליחים או בקולחים. לאור מצבים של אי-אחידות בצמחים לאורך השורות, ובעיקר בחלקות שהושקו במים מליחים ובקולחים, נערכו בארץ ניסויי השקיה בטפטפות במים עם איכויות שונות. ניסויים אלה הביאו לכך שמרחק הטפטפות בשלוחות הגד"ש הוקטן מ-1 מ' ל-30-50 ס"מ. כתוצאה משינוי המרחק בין טפטפות על צינור, הושגה אחידות בגידול והעלאה ביבול (ראה בפרק הדין בהשקיה).

הזנה ודישון התירס

התירס ידוע כצרכן גדול של היסודות הזנה. המימן (H), החמצן (O) והפחמן (C), מסופקים לצמח מהמים ומהאוויר. 13 יסודות מזינים נוספים הכרחיים לגידול ולהתפתחות נורמליים של הצמח - חנקן (N), זרחן (P), אשלגן (K), גופרית (S), סידן (Ca), מגנזיום (Mg), ברזל (Fe), מנגן (Mn), אבץ (Zn), נחושת (Cu), בורון (B), קובלט (Co) ומוליבדן (Mo). מבין היסודות המזינים, שלושת היסודות הראשונים (N:P:K) נצרכים בכמויות ניכרות ומסופקים לרוב על ידי דישון בשיטות שונות ובהתאם לצורכי הצמח.

כאשר קצב התפתחות צמח התירס אינו נורמלי או שהוא מראה סימני פגיעה אחרים, סביר להניח שבאחד מהגורמים הרבים, התורמים לקיומו התקין של הצמח, הופר שיווי המשקל. כדי לקבל יבול מרבי, יש לעקוב ברציפות אחר התפתחות הצמח ולהקפיד על הזנה מאוזנת במשך כל תקופת הגידול.



איור 10. הצטברות יסודות ההזנה באברי התירס בעת גמר הבשלת חלב

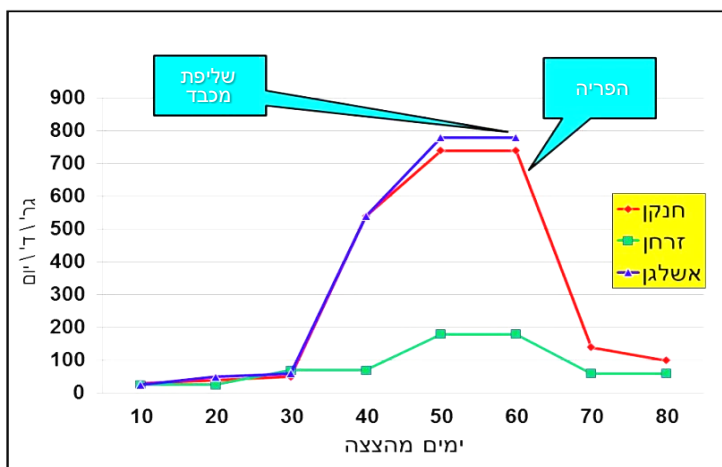
מקור: Rutgers, Roy Flannery

התירס הוא גידול אביבי-קיצי, בעל מערכת שורשים עמוקה ומסועפת המושפעת מההשקיה. כמויות הדשן הדרושות להשגת יבול גבוה ניתנות לחישוב, אך יש להקפיד ולפקח על עמידה בדרישות הצמח לדשנים בשלבי הגידול השונים, בהתאם לשיטות אספקת הדשן. מחקרים רבים נעשו בארץ ובחו"ל כדי לאמוד את השפעת זמינות חומרי ההזנה וקליטתם על הצטברות החומר היבש, והשפעת כל הגורמים האלה על היבול.

מהנתונים המוצגים באיור 10 עולה כי הצמחים קלטו במהלך הגידול 38.7 ק"ג N צרוף לדונם, 15.7 ק"ג P_2O_5 לדונם ו-41.9 ק"ג K_2O לדונם. יבול הגרגרים היה 1950 ק"ג לדונם, וצבירת החומר היבש הייתה 3180 ק"ג לדונם. מנתונים אלה ניתן ללמוד כי כדי ליצור יבול

של 1 טון גרגרים, קלט הצמח כ-20 ק"ג חנקן צרופ, 3.5 ק"ג זרחן צרופ ו-18 ק"ג אשלגן צרופ. ליצירת 1 טון חומר יבש עד שלב סוף הבשלת החלב קולט הצמח 13 ק"ג N, 2 ק"ג P_2O_5 ו-12.15 ק"ג K_2O . תוצאות דומות התקבלו גם בניסויים שנערכו בארץ בנווה יער ובחוות ניסיונות גד"ש בעכו.

הקצב והכמות של קליטת יסודות ההזנה משתנים כתלות בגיל הפנולוגי של הצמח (ראה איור 10).



איור 11 . קצב קליטת יסודות במהלך הגידול, גרם/ד' ליום

איור: אפרים צוקרמן

על פי ניסויים בחו"ל ובארץ (איור 11), ניתן לחשב את כמויות הדשן הדרושות לצמח. חשוב לציין שקליטת היסודות משתנה עם הגיל, ולמעשה פוחתת בצורה משמעותית בשלב ההפריה. נתון זה חשוב בתכנון הדישון, ובמיוחד בתכנון מנות החנקן הניתנות במהלך כל תקופת הגידול. יש לתכנן את כמויות הדשן הדרושות להשגת יבול מרבי לפי תנאי הגידול בכל מקום, אולם מכיוון שישנם גורמים שאינם בשליטתנו, המשפיעים על גידול הצמח ומשתנים מאזור לאזור ומעונה לעונה, אין באפשרותנו לחשב בתחילת העונה את כמויות הדשנים בצורה מדויקת. לפיכך, מתכננים את כמויות הדשנים ומועדי יישומם, בהנחה ששאר התנאים הם קבועים ואופטימליים.

חנקן

צמח התירס זקוק לאספקה סדירה ורצופה של חנקן בהתאם לקצב התפתחותו. בחקלאות המודרנית, שהיא בדרך כלל מתמחה ואינטנסיבית, האקלים החם וגשמי החורף מדיחים את החנקן לעומק הקרקע (מתחת למערכת השורשים האפקטיבית) ומדלדלים את חזרבות החנקן שבקרקע. הגדלת היבול המצטבר מדי יום, תלויה במידה רבה באספקת כמויות גדולות של חנקן זמין לצמחים. אספקה זו נעשית באמצעות החזרת חומר אורגני לקרקע בצורה מסודרת (זיבול) והוספת חנקן מינרלי בדישון. אספקה טבעית של חנקן כמקור זמין

בלעדי באמצעות פירוק חומרים בזבל אורגני שהוצנע בקרקע לקראת גידול התיירס, לרוב אין בה די כדי למלא את החנקן הדרוש לצמח. כמות החנקן בזבל מועטה ותהליך פירוקו איטי, כך שאין התאמה בין קצב פירוקו לבין קצב קליטתו על ידי הצמח. התרכובות האורגניות בקרקע מפורקות על ידי מיקרואורגניזם לתרכובות אנאורגניות מסיסות. מיקרואורגניזם אלה ניזונים גם מיסודות חיוניים נוספים הנמצאים בקרקע. קיימת, אפוא, תחרות בין מיקרואורגניזם אלה לבין הצמחים המתפתחים הזקוקים לאותם היסודות, וכתוצאה מכך ישנה הפחתה בריכוזי היסודות החיוניים בקרקע בתחילת תהליך פירוק החומר האורגני. מכאן נובע כי במקרים רבים נדרשת תוספת של דשן חנקני מינרלי כדי לספק את כמות החנקן הגדולה שצורך הצמח. שורשי הצמח קולטים את החנקן בצורת יוני אמוניום NH_4 וחנקנה (ניטרט) NO_3 . בתוך התאים מסונתזות תרכובות אלה לחומצות אמינו. חומצות האמינו משמשות אבני בניין של החלבונים. הפרעה כלשהי באיזון באספקת הדשנים (מחסור או עודף) עלולה לשבש את תהליך יצירת החלבונים. במקרים שבהם יש מחסור בזרחן זמין, במיוחד בשלבי הגידול הראשוניים של הצמח, כושר הקליטה של החנקן בצמח יורד ונפגעת התפתחותו התקינה של צמח התיירס.

תכולת החנקן בצמח התיירס הנה 0.5%-3% מכלל החומר היבש, אולם המרכיבים האורגניים, הנבנים בעזרת החנקן, מהווים 25% מכלל החומר היבש. החנקן נקלט בצמח במגע ישיר של נימי השורש עם יוני החנקן שבקרקע. יוני החנקן נעים בקרקע באמצעות תנועת המים (Mass flow). הם יוצרים מגע עם מערכת השורשים ונקלטים על ידם בצורה אקטיבית או בדיפוזיה.

בקרקעות גידול התיירס בארץ, אך לא בקרקעות חוליות, אין משמעות לסוג הדשן, ובלבד שיהיה מסיס במים. במקרים רבים נהוג לדשן לפני הזריעה בדשן חנקני מוצק ולהשלים בכמה מנות את הדשן החנקני הנוזלי דרך מערכות ההשקיה.

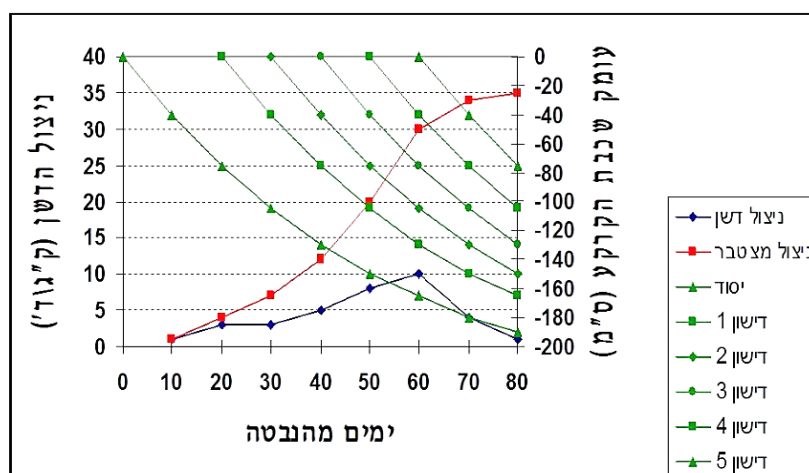
לדישון החנקני ניתן להשתמש בסוגי דשן שונים, כגון: אוריאה (מוצק או נוזלי), אמון חנקתי, אמון גופרתי (מוצק) או שילוב של אוריאה ואמון חנקתי (אוראן). בקרקעות כבדות אין עדיפות לסוג הדשן, ובלבד שיישומו ייעשה בזמן.

תיירס שהוזן בכמות מספקת של חנקן ואינו סובל ממחסור בזרחן - עליו יהיו בצבע ירוק כהה. מחסור בחנקן בראשית העונה (עקב מחסור בקרקע או עקב כושר קליטה ירוד של הצמח) יתבטא בצבע ירוק בהיר של כל אברי הצמח, ולעתים בהתייבשות העלים.

באביב קר, כשטמפרטורת הקרקע נמוכה, יכולים להופיע סימפטומים של מחסור בחנקן גם בקרקעות שתכולת החנקן בהן גבוהה. בעונה מאוחרת יותר הצבע הירוק בהיר של כל הצמח, הנגרם כתוצאה ממחסור בחנקן, ניתן לתיקון ללא קושי באמצעות תוספת של דשן

חנקני. בשלב מאוחר של הגידול, מחסור בחנקן גורם למעבר חנקן בצמח מרקמות בוגרות לרקמות צעירות יותר. כתוצאה מכך, נראים סימני מחסור בעלים התחתונים המבוגרים יותר. סימן אופייני למחסור בחנקן הוא הצהבה בצורת V בקצה העליון של העלה (ראה תמונה), המתקדמת לכיוון בסיס העלה, והעלה מתייבש בהדרגה. סימני המחסור בחנקן כפי שתוארו, מופיעים בדרך כלל לאחר שהמחסור בחנקן כבר קיים זמן מה בצמח. רוב הנזק לגידול וליבול קורה בדרך כלל כשהסימפטום המתואר מתגלה בבירור. מסיבה זו יש חשיבות רבה להכרת סימני המחסור. איתור מוקדם של בעיות מחסור מאפשר במקרים רבים למזער את הנזק באמצעות הוספת דשן חנקני. איחור בתגובה למחסור בחנקן, בעיקר בשלבי הגידול הראשונים, כשהצמח בגובה של 20-30 ס"מ, גורם לעתים לנזק בלתי הפיך המתבטא בצמחים נמוכים, בכמות מעטה של קלחים, במעט שורות גרגרים בקלח קטן, ובעקבות זאת, ביבול גרגרים ובחומר יבש נמוכים. אספקה טובה של חנקן בשלב מאוחר יותר לא תוכל לשנות את הנזק שכבר נגרם. לעומת זאת, יש השפעה חיובית של אספקת חנקן במועד הנכון ובכמות הרצויה על מספר הגרעינים המלאים בשורה ועל גודל הגרעין, בתנאי שיתר הגורמים המשפיעים על התפתחות הצמח ואבריו במצב מיטבי.

באיור 11 מתוארות כמות החנקן הנדרשת כתלות בגיל הפנולוגי, הכמות המצטברת של צריכת החנקן והעומק שאליו עלולים לחלחל יוני הניטרט בקרקע באופן תיאורטי. אם ניקח בחשבון שעיקר צריכת המים והמינרלים בתירס מתרחשת במרבית שלבי הגידול בשכבת הקרקע של עד 60 ס"מ, נוכל להבין את החשיבות שיש להשקיות תכופות ולמתן הדשן החנקני עד סמוך למועד שליפת המכבד (ראה איורים 11 ו-12).



איור 12. דרישת צמח התירס לחנקן והימצאות יוני הניטרט כתלות במועדי הדישון וההשקיה
איור: אפרים צוקרמן



תמונות 23-24. סימפטומים של מחסור בחנקן בעלה ובקלח

מקור: Nutrient Deficiency Guide for Crops (With Pictures)
Saved from google.com - <https://cropnuts.com/contact-us>



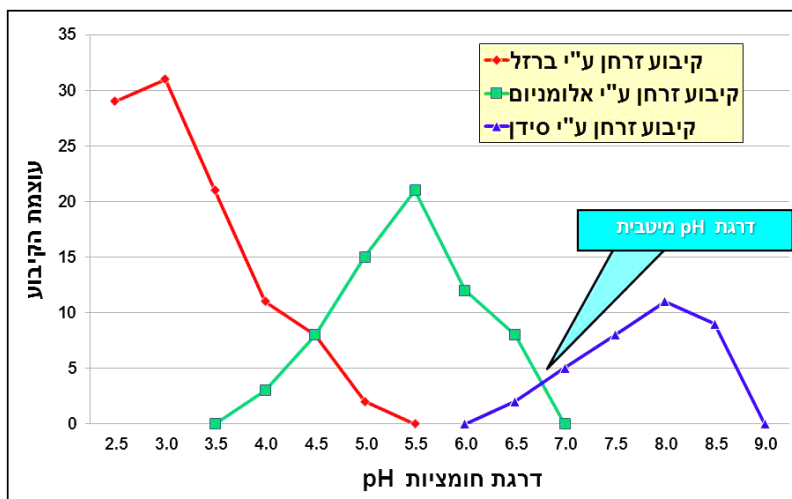
תמונה 25. סימפטומים של עודף חנקן בקלח; המשי נשאר ירוק (למעלה) לעומת קלח תקין (למטה)

מקור: Nutrient Deficiency Guide for Crops (With Pictures)
Saved from google.com - <https://cropnuts.com/contact-us>

כדי לאמוד את דרישות הצמחים לחנקן, יש לדגום צמחים בשדה ולהביאם למעבדה למיצוי החנקן. בדיקות אלה במעבדה אורכות אמנם ימים אחדים, אך הן יעילות לאיתור המחסורים לפני הופעת הסימפטומים בשדה.

זרחן

צמח התירס קולט את הזרחן להתפתחותו מזרחן זמין הנמצא בקרקע, מדשנים זרחניים מינרליים, מזיבול אורגני ומשאירות אורגניות המוצנעות בקרקע. בניגוד לניטרטים, הזרחן אינו נע בקרקע. מסיסות מקסימלית מתקבלת בערכי pH 5.5-7.0. ערכים אלה הם מיטביים להזנת הצמח בזרחן. בערכי pH שמעל 7, השכיחים בקרקעות בישראל, כמות הזרחן הזמין קטנה בשל התקשרותו לסידן (ראה איור 13).

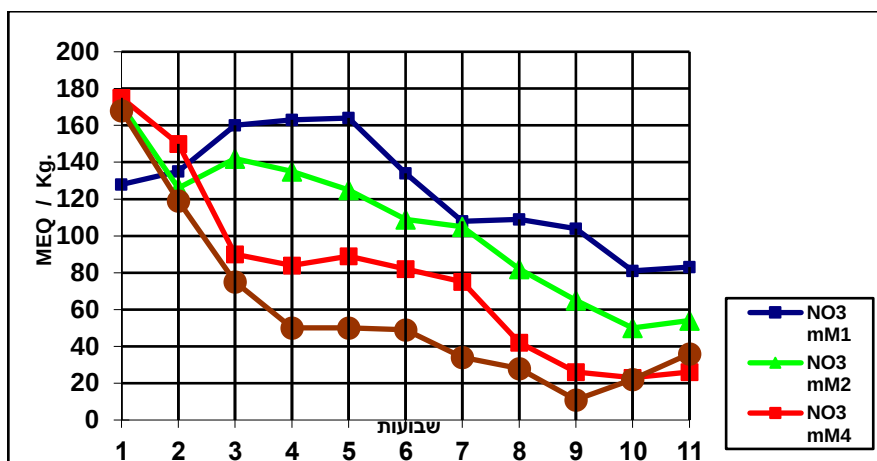


איור 13. עוצמת הקיבוע של זרחן בקרקעות בעלות pH שונה

מקור: J.T.Harapiak. Fertilizer issues September 1986

יוני הזרחן נקשרים לתרכיבי הקרקע בקשר כימי, פיזי או ביולוגי ומגבילים מאוד את כושר תנועתם. כך לדוגמה, הזרחן בסופר פוספט אינו נע בקרקע יותר מ-2 עד 3 ס"מ ממקום הצנעתו. הזרחן נקלט ע"י מערכת השורשים באמצעות מגע ישיר עם יוני הזרחן המצויים בתמיסת הקרקע בצורה של משאבות אקטיביות או על ידי דיפוזיה. המרחק שעוברים יוני הזרחן מתמיסת הקרקע עד למגע עם השורשים, הוא מילימטרים אחדים בלבד. זרחן זמין, שאינו נמצא בקרבת מערכת השורשים, לא ינוצל ע"י הצמחים. הגורם העיקרי, המשפיע על יכולת קליטת הזרחן ע"י הצמח, הוא נפח מערכת השורשים וסיעופם. כושר קליטת הזרחן נמצא ביחס ישר לשטח הפנים של השורש. לפיכך, קצב צמיחת מערכת השורשים בקרקע משפיעה באופן ישיר על גודל שטח הפנים שלו, ומכאן על קליטת הזרחן. אגרוטכניקה נכונה, המובילה להתפתחות טובה של השורשים, מאפשרת הזנה טובה יותר של הצמחים בזרחן.

יעילות הקליטה הנמוכה של הדשן הזרחני ע"י השורשים נובעת מכך ששורשי התירס באים במגע ישיר רק עם 1% מנפח הקרקע שבאזור בית השורשים. כאמור, עלייה ב-pH סמוך לפני השורשים מביאה להקטנת קליטתו של יון הזרחה (ראה איור 7). קליטתו של הזרחן ומסיסתו בצמח תלויה גם בריכוזי החנקן באזור השורשים. השפעת ריכוזי חנקן על קליטת הזרחן מוצגת באיור 14 שלהלן.



איור 14. ריכוז החנקן בתמיסת הקרקע והשפעתו על ריכוז הזרחן המסיס בצמח

מקור: חוברת גידול תירס, הוצאת שה"מ 2000 - שמואל ברקוביץ

מאיור 14 משתמע כי העלייה בריכוז החנקן בתמיסת הקרקע מ-4 מא"ק/ליטר ל-8 מא"ק/ליטר גורמת לירידה דרסטית בריכוז הזרחן המסיס בצמח.

ריכוזים גבוהים של חנקן בתמיסת הקרקע מביאים לעלייה ב-pH סמוך לשורשים. גורם זה תורם להקטנת קליטתו של יון הזרחן. כדי למנוע פגיעה ביבול בריכוזי חנקן גבוהים בקרקע, יש להעלות את ריכוז הזרחן או להוריד את רמת ה-pH באזור השורשים. הורדת pH הקרקע לתחום הזמינות המרבית אינה מעשית ברוב המקרים. אפשר להתחמק חלקית מהקיבוע של הזרחן בקרקע ע"י דישון ממוקם. נוכחות של דשן אמוניאקלי בקרבת זרחן מפחיתה את קיבוע הזרחן ומייעלת את קליטתו.

קליטת הזרחן על ידי הצמחים והשפעת הזרחן על היבול נבדקו בכמה ניסויים בארץ במרוצת שנים 1978-1981. הכמות המרבית של קליטת הזרחן בניסויים אלה נעה בין 70 לכ-150 גרם לדונם ליום ותאמה את הצטברות החומר היבש בצמחים בכל ניסוי.

צמח התירס זקוק לאספקה איטית אך מתמדת של זרחן זמין, שאותו קולט הצמח מהקרקע עד סוף הגידול. זיבול אורגני יכול לשפר את האספקה הרציפה, עקב השחרור האיטי של הזרחן מהזבל או הקטנת קיבוע הדשן בקרקע בנוכחות החומר האורגני. דרך נוספת להבטחת אספקת זרחן זמין במהלך הגידול היא אספקתו דרך מערכת ההשקיה בטפטוף, בהתאם לעקום הצריכה. אספקת זרחן דרך מערכת הטפטוף מעלה עם הזמן את ריכוז הזרחן בתמיסת הקרקע סביב הטפטפת. הגדלת ריכוז הזרחן מגבירה את קצב קליטת הזרחן על ידי הצמחים, ובעקבות זאת, את קליטת החנקן ואת ייצור החומר היבש ויבול הקלחים.

ריכוז הזרחן הרצוי לקראת הזריעה בשכבת הקרקע 0-20 ס"מ הנו 20-25 חלקי מיליון בשיטת אולסן. חלוקת תאים וגדילת הצמחים תלויה באספקת הזרחן בכמות מספקת. אם מלאי הזרחן בצמח מצומצם, יש האטה בשיעורי חלוקת התאים. כתוצאה מכך, חל פיגור

בהתפתחות הצמח ונוצרים עלים צרים מהרגיל, צבע העלים הופך ירוק כהה הנוטה לכחול בגוון סגלגל, אשר מתחיל בקצות העלים העליונים.



תמונות 26-27. סימפטומים של מחסור בזרחן בעלה ובקלח

מקור: Nutrient Deficiency Guide for Crops (With Pictures)
Saved from google.com - <https://croppnuts.com/contact-us>

חשוב לציין שייצור הסוכרים בעלים אינו תלוי במלאי הזרחן בצמח. גם במקרה של מחסור הוא נמשך כרגיל ותכולת הסוכרים בתאים עולה בצורה חריגה. מספר מחקרים מצביעים על כך שהצטברות סוכרים זו משויכת למחסור בזרחן. בזריעות באביב המוקדם, בתנאי גידול קשים או במשך תקופה ארוכה ששרר מזג אוויר קר, עלולים להופיע בצמחים צעירים סימפטומים דומים (צבע ארגמני כתוצאה מהצטברות אנטוציאן), אך במקרה זה הסימפטום יהיה זמני. התרשמות ויזואלית מהסימפטומים בעלים המצביעים על מחסור עלולה להיות שגויה; לדוגמה, בצמחים צעירים רמה גבוהה של חנקן, המלווה במחסור בזרחן זמין, יכולה להתבטא בסימפטום הדומה מאוד לזה המעיד על מחסור בחנקן.

בשלב מאוחר יותר של הגידול, כאשר הצמח בעל 4-6 עלים, ייתכן שהמחסור בזרחן לא יבוא כלל לידי ביטוי. סימני המחסור על העלים יופיעו רק במקרה חמור מאוד של מחסור בזרחן. ניתן לאתר מחסור זה על פי תופעות של גבעולים דקים שאינם מפותחים היטב, אי-התאמה בין הופעת התפרחת הזכרית והנקבית, הופעת התפרחת הנקבית נמשכת מעבר לרגיל, ההפריה נפגעת ומתקבלים קלחים בלתי מפותחים, שבהם חסרות מספר שורות גרגרים ויש הפחתה במספר בגרגרים בשורה, בנוסף הבשלת האשכולים מתאחרת. טעות תהיה לחשוב שהופעת צבע סגול על צמחי תירס מבוגרים מעיד תמיד על מחסור בזרחן. במצבים מסוימים בצמח התירס, כמו ירידה ביצירת עמילן וצלולוז, נגרמת הצטברות של סוכרים בריכוזים גבוהים, וכתוצאה מכך מתפתחים פיגמנטים סגולים. דוגמה אחרת להתפתחות פיגמנטים סגולים היא עלה שנשבר בחלקו או נחתך בחלקו והסוכרים הנוצרים בו אינם מועברים לשאר אברי הצמח אלא מצטברים בתוכו, וכתוצאה מכך מתפתחים הפיגמנטים הסגולים.

תכנית הדישון המבוססת רק על מפתח הסימפטומים למחסור בצמח התירס לא תהיה אמינה ותיכשל בדרך כלל. חוסר אמינות זה נובע מהקושי לתרגם נכון את הסימפטומים, ולכן מומלץ לבסס את החשד למחסור באמצעות בדיקת רקמות של הצמחים במעבדה.

אשלגן

צמח התירס קולט את האשלגן מהקרקע בכמויות גדולות במהלך גידולו. האשלגן דרוש לצמח התירס בכל שלבי הגידול של תאי הצמח עד שלב שליפת המכבד (ראה איור 10). לאשלגן השפעה על שיעור הנשימה של אברי הצמח, במיוחד העלים. כמו כן, האשלגן עוזר להגן על צמחי התירס מהפסדי מים מוגזמים בתקופות יובש ומפחית את הפגיעות הנגרמות מטמפרטורות נמוכות.

מלחי האשלגן מועברים ללא שום קושי מאיבר אחד של הצמח לאבריו האחרים. בעת מחסור באשלגן, יש העברה של אשלגן מהאיברים הבוגרים של הצמח לאבריו הצעירים יותר. עקב ניידות זו של האשלגן, הסימפטומים של מחסור בו מופיעים לראשונה על העלים המבוגרים בתחתית הצמח. סימפטומים של מחסור באשלגן יכולים להופיע במשך כל שלבי הגידול של הצמחים.



תמונות 28-29. סימפטומים של מחסור באשלגן בעלה ובקלח

מקור: Nutrient Deficiency Guide for Crops (With Pictures)

Saved from google.com - <https://croptnuts.com/contact-us>

מחסור קטן ולא חמור באשלגן בצמח הצעיר מתבטא בהאטה בקצב הגידול. בשלבים הראשונים של הגידול לרוב לא מופיעים על העלים הסימפטומים האופייניים למחסור באשלגן. אם בכל זאת, נראים בשלבי הגידול הראשונים על העלים סימפטומים למחסור באשלגן, אפשר וכדאי מההיבט הכלכלי להוסיף אשלגן. תוספת האשלגן תתבצע ע"י הצנעת מלחי אשלגן בין השורות באמצעות מדשנת סיכות או דרך מערכת ההשקיה בטפטוף. בצורה זו ניתן יהיה למלא את המחסור באשלגן. ככל שהצמח מתבגר ומתפתח, המחסור באשלגן יתבטא בשינוי גון העלים הצעירים מירוק לצהוב-ירוק ולאחר מכן לצהוב. לעתים ההצהבה תופיע רק בפסים. בהמשך התהליך יתייבשו קצות העלים ויופיעו סימני חריכה או צריבה. במקרים של מחסור חמור באשלגן יינזקו העלים קשות, הצמח יתגמד וייטה לרביצה. מחסור באשלגן גורם לחוסר קישור מבני בין התאים של הרקמות הממלאות את הקנים; הקנים אינם מתפתחים לעובי ולחוזק הרצוי, וכתוצאה מכך גוברת הרגישות לרביצה. יתר על כן, כאשר הצמח חלש, הגבעול דק ורקמת הגבעול חלשה, ובעקבות זאת, מתגברת גם רגישות הצמחים למחלות המבטאות בריקבון בגבעול ובשורשים. שטח העלים הירוק קטן, וכתוצאה מכך נפגעים ייצור הפחמימות הדרושות למילוי הקלחים והערך התזונתי של הקלחים.

המחסור בפחמימות למילוי הגרגרים יתבטא גם בכך שבקצות הקלחים לא יתמלאו הגרגרים כלל, והגרגרים האחרים ייראו חולים ויהיו רגישים להידבקות במחלות צמחים (לרוב פטריות), הגורמים לריקבון הקלח. מחסור זה באשלגן עלול להקטין גם את כושר הנביטה של הזרעים.

לאבחנה ולהכרת הסימפטומים של המחסור באשלגן בשלבי ההתפתחות המאוחרת של הצמח יש חשיבות רבה, אף על פי שלא ניתן לעשות דבר לתיקון המצב, אלא לצורך תכנון הדישון בשדות אלה לעתיד. עבודות מחקר רבות הוכיחו כי מחסור באשלגן פגע מאוד בגידול הנורמלי של התירס. העשרת הקרקע באשלגן לאחר גידול התירס השפיעה באופן חיובי על גידולים עוקבים במחזור הגידולים באותה חלקת שדה.

צמחי התירס קולטים את האשלגן בצורת יון אשלגן K^+ . קליטת האשלגן היא אינטנסיבית הרבה יותר מקליטת הזרחן והחנקן. ב-75% ממשך הגידול קולט הצמח את כל כמות האשלגן הנחוצה לו. האשלגן מגיע לשורשים עם תנועת המים בקרקע ונקלט על ידי צורת הקליטה הדומיננטית של יוני האשלגן היא בדיפוזיה. מניסויים עולה כי כ-75% מיוני האשלגן נקלטים על ידי השורשים בדיפוזיה, כ-23% - באוסמוזה עם זרם המים, ורק כ-2% נקלטים אקטיבית על ידי השורשים. קצב קליטת האשלגן עלול להיפגע מעודפי מים בקרקע וממחסור באוויר.

ניסויים שנערכו בלכיש ובגילת בשנת 1981 הצביעו על כך שהקליטה היומית של האשלגן הגיעה בשלבי הגידול המאוחרים ל-900 עד 1200 גרם לדונם, עד מועד שלילת המכבד. כמות גדולה של אשלגן מוחזרת לקרקע בסוף עונת הגידול על ידי הצנעת שאריות צמחים ושורשים לאחר קציר לגרגרים ולפופקורן או לאחר קטיף קלחים של תירס מתוק. במקרה של קציר תירס לתחמיץ או הוצאת שאריות הצמחים כקש, כמות האשלגן המוחזרת לקרקע היא כמעט אפסית.

בניסויים שנערכו בגידול תירס בארץ נמצא כי ברמת אשלגן (במיצוי סידן כלורי) של 15ppm (15 חלקי מיליון) בשכבת הקרקע של 0-20 ס"מ מתאפשרת קבלת יבול מרבי. האשלגן הוא אנטגוניסט יעיל למגנזיום ומדכא את היקלטותו ע"י השורשים. דישון גדוש באשלגן, כאשר ריכוז המגנזיום גבולי, עלול לגרום למחסור במגנזיום.

המלצות לדישון

חודש לפני הזריעה, ולא יאוחר משבועיים לפני, מומלץ לערוך בדיקות קרקע לחנקן, לזרחן ולאשלגן. זהו הזמן הדרוש למעבדות כדי לקבוע את ההמלצות לדישון.

את המחסור בזרחן ובאשלגן רצוי להשלים בזמן הכנת השטח לזריעה. בשטחים של דו-גידול, שבהם גידולי החורף נזרעו בערוגות, ניתן לתת את דישוני היסוד לפני התיחוח, כדשנים בודדים או בתערובות מתאימות. ניתן גם להצניע דשן נזלי מתאים, באמצעות סיכות לעומק של 15 ס"מ. היישום יתבצע מתחת לשורה המיועדת או מצדדיה. בשדות המושקים בטפטוף, שבהם קיים גירעון קטן ביסודות המזינים, ניתן להשלים את החסר בתקופת הגידול הראשונה, באמצעות מערכת ההשקיה.

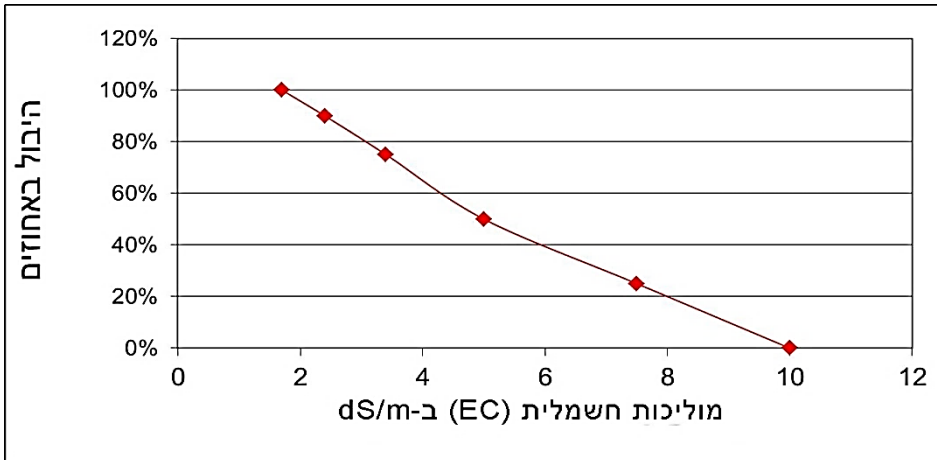
זרחן: ריכוז הזרחן הדרוש בשכבת הקרקע 0-20 ס"מ, הוא 20-25 ppm. בשדות שבהם רמת הזרחן נמוכה מערך זה, יש להוסיף 8-10 ק"ג סופר פוספט מעושר כדי להעלות את הרמה ב-1 ppm. בהשקיה בהמטרה יינתן הזרחן כולו לפני הזריעה כדשן יסוד. בהשקיה בטפטוף יינתנו שני שלישים מכמות הזרחן כדשן יסוד, והשליש הנוסף יינתן דרך מערכת ההשקיה.

אשלגן: הריכוזים הרצויים בקרקע יבשה בשכבה של 0-20 ס"מ, 10 ml/l במיצוי תמיסת הקרקע ב-Calcium Chloride. ברמה הפחותה מ-10 ml/l, מדשנים ב-50 עד 100 ק"ג אשלגן כלורי לדונם. את האשלגן מוסיפים לפני הזריעה כדשן יסוד.

חנקן: גידול התירס דורש 25-35 ק"ג חנקן צרוף לדונם. בחלקות שבהן ניתן לדשן דרך מערכת ההשקיה, יינתנו 5-10 ק"ג חנקן צרוף כדשן יסוד, והיתר - דרך מערכת ההשקיה, עד כשבוע לפני הופעת התפרחת הזכרית. בחלקות שבהן לא ניתן לדשן דישון צרוף דרך מערכת ההשקיה, יינתנו שני שלישים מהכמות כדשן יסוד, ושליש בזמן ההתמיינות.

רגישות התירס למליחות

התירס נחשב גידול רגיש יחסית למליחות. בניסויים שבוצעו בעבר נמצא כי היבול פוחת עם כל עלייה במוליכות החשמלית של עיסת הקרקע (EC) מעל לסף של 1.7 דציסימנס למטר (dS/m).



איור 15. הפחיתה ביבול התירס כתלות במוליכות החשמלית ב-10 ס"מ עליונים של הקרקע
איור: אפרים צוקרמן

התירס אינו רגיש למליחות בעת הנביטה, אולם רגישותו למליחות גבוהה מאוד מיד לאחריה. השקיה מיד לאחר הנביטה במים בריכוז מלחים של 3000 חלקים למיליון (ppm), הביאה להפחתה של 64% ביבול הגרגרים, לעומת ההיקש שהושקה במים שפירים. דחיית מועד ההשקיה במים מליחים ב-21 הימים שלאחר הנביטה הביאה לפחיתת יבול של 27% בלבד. התגובה של זני תירס לתחמיץ לממשק מים מליחים בנגב נבחנה בניסויי שדה בכפר עזה על ידי י. פלש וחובריו בעונות הגידול 1994 ו-1995. בעונת גידול 1994 חתך ההרטבה כתוצאה מגשמי החורף היה חלקי, והמלחים לא נשטפו במידה מספקת בשכבת הקרקע 0-20 ס"מ, ורמת המליחות הייתה 4.5 דציסימנס למטר. בזמן ההצצה נצפתה פגיעה בכוסר ההתפתחות של חלק מהצמחים. פגיעה זו התבטאה בהמשך באי-יכולתו של הצמח להתפתח וליצור יבול. בחלק מהצמחים גרמה פגיעה זו להתנוונות מוחלטת של הצמחים. בשנת 1995 רטיבות הקרקע כתוצאה מגשמי החורף ירדה לעומק של 1.5 מטר ויותר. רמת שטיפת המלחים בשנה זו הייתה טובה לעומת השנה הקודמת. בכל הזנים לא נצפו בעיות מליחות, הן בזמן ההצצה והן במהלך הגידול. בשתי עונות הגידול הושקו הצמחים רק במים מליחים. השקיה זו גרמה לכך שבמהלך העונה נתגלו סימני מליחות על גבי העלים בזנים השונים.



תמונה 30. מימין: עלה עם סימפטומים של המלחה, משמאל: עלה בריא

צילום: אפרים צוקרמן

תוצאות של שנתיים ניסויי ההשקיה במים מליחים מובילות למסקנה כי יש השפעה למליחות הקרקע על היבול בעיקר בשלבי הגידול הראשונים. כמו כן, ישנם זנים הסבילים יותר למליחות הקרקע.

כאשר השנה שחונה, חתך ההרטבה חלקי ואין שטיפה של מליחים ברמה מספקת - ניתן באמצעות ממשק השקיה נכון למזער את הנזק. בשנה כזאת מומלץ להחליף את המים המליחים במים באיכות טובה במשך שלושת השבועות הראשונים שלאחר ההצצה. באזורים המכילים מקורות מים מליחים, ניתן להשתמש במים בעלי מוליכות חשמלית של עד 7.0 dS/m . לאספקת חלק גדול מתצרוכת המים ובשלבי הגידול הרגישים (הנבטה ושלב מילוי הגרגרים) יש להשקות במים בעלי איכות טובה, שתסייע לשמירה על רמת יבול סבירה, לעומת כזו שהייתה מתקבלת מהשקיה במים מליחים בלבד. מליחות המים והקרקע גורמת לעקת יובש על צמחי התירס, ולכן בתנאי השקיה במים מליחים יש חשיבות לשמירת מתח מים מינימלי בקרקע, כדי למנוע עקת יובש, בנוסף לעקה האוסמוטית שגורם המלח.

טיפול תירס

מוצאו של התירס אינו ברור, וישנן שתי סברות לכך: האחת היא שהמוצאו מהטיאואסינטה (*Euchlanea mexicana*); והשנייה מייחסת את מוצאו של התירס התרבותי למין בר (שאינו מוכר כיום) או למוטציה של תירס הגלומות (*Zea mays tunicata*). שני מיני התירס ניתנים להכלאה עם התירס התרבותי, והם משמשים כמקור גנטי לשיפור תכונותיו. טיפוח המינים והזנים של תירס התרחש מאז תרבות התירס ועד ימינו, ונראה שיתרחש גם בעתיד. קיימות שיטות אחדות לטיפול, כשחלקן העיקרי הוא קלאסי, והיתר חדשניות יותר. מטרות הטיפול מאז ועד עולם הן ליצור סוגים שונים של טיפוס תירס כדי להתאימו לצורכי האדם. מגמות המשנה הן שיפור היבול והטעם, הקניית תכונות של עמידות לתנאים אקלימיים (טמפרטורות, רוחות, גשמים וכיו"ב), התאמה לתנאים טופוגרפיים וכן למשך גידול שיותר מתאים לתנאים, ועמידות למזיקים ולחומרי הדברת עשבים.

כיום קיימות ארבע שיטות טיפוח עיקריות:

- טיפוח על ידי סלקציות
- טיפוח בשיטת הכלאה חוזרת
- טיפוח בשיטת הכלאה בודדת
- טיפוח בשיטות ביוטכנולוגיות באמצעות השריית מוטציות והנדסה גנטית (GMO)

טיפול על ידי סלקציות - שיטה זו היא העתיקה ביותר. בעבר, במשך אלפי שנות טיפוח של זני תירס חקלאיים, הייתה זו למעשה השיטה הבלעדית. היא מבוססת על איתור צמחים בעלי מאפיינים לתועלת האדם, בידודם וגידולם כזן ייחודי. בשיטה זו מוצאים תכונה הרצויה לאדם, מבדדים את הצמח ומפריים אותו עם עצמו, וכך מקבלים אוכלוסיית צמחים מטיפוס חדש. בשיטה זו טופחו בעבר טיפוס תירס השונים (תירס עמילני, תירס מתוק, פופקורן, תירס לשמן ועוד). במקביל, הושם דגש על העלאת היבול, ובכל טיפוס טופחו זנים בכירים בינוניים ואפילים, צמחים בעלי עמידות שונה וכדומה.

מקור השוני יכול להיות פרי של הכלאות ספונטניות או מכוונות ע"י האדם או מוטציות אקראיות באוכלוסיית צמחים. שיטת טיפוח זו איטית, ולא בהכרח צמחים שנראים שונים - יש בהם תרומה להעלאת היבול והאיכות ולהתמודדות עם פגעים. על פי איור 18, קצב עליית היבול בשיטה זו בארה"ב היה נמוך מ-0.02% בשנה. שיפור כושר ההנבה הנמוך לא נתן תשובה מניחה את דעת לגידול הנדרש באוכלוסייה, ולכן נבחנו שיטות אחרות להעלאת היבול ותכונות נדרשות נוספות.

טיפול בשיטת הכלאה חוזרת (Double cross) - שיטת טיפוח זו מבוססת על איתור תכונה או תכונות רצויות לשיפור היבול, ובמקרים רבים על הענקת עמידות או סבילות בפני מחלות ופגעים, תנאי אקלים, וזנים בכירים ואפילים, תוך התחשבות באורך היום ותכונות רצויות אחרות.

ההכלאה בשיטה זו מבוססת על איתור התכונות הרצויות באוכלוסיית זני התירס או מינים אחרים הניתנים להכלאה עם התירס התרבותי (ראה איור 16 - הכלאה חוזרת).

שיטת היישום בהכלאה זו היא זריעת הצמח הנבחר בחלקה עם הצמח התרבותי (צמח האם), קטימת המכבד (סירוס) של צמח האם ויצירת הכלאה ספונטנית ביניהם; והשלב הבא הוא איסוף זרעי המכלוא מצמח האם וזריעתם בעונת הגידול הבאה בשורות נפרדות מאלו של צמח האם המקורי. שוב מסרסים את צמח האם המקוריים ולאחר ההפריה אוספים את הזרעים. בכל דור נערכות בדיקות שמטרתן לוודא כי התכונה הרצויה אכן עברה לצמחי המכלוא ובאה בהם לידי ביטוי. איסוף הזרעים והכלאות חוזרות נעשים במשך כמה דורות, תוך בדיקה תמידית של המכלואים – אם הם נושאים את התכונה הנוספת ואם היא מתבטאת בהם. לאחר כמה עונות של הכלאה חוזרת, ולאחר שנמצא שהתכונה הנוספת יציבה ומתבטאת במכלוא, מתקבל זן שהוא למעשה זן האם המקורי, אך בעל תכונה או תכונות נוספות המשפרות את ביצועי הזן.



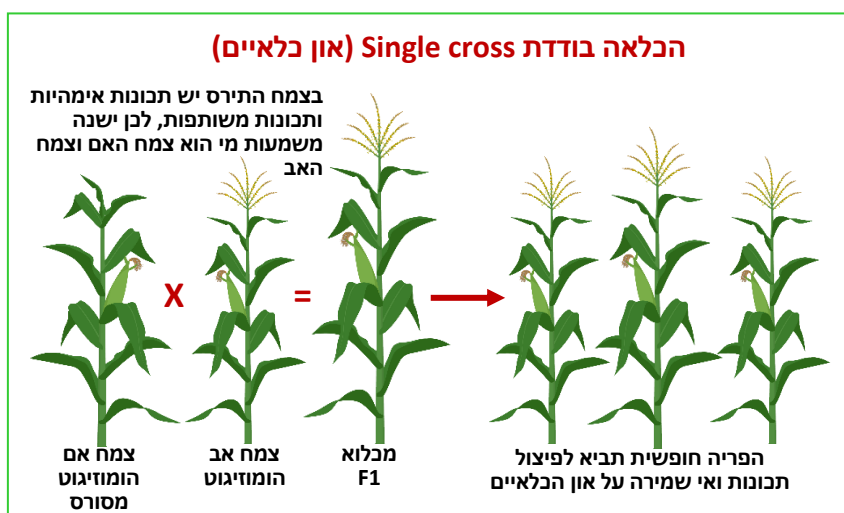
איור 16. הכלאה חוזרת (Double cross)

איור: אפרים צוקרמן

חשוב לציין שהיום משתמשים בשיטת ההכלאה החוזרת בעיקר לצורך הקניית עמידות למחלות, אך כפועל יוצא מהעמידות למחלות, נשמרת או עולה כמות היבול (עלייה בכ- 0.75% בשנה) (ראה איור 18).

יצירת מכלואים (היברידיים) F1 - שיטה זו, הנקראת גם הכלאה בודדת או Single cross, מבוססת על עקרון און הכלאיים (Heterosis), תופעה שבה בן-הכלאיים מזנים או מגזעים שונים הוא בעל ביצועים טובים משל כל אחד מהוריו ההומוזיגוטיים "טהורי הגזע". און הכלאיים הוא לרוב תוצאת הטרוזיגוטיות בין אללים מן האב ומהאם.

שיטת ההכלאה: מחליטים מי הוא צמח האב, ומי צמח האם. קוטמים את המכבד (התפרחת הזכרית) של צמח האם, וכך ההפריה היא רק מצמח האב. בהכלאה מסוג זה יש חשיבות גדולה לזיהוי מדויק של צמח האם וצמח האב, מכיוון שבהפריה ישנן תכונות נקביות (אימהיות) המצויות רק בביציות ואינן מצויות בתאי האבקה הזכריים. בהכלאות מסוג זה מייצרים המטפחים קווים הומוזיגוטיים ומבצעים הכלאות רבות בווריאציות שונות בין הקווים, עד שמתקבלת התכונה הרצויה, שהיא לרוב עלייה ביבול. בהמשך יוצרים זרעים מסחריים למכירה רק מההכלאה שבה באו לביטוי התכונות הרצויות. שיטת ההכלאה של F1 העלתה את יבול התירס מדי שנה בכמעט 2% (ראה איור 18). זרעים שיזרעו מצמחי F1 באון כלאיים. יביאו לידי ביטוי את פיצול התכונות כתוצאה מההפריה, ולא ישמרו על היתרונות של און הכלאיים.



איור 17. תרשים הכלאה בודדת F1 (Single cross)

איור: אפרים צוקרמן

טיפול בשיטות ביוטכנולוגיות מתקדמות - קיימות כיום שתי שיטות עיקריות לטיפול בשיטות ביוטכנולוגיות מתקדמות: יצירת מוטנטים והנדסה גנטית, או כפי שהיא נקראת היום: (Genetically Modified Organism) GMO. מוטציות גורמות לשינויים במידע הגנטי (בדרך כלל ב-DNA) של אורגניזמים, ובכללם צמחים. מוטציות מתרחשות באקראי, ונקראות מוטציות ספונטניות, הנוצרות עקב טעויות בשכפול ה-DNA על ידי החלפת זוגות בסיסים, הוספה או הורדה של אחת מחומצות הגרעין הפוגעות ברצף ה-DNA. רוב המוטציות חלות באתרים לא פעילים, ולכן השפעתם על האורגניזם שולית.

מוטגן הוא חומר או גורם פיזיקלי המגביר את קצב המוטציות וגורם לשינויים משמעותיים בביטוי של הגנים באורגניזם.

מוטוגנזה אקראית (Transposon) נגרמת על ידי רצפי DNA ניידים, היכולים לנוע מאתר לאתר בתוך גנום התא של האורגניזם ולגרום לשינויים בהתבטאות הצמחים, כגון: יצירת עמידות למחלות, שינויים בגודל הצמח וביבול, בצורתו, במשך חייו וכדומה. כיום נהוג להשתמש במוטגנים ולהשרות מוטציות אקראיות על זרעים. לאחר מכן בוחנים את השפעת התבטאות המוטציות הרצויות בצמחים, בוחרים תכונות רצויות ומועילות בצמחים המוטגניים ומכליאים את הצמח המוטנטי עם קווי צמחים ידועים לקבלת קווי טיפוח חדשים הנושאים את התכונות המוטגניות.

מוטגנזה מכוונת היא טכניקה בביולוגיה מולקולרית שבה מוטציה נגרמת באתר מוגדר במולקולת DNA. כשמשמשים במוטגנזה מכוונת, המידע הגנטי יכול לעבור שינויים. באופן כזה ניתן ליצור חלבון המבטא את השינוי ברצף חומצות האמינו. באופן כללי, מוטגנזה מכוונת דורשת ידיעה של רצף הבסיסים בגן, ובהתאם לכך, מסנתזים גדיל DNA משלים לאתר בגנום, שבו רוצים ליצור את המוטציה. הגדיל המסונתז מתחבר בעזרת זיווג בסיסים לגן המקורי בתא החי וגורם לביטוי של התכונה הנוספת החדשה. בשיטה זו יוצרים מעבדות ומכוני מחקר קווי טיפוח נושאי תכונות רצויות, שעליהם נרשם פטנט, ומוכרים אותם לחברות הזרעים, כדי ליצור זנים חדשים.

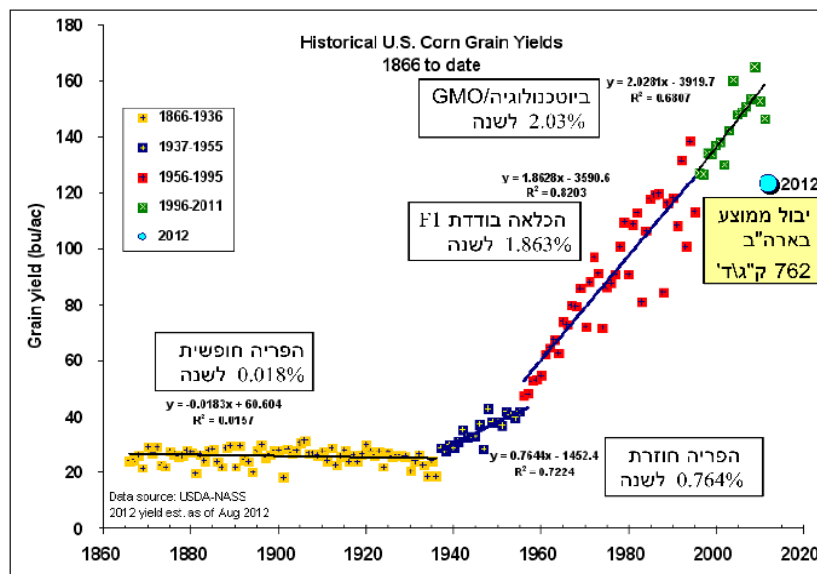
GMO (הנדסה גנטית) - תהליך של שינוי גנים ביצורים חיים באופן מלאכותי על ידי האדם, הגורם לשינוי תכונותיהם. ה-GMO הינה שיטה של העברת גנים מאורגניזם אחד למשנהו שלא מאותו המין, ובכך לשנות את תכונותיו של האורגניזם "מושתל הגנים" ואת תכונות צאצאיו.

בצמחים קיימות שתי שיטות יישום עיקריות: בצמחים דו-פסיגיים בלבד העברת פלסמיד מהונדס באמצעות אגרובקטריה; הפגת פרוטופלסטים בפלסמידים מהונדסים גנטית. בצמחי תירס יוצרים פרוטופלסטים (תאים שהוסרה מהם דופן התא, ורק ממברנת התא עוטפת אותם). את הפרוטופלסטים מפגיזים עם פלסמידים (DNA מעגלי קטן), שבהם הושתל גן רצוי. לאחר מכן יוצרים בעזרת הורמונים תרבית רקמה, שבה נבחן אם הפלסמיד אכן נמצא בה. השלב הבא הוא שחזור הצמח המקורי על ידי הורמונים, ובדיקת הימצאותן של התכונות שהוכנסו בו.

עיקר ההנדסה הגנטית בתירס התמקדה בזני תירס לגרגרים שבהם הוכנסה עמידות לקוטלי עשבים וגנים הקוטלים חרקים המזיקים לתירס. חשוב לציין שעיקר ההתנגדות ל-GMO נובעת מהחשש שהעשבים יפתחו תנגודת לקוטלי עשבים או לקוטלי החרקים.

בראייה עתידית ניתן יהיה להכניס לגנום של מיני צמחים גנים המסנתזים חומצות אמינו חיוניות (שאותן אנו צורכים היום ממזון מהחי), ובכך להקטין את צריכת המזון מהחי. יתר על כן, הפחתה בכמות הגרגרים הנצרכים על ידי בעלי חיים תאפשר אספקה נוספת של גרגרים לבני אדם. בנוסף, ניתן יהיה להעלות את כמות היבול, וכן להגביר בצמחים את סינתזת ההורמונים, הוויטמינים ותוספים בריאותיים אחרים.

תחזיות של משרד החקלאות האמריקאי מצביעות על כך ששימוש בשיטות של GMO יגבירו את קצב עליית יבולי היתירס מעל ל-2% בשנה (ראה איור 18).



איור 18. היסטוריה ותחזית ליבול היתירס כתלות בשיטות הטיפוח

מקור: USDA - משרד החקלאות האמריקאי

עיבודי יסוד והכנת מצע זרעים

הכנה נכונה ומושכלת של השטח לגידול תירס הינה בעלת חשיבות מרובה להתפתחות תקינה של צמחי התירס. מצע זרעים טוב ואוורירי מאפשר נביטה מהירה והתבססות של הצמח בקרקע. לתירס מערכת שורשים מפותחת, החודרת לעומק הקרקע. בתנאי הידוק של הקרקע וחוסר אוורור, מערכת השורשים אינה מתפתחת כראוי, וחל עיכוב בהתפתחות הצמחים.

עיבודי יסוד

קיימות שלוש שיטות בסיסיות לעיבוד הקרקע בשדות גידולי השדה:

1. עיבוד שמרני (עיבוד רגיל)

2. מינימום עיבוד

3. אי פליחה (אפס עיבוד)

באופן מעשי, בעיבודי השדה הבסיסיים, קיימת אפשרות לשלב בין השיטות השונות, תוך התחשבות בקרקע, באקלים, בפגעים - עשבים ומזיקים, ועוד.

עיבוד שמרני

העיבוד השמרני כולל: משתת (בדרך כלל כל שלוש שנים), חריש מעמיק, דיסוק, ארגז מחליק, קלטור, סימון ערוגות, דישון (לעתים בכמה מהלכים), תיחוח, עיגול הערוגות וזריעה. פעולות אלה, בנוסף לעלותן הגבוהה, במקרים רבים תועלתן מוטלת בספק. מגרעתן העיקרית היא שחיקת הקרקע עד דק, הגורמת לסחיפת הקרקע על ידי רוח וגשם.

מינימום עיבוד

בשיטת עיבוד זו המטרה היא הפחתת מספר שלבי הפעולות המיושמות בשדה בשיטה השמרנית, כך: משתת כל כמה שנים, הפחתת עיבודי החריש למינימום (רק בהתאם לצרכים אגרונומיים), סימון הערוגות ומעגלה בהתאם לצורך (לעתים רק לאחר הזריעה).

אי-פליחה (אפס עיבוד)

שיטה זו הינה מקרה פרטני של ממשק מינימום עיבוד, והממשק המשמעותי ביותר ליישום שימור קרקע מבחינת התועלות שעיקרן מניעת סחף קרקע. משמעות הממשק היא חדירה מינימלית לשכבות הקרקע בעומקים השונים. בשיטה זו הדישון והזריעה נעשים במהלך אחד, לעומת העיבוד השמרני, אשר לביצוען של שתי פעולות אלה נוקט במספר רב של מהלכים (ראה 'עיבוד שמרני').

מחקרים מצביעים על כך שבמקרים רבים ממשק אי-הפליחה שומר על מבנה הקרקע ותורם גם למיתון משמעותי של ההשפעות השליליות, הנגרמות כתוצאה מעיבוד חקלאי, כמו הידלדלות קרקע ואבדנה, מדבור, מאזן שלילי של גזי החממה, פגיעה במגוון הביולוגי וקשיים באבטחת מזון לאוכלוסייה העולמית. נוסף על כך, ממחקרים עולה כי בשיטה זו, המשולבת בחיפוי קרקע, ניתן להגביר את יעילות ממשק המים בקרקע, בעיקר באזורים שחונים. משרד החקלאות בארץ ממליץ לשלב בממשק אי-הפליחה גם הצנעה של זבל אורגני בשדות מדי שנים אחדות, אף שפעולה זו דורשת פליחת הקרקע.

ממד נוסף למשטר אי-פליחה הוא שמירה על המרקם הביוטי בקרקע, כמו: פטריות המפרקות חומר אורגני ופטריות מיקוריזה היוצרות יחסים סינרגטיים (המועילים לשני הצדדים ומשפרים את ביצועי הצמחים), וכן אורגניזמים אחרים, התורמים לשיפור ביבול ולניצול טוב יותר של המשאבים בקרקע.

המטרות העיקריות של החריש בפרט, ושל העיבוד השמרני בכלל, הן שמירה על השדה מפני עשבים רעים קשי הדברה, מניעת הידוק קרקע והכנת מצע זרעים תקין. מכיוון שבהגדרתו הממשק המשמר אמור לתת מענה לבעיית הסחיפה, אך לא על חשבון גורמים אחרים, מומלץ לשלב עיבוד שמרני במחזור הגידולים מדי שנים אחדות, בהתאם לצרכים האגרונומיים.

הכנת השטח לזריעה

קיימים שני מצבים עיקריים בהכנת השדות לזריעת תירס: האחד בכרב נח, והאחר בכרב נע.

1. זריעה בכרב נח

השדה המיועד לזריעה, 'נח' מגידול חקלאי אחר לפחות עונת גידול אחת, בטרם ייזרע בו הגידול הבא, כמו שדה שלא גודל עליו דבר במשך החורף וייזרע רק באביב העוקב. משטר העיבודים בכרב זה מחייב שמירה על ניקיון השטח מעשבים במשך החורף ורצוי לסמן את הערוגות או את פסי הדריכה של הכלים החקלאיים לפני החורף, כדי למנוע הידוק הקרקע בעת העיבודים החורפיים ובעת הכנת מצע הזרעים לפני הזריעה. בעיקרון, עיבוד השטח בכרב נח אינו צריך להיות מושפע משיטת העיבוד הבסיסי.

2. זריעה בכרב נע (כרב מעובד)

עיבוד השדה המיועד לזריעה ייעשה מיד לאחר הגידול החקלאי הקודם לזריעת התירס; לדוגמה: קציר ואיסוף היבול של גידול חורף כמו חיטה, ומיד לאחר מכן הכנת השטח וזריעת הגידול העוקב.

במשטר עיבודים זה ישנה חשיבות למשטרי העיבודים הבסיסיים. בעיבוד שמרני ניתן לחרוש או לדסק את השטח, לפתוח או לסמן ערוגות, וכן לדשן ולתחח לשם יצירת מצע זרעים מיטבי.

במשטר של מינימום עיבודים ניתן לדסק את השטח כדי להצניע את שאריות הגידול הקודם, ולאחר מכן לסמן את הערוגות (פסי הדריכה קבועים של הצידוד החקלאי). מומלץ

לבצע דישונים והדברת עשבים מבלי לפלח את השטח (ראה המלצות לגבי משטר אי-פליחה).

במשטר אי-פליחה, ניתן לדסק את השטח כדי להצניע את שאריות הגידול הקודם, ולאחר מכן לסמן את הערוגות או את פסי הדריכה של הציווד החקלאי. את הדישון הזרחני והאשלגני ניתן לבצע באמצעות פיזור דשנים מוצקים על פני השטח או ליישם בעת הזריעה במזרעה מתאימה. הדברת העשבים תיעשה על ידי ריסוסים, בלי פליחת השטח. הזריעה במשטר אי-פליחה תבוצע במזרעה המותאמת לזריעה באי-פליחה.

חשוב להדגיש שיש חשיבות רבה להשקיה לאחר הזריעה מסיבות אחדות:

1. לאפשר הצצה אחידה של כל השדה
2. לאחד את הרטיבות בכל שכבות הקרקע ולאפשר התפתחות תקינה וגדילה של השורשים לעומק הקרקע
3. למלא את אוגר המים בשכבות הקרקע עד לעומק של כ-2 מטרים, כדי לאפשר השקיה מתוכננת ולהימנע מגירעון במים (ראה פרק 'דרישות התירס למים')

עיבודים לאחר הזריעה

העיבודים לאחר הזריעה תלויים במשטרי העיבוד, בכרוב, בשיטת ההשקיה להנבטה ועשבים הצפויים לנבוט, עם או בלי השקיות הנבטה. ככלל, בכל גידולי התירס למיניהם, בהתאם לעשבים הצפויים לנבוט, מומלץ לרסס במונעי נביטה לפי הנחיות הריסוס הרשומות על תוויות חומרי ההדברה. התכשיר המקובל היום לריסוס למניעת נביטה במיני התירס השונים הוא אטרזין, ובשמו הגנרי (Atrazine), והוא ייושם בהתאם להוראות המופיעות בתווית התכשיר.

לאחר נביטת התירס, אם השטח משובש בעשבים, אפשר להדבירם בשתי דרכים:

1. קלטור בין שורות התירס - פשוט וזול יחסית; מונע את היסדקות הקרקע ואיבוד מים כתוצאה מאידוי, במיוחד אם בוצעו בשטח השקיות הנבטה. לקלטור בין השורות יש מגבלה בהדברת העשבים הנובטים בתוך שורות התירס. במקרים רבים כדי להימנע מנביטת עשבים בתוך השורות, מרססים במונעי נביטה על פס הזריעה בלבד (הריסוס ייעשה לרוב בד בבד עם הזריעה על גבי המזרעה). כאמור, אם אין נביטת עשבייה בתוך השורות, הקלטור יעיל מאוד וזול.
2. ריסוס בקוטלי עשבים בררניים בהתאם לסוג העשבים ובהתאם להנחיות הריסוס הרשומות על תוויות חומרי ההדברה.

חשוב להדגיש שאם השיבוש בעשבים אינו גבוה, רצוי לקלטר בין השורות, וכך, בנוסף להדברת העשבים, ניתן לשבור את הסדקים הנוצרים בקרום הקרקע עקב השקיות ההנבטה ולהקטין את ההתאדות משכבת הקרקע העליונה. במקרה שכמות העשבים נמוכה, ניתן להימנע מריסוס בקוטלי עשבים, מתוך הנחה שהתירס יגדל ויסגור את הנוף ובכך ימנע הצצת עשבים בשלבי הגידול המאוחרים. בכל מקרה, יש לוודא שהעשבים הקיימים אינם מהסוג העלול לגדול ולשבש את גידול התירס, כגון: ירבוז פלרמי, ירבוז מופשל, חבלבל וכדומה, וכן מיני עשבים רעילים לבקר, כמו: דטורה ומיני עשבים נוספים. קלטור השדה בין השורות מוגבל בזמן (בערך שלושה שבועות לאחר הנביטה), עד שהצמח מגיע לגובה של כ-30 ס"מ. בשלב התפתחותי זה של התירס, מעבר טרקטורים וקלטורות בשטח, כאשר צמחי התירס גבוהים, עלול להסב נזקים לצמחי התירס. בשלב גידול זה ואילך, כאשר התירס גבוה והנוף מונע את חדירת התרסיס אל מתחת לעלים, ריסוס כנגד עשבים מעל הנוף אינו יעיל.

ריסוס כנגד מזיקים ומחלות באמצעות מרססים מוגבהים ועם מוט ריסוס רחב אמנם פוגעים במידה מסוימת בצמחים, אך במקרים רבים תועלתו עולה לאין שיעור על הנזק הנגרם לצמחים.

מרווחי שורות

מרווח השורות בעבר היה 38 אינץ' (96.5 ס"מ). מרווח היסטורי זה הוא רוחב ממוצע של סוס שעבר בין השורות תוך פגיעה מינימלית בהלקטי הכותנה. היום בארץ נהוג לזרוע את התירס בערוגות שרוחבן כפול מהמרווח בין השורות ולזרוע שתי שורות בערוגה. בארה"ב מרווח השורות המקובל היום הוא 30 אינץ' (76 ס"מ). למעשה, כמעט כל כלי העיבוד והאסיף המגיעים לארץ מארה"ב מותאמים למרווח שורות של 30" אך עוברים התאמה מחודשת למרווח השורות הנהוג בארץ.

בגידול התירס בארץ ובעולם נהוגות כמה שיטות ליצירת מרווחים בין שורות התירס, בהתאם למיני התירס השונים ולייעודם: גרגרים, מספוא, תירס מתוק, פופקורן וכדומה, וכן בהתאם לתנאי האקלים ולקרינת השמש באזורי הגידול על פני כדור הארץ.

יישום נכון של מרווחי השורות נגזר גם משיטות ההשקיה, כגון: השקיה בתעלות, המטרה עלית (היום בעיקר בקוונזים) והשקיה בטפטוף, ותלוי גם בהשקיות ההנבטה. בעבר נהוג היה להנביט את התירס בזריעה ברטוב בכרב נח או בהמטרה, בהתאם לכרב או לרטיבות הקרקע בשכבות העליונות. היום הנבטת השדות בארץ נעשית בעיקר על ידי קוונזים או בחלקות רבות בטפטוף. פריסת קווי טפטוף להנבטה מיד לאחר הזריעה מונעת כניסת כלי עיבוד לשדה, ולמעשה מחייבת הדבר עשבים בריסוס. את מכלול הגורמים שהוזכרו יש לקחת בחשבון בעת ההחלטה בדבר מרווח השורות הרצוי והנכון ליישום בגידול התירס בשדה בתנאים הנוכחיים.

כאשר זורעים ברטוב או משתמשים בהשקיה עלית (ממטרות או קוונזים), אין משמעות למרווח בין השורות אלא רק מבחינת ייעוד התירס ושיטות האיסוף. חשוב להדגיש כי כיום נקצר התירס המיועד לתחמיץ באמצעות קומביינים עם שולחן קמפר (Kamper), שבו אין מגבלה למרווח שורות, בשונה מימים עברו, שבהם נקצר התירס בשולחן עם אפים. בקציר לגרגרים יש להתחשב בשולחן הקומביינים, עם או בלי אפים. אסיף קלחי תירס מתוק נעשה בקומביין עם אפים, ולכן מרווח השורות צריך להיות מותאם למרווחי האפים בקומביין.

מרווחי השורות המקובלים היום

1. כאמור לעיל, המרווח האחיד בין השורות היה במשך שנים רבות 38 אינץ'. היום בארה"ב ובעוד ארצות המרווח המקובל הוא 30". בארץ המרווח המקובל הוא עדיין 38". שיטה זו מתאימה לקטיפה ממוכן של תירס מתוק, ובשדות תירס לגרגרים או לתחמיץ קוטפים בקומביין שבו מורכב שולחן אפים (ראה תמונה 151 בפרק תירס לגרגרים תחמיץ ושחת).



תמונה 31. מרווח שורות אחיד

צילום: אפרים צוקרמן

2. שיטת הגידול הנהוגה כיום היא לרוב זריעת 2 שורות על ערוגה, כשהמרווח בין שתי השורות שעל הערוגה 30 עד 50 ס"מ, כאשר רוחב הערוגה נותר 60", או כמו בארץ: 76" (כ-2 מטרים). בשיטה זו המרווח בין השורות הקיצוניות הוא 150 עד 170 ס"מ. לשיטה זו יתרון בהנבטת התירס בטפטוף ללא צורך בהסטת שלוחות הטפטוף משורה לשורה. יתרון נוסף מתבטא בחדירה של אור השמש בין השורות הקיצוניות בכל ערוגה, והדבר משמעותי בעיקר בארצות שבהן קרינת השמש נמוכה (ראה תמונה 32).



תמונה 32. מרווח של שתי שורות צפופות וביניהן מרווח גדול

צילום: יואב גולן

במחקרים שונים שנערכו בארה"ב ובארץ, נמצא כי צפיפות הצמחים המיטבית בשתי השיטות שהוזכרו עד עתה, נעה בין 6 ל-9 צמחים למ"ר. בקרקע פורייה ובתנאים מיטביים היה יכול החומר היבש לתחמיץ (שלב גמר חלב) ולקציר לגרגרים בעומד של 9-8 צמחים למ"ר, ללא הבדל סטטיסטי משמעותי ביניהם. באדמות קלות או באדמות שסבלו ממחסור בחומרי הזנה, התקבלו יבולים טובים יותר בעומדים הנמוכים, אך לא מתחת ל-6 צמחים למ"ר.

במקומות שבהם מנשבות רוחות חזקות במשך כל עונת הגידול או בתנאי הארץ במזרעים של אמצע הקיץ ואילך, עדיף לזרוע בעומד הנמוך כדי לקבל קנים עבים יותר ולהימנע מאפשרות לרביצת השדה. צמחי התירס הם גבוהים, והקנים יחסית דקים. צמח הקורס בשל הרוח גורם במקרים רבים לרביצה על צמח שכן ולנפילתו, תופעת הנקראת 'אפקט הדומינו', העלולה לגרום לקריסת השדה כולו. מסיבה זו רצוי שגם כיוון השורות יהיה עם כיוון הרוחות, כך שמהיבט זה תינתן תמיכה מרבית לצמחים בתוך השורה.

3. זריעה בשורות תאומות (Twin Rows) - בשיטת זריעה זו נזרעות שתי שורות במקום שורה אחת, כשהמרחק בין השורות התאומות נע בין 10 ל-15 ס"מ, אך המרווח בין צמד שורות תאומות הוא אחיד, כמתואר בסעיף 1.

בניסויים שנעשו בחו"ל ובארץ לא נמצא יתרון ליבול הכללי (וגטטיבי ורפרודוקטיבי) בזריעת שורות תאומות לעומת זריעה בשורה אחת. בזריעה בשורות תאומות הצימוח הווגטיבי גבוה יותר, עובי הקנים דק יותר, והקלחים קטנים יותר, לעומת גידול בשורה אחת.

היתרון הבולט של תירס בשורות תאומות הוא בגידול לתחמיץ או לשחת. הקנים הדקים מאפשרים התייבשות מהירה יותר והורדת המרכיב האנרגטי בתחמיץ או בשחת. כפועל יוצא, עולה כמות הסיבים התזונתיים לבקר (יש להדגיש שהסיבים הנעכלים לפי הגדרת הבוקרים אינם הסיבים הבוטניים בצמח). בארצות כמו ישראל, שבהן המרכיב האנרגטי של המזון לבקר מיובא (מזון מרוכז), ניכר לעתים יתרון דווקא למרכיב הצמחי בתחמיצים. מכאן עולה כי יש לבחון מה התועלת הכלכלית לבקר לעומת עלות גידול התירס. בארצות שבהן שיעור התחמיצים במנת הבקר גבוה ומספק חלק גדול יותר במרכיב האנרגטי, יש יתרון לגידול בשיטות הגידול המקובלות, שבהן הקלחים גדולים יותר ומוסיפים למרכיב האנרגטי. החיסרון בגידול בשורות תאומות הוא מרכיב העלות של הזרעים, שאינו מוסיף ליבול ולרווחיות המגדל. כמו כן, יש לקחת בחשבון במסגרת השיקולים גם את הסכנה מרביצה כתוצאה מרוחות וממטרים בעוצמות חזקות במיוחד, באזורים המועדים לתופעות טבע אלה.



תמונה 33. גידול בשורות תאומות

צילום: אפרים צוקרמן

השקיה

מבוא להשקיה

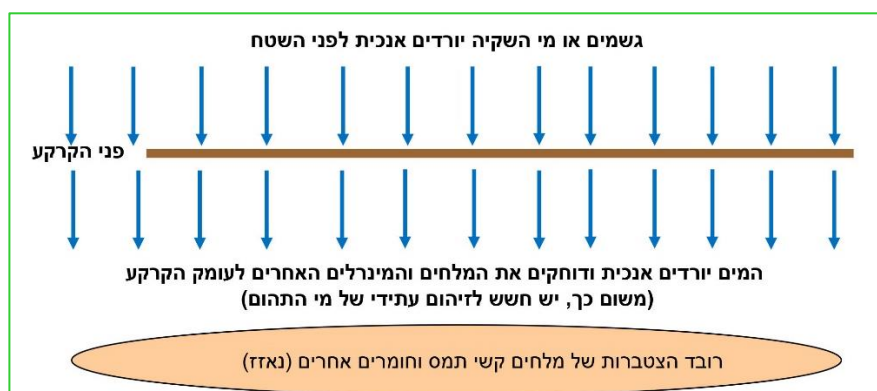
זמינות המים לתירס היא בעלת חשיבות גדולה להתפתחות הצמחים והיבול. התירס עלול להיפגע הן ממחסור במים והן מעודפי מים, בעיקר בשלבי הגידול הראשונים. כדי לתכנן היטב את ההשקיה, יש להתחשב בכמה גורמים, כגון: האם הגידול מבוסס על גשמים בעונת הגידול, כמות המים הנאגרת בקרקע לפני הזריעה, מידת הרטיבות בשכבות הקרקע העליונות, שיטת ההשקיה ויכולתנו להגיב על מצבי קיצון (עצירת גשמים, טמפרטורות, קצב איבוד המים וכדומה). כדי להימנע ממצבי עקת מים, רצוי להרוות עד קיבולת שדה את שכבות הקרקע עד לעומק של כ- 1.2 מטרים בזמן ההנבטה ובשלבי ההתפתחות הראשוניים של השורשים.

בארצות המוצא של התירס ובארצות רבות אחרות נהוג היה להסתמך רק על הגשמים בעונת גידול התירס. בארצות אלו, שבהן הקרקע אורגנית, נהוג לזרוע את התירס, ובביטתו מותנית ברטיבות הקרקע בשכבות העליונות או בגשם הקרוב למועד הזריעה. מכאן, שבתנאים אקלימיים כאלה אין צורך בהשקיות הנבטה.

בארצות שבהן אין בדרך כלל גשמי אביב וקיץ, ושכבת הקרקע העליונה יבשה, נהוג להנביט את התירס באמצעות השקיה. כדי להבטיח נביטה תקינה ולהתפתחות נאותה של השורשים (ראה סעיף התפתחות השורשים בתירס), יש להתחשב בגורמים אחרים, כמו: הכרב, אוגר המים בקרקע, רציפות ההרטבה בין שכבות הקרקע, וכמובן שיטת ההשקיה, המשפיעה גם על העיבודים לאחר הזריעה והנביטה.

מודל ההשקיה הקלאסי

המודל הקלאסי שעליו מבוססות מרבית שיטות ההשקיה בעולם, הוא ירידת המים מלמעלה וחלחולם בקרקע. חלק מהמים מתנדפים באידוי, וחלקם חוזרים ונאגרים בקרקע או מחלחים לעומק (ראה איור 19).



איור 19. המודל הקלאסי של תנועת המים מעל פני השטח ומתחתם

איור: אפרים צוקרמן

המודל הקלאסי שימש את החקלאים שנים רבות בעבר, וגם כיום מרבית שיטות ההשקיה מתבססות עליו. בשנים האחרונות נכנסו לשימוש מערכות השקיה בטפטוף, המשנות את המודל הקלאסי ומחייבות התייחסות שונה למערכת ההשקיה בטפטוף, תוך בחינת היתרונות והחסרונות של שיטה זו.

שיטות השקיה

קיימים כמה יישומים או שיטות לאספקת המים לגידול התירס:

1. גשמים בתקופת גידול התירס.
2. השקיה בתלמים.
3. השקיה בהמטרה.
4. השקיה בקונוענים (מכונות השקיה - Irrigation machines).
5. השקיה בטפטוף.

גשמים

עד היום הרוויית התירס במרבית שטחי הגידול מבוססת על גשמים בענת הגידול. ברור שגידול המבוסס על גשמים חייב בשני תנאים עיקריים: גשמים ברצף סביר בעונת הגידול; וטמפרטורות באותה תקופה המאפשרות גידול תקין של התירס. בארצות מוצא התירס במרכז אמריקה, תנאי האקלים מתאימים במשך כל השנה לגידול תירס, ולכן גידול התירס מותנה בגשם. לעתים באזורים הטרופיים יורדים ממטרים כל השנה, ובארצות אירופה הצפונית והמרכזית, בצפון אמריקה, באפריקה הדרומית ובחלקים מאוסטרליה, הגידול נעשה בתקופת גשמי הקיץ (כל אחד לפי מיקומו בכדור הארץ).

בשנים האחרונות, עקב שינויים אקלימיים בכדור הארץ, תדירות ירידת הגשמים בעונת גידול התירס פחתה, והשדות סובלים מעקות יובש בעת הגידול. בארצות שבהן הדבר מתאפשר, הוכנסו מערכות השקיה, בעיקר קונוענים, למניעת עקות יובש כאשר אין גשם וכדי להבטיח קבלת יבול.

השקיה בתלמים

בארצות לא מפתחות, בחלק מהשדות בארה"ב ובעבר הרחוק גם אצלנו, נהוג להשקות בתלמים בין כל שורה, ולעתים בין ערוגות (שתי שורות על ערוגה). שיטת השקיה זו טובה בשטחי עיבוד מישוריים גדולים, בעלי שיפוע מתון ואחיד, או בשטחים קטנים שבהם השורות נזרעות בקווי גובה, ובהתאם נוצרות תעלות ההשקיה.



תמונות 34-35. השקיה בתלמים בשטחים גדולים ומישוריים ובחלקות קטנות
 מקור מימין: ldeo.columbia.edu from Google.com; משמאל: Shutterstock from Google.com

יתרונה של שיטת השקיה זו מתבטא בהיותה פשוטה ליישום ואינה מצריכה ציוד וטכנולוגיות השקיה יקרות. חסרונה העיקרי מתבטא בכך שהיא מבזבזת מים, ולעתים עודפי מים זורמים אל מחוץ לשטח. בנוסף, מחלות שונות וזיהומים אחרים מועברים על ידי המים ופוגעים בצמחים.

השקיה בהמטרה

שיטת ההשקיה בהמטרה נפוצה היום בארצות רבות. ההשקיה בהמטרה יכולה להתבצע בכמה שיטות עיקריות: ממטרות תותח, השקיה בממטרות קטנות בהצבה קבועה בשטח, נידוד קווי השקיה בצורה ידנית או ע"י גרירת הקווים וכן על ידי קוונזרים למיניהם.

השקיה בממטרות תותח

שיטה זו אינה מתאימה לגידול תירס, והשימוש בה נעשה במקומות שבהם התירס סובל מעקת יובש או שיש ברשות המגדל הציוד הנדרש, הניתן לנייד בשטח, וכן מקור מים בלחץ מתאים. שיטה זו נהוגה במקרים רבים בהשקיית עזר ולא בהשקיה מלאה. השקיית שדות תירס בממטרות תותח בשלבים מתקדמים של הגידול, במיוחד לאחר החנטה, עלולה לגרום לנפילת צמחים כתוצאה ממכת המים, ובהמשך ל"תופעת הדומינו" היכולה לגרום לרביצה של השדה כולו.

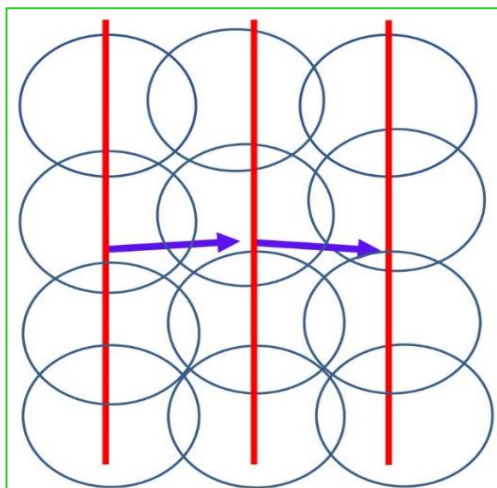


תמונה 36. השקיה בממטרות תותח
 מקור: Shutterstock from Google.com

השקיה בממטרות

הצבה קבועה

בשיטה זו פורשים את מערכת ההשקיה בשטח, כאשר ההצבות המקובלות הן 15X12 מ' או 18X12 מ' (אורך צינור הוא 12 מ'). הזקיפים שעליהם מתנשאות הממטרות הם בגובה של כ-1.5 מ'. שיטה זו נוחה מבחינה תפעולית, אך עלותה הכספית של המערכת יקרה מאוד.



איור 20. השקיה בהצבה קבועה או העברת קווים ידנית

מקרא: אדום - קו צינורות; עיגול - שטח המטרה; כחול - כיוון העברת קווים ידנית
איור: אפרים צוקרמן

העברת קווים ידנית

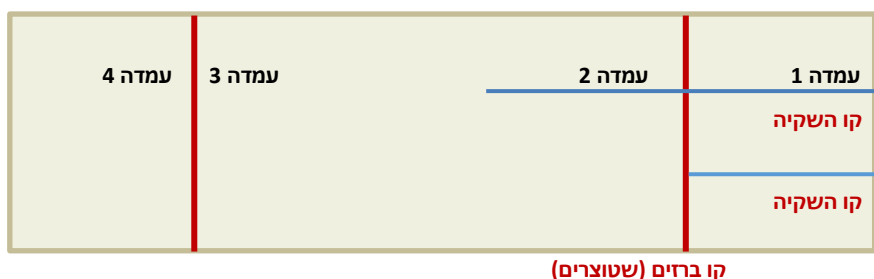
שיטת השקיה שבה נעשית העברה חזיתית של צינורות אלומיניום, כשכל צינור נושא זקיף עם ממטרה. שיטה זו חסכונית בעלותה, אך דורשת עבודת אדם פיזית. במקרים רבים משתמשים בשיטה זו בהשקיות ההנבטה וההשרשה, ולאחר מכן פורשים בשדה את מערכת הטפטפות, כיוון שלמעשה לא ניתן להעביר את הצינורות כאשר גובה הצמחים עולה. בעבר קרה שחקלאים אשר העבירו את הצינורות בצורה אנכית, התחשמלו כתוצאה מפגיעה בקווי חשמל.

גרירת קווים

שיטה זו הייתה נהוגה בארץ שנים רבות, והיא כוללת קו צינורות עם גלגילים וזקיפים הנגרר על ידי טרקטור או טרקטורון. קווי הצינורות נפרשים לרוחב החלקה, במקביל לכיוון השורות, כשהמרחק בין קו אחד למשנהו הינו 15 או 18 מ', ולכל קו כמה עמדות (קווי ברזים) לאורך החלקה. לאחר ההשקיה נגרר כל קו לעמדה הבאה. בסיום ההשקיה נגררים הקווים חזרה לעמדת המוצא (ראה איור 21).

בשיטה זו הושקו השקיות ההנבטה וההשרשה וכן ההשקיה השוטפת בשדה. במקרים רבים נעקרה השורה שבה נע הקו כדי לאפשר תנועה נוחה וקלה לטרקטור הגורר ולצורך איתור ותיקון תקלות בקו.

כאשר התירס מתארך לגובה, שורות הקרובות לקו ההשקיה מונעות פיזור מים תקין, וכדי לפתור את הבעיה ניתן להתקין על הטרקטור הגורר מתקן לקיטום מכבדי התירס, כך שיציאת המים מהמטרות תהיה חופשית, וזאת מבלי לפגוע בקלחים שמיקומם נמוך ממקום הקיטום (ראה תמונה 36). מכשיר זה ודומים לו משמשים לקיטום המכבדים (סירוס) של צמחי התירס, כך שצמחי האם בזמן ההכלאות יאובקו אך ורק מהמכבדים של הצמחים שהוגדרו כצמחי אב.



איור 21. סכמת גרירת הקווים בשדה

איור: אפרים צוקרמן



תמונה 37. קו ממטרות נגרר

צילום: אפרים צוקרמן



תמונה 38. מכשיר לקיטום תפוחות זכריות של התירס; הסכינים מסתובבים וחותרים בגובה הנדרש

מקור: Alamy stock photo from Google.com

השקיה בקוונעים

השקיה בקוונעים, או כפי שהם מכונים בעולם: "מכונות השקיה - Irrigation machines", תופסת מקום נרחב בארצות רבות בעולם. שיטה זו נוחה מאוד להפעלה ואינה דורשת הוצאה ופירוק של המערכת לפני כל גידול או לאחריו והיא כמעט שאינה מפריעה לעיבודים בשטח.

הקוונעים נחלקים לשלושה דגמים עיקריים:

- קוונע מעגלי
 - קוונע חזיתי
 - קוונע המכונה היפודרום, המשלב את שתי השיטות (קוונע חזיתי וקוונע מעגלי)
- הבחירה בין סוגי הקוונעים תלויה בצורת השטח, בגודלו, במקורות המים, בספיקתם ובעלות המערכת כתלות בכל הגורמים שצוינו.

הקוונע המעגלי

קוונע מסוג זה הוא הפשוט ביותר והנוח להפעלה. השיטה מבוססת על מקור מים במרכז החלקה ועל קו ממטירים הנע בצורה מחוגית ומבוקרת בשטח. חסרונותיו מתבטאים בשטח שולי שאינו מנוצל בין מעגלי הקוונעים ובממטירים המשתנים בספיקתם לאורך הקו, הגורמים לעתים לחוסר אחידות בהשקיה ובדישון.



תמונה 39. קוונע מעגלי בפעולה

מקור: ניר ותלם אפריל 2009

קוונע חזיתי

קוונע זה נפרש לרוחב השטח ונע בצורה חזיתית לאורך כל השדה, תוך בקרה על התקדמות אחידה של כל גלגלי המערכת. יתרונו מתבטא בכך שהממטרים לאורך הקו בעלי ספיקה זהה, ולכן ישנה אחידות טובה בפיזור המים והדשנים הניתנים דרך מערכת ההשקיה. חסרונו נעוץ בשיעור המטרה גבוה ביחס לקצב ההתקדמות הגורם לעתים לנגר מים בשדה. הקוונע ניזון מצינור מים לספיקה גבוהה, שאותו הוא גורר אחריו לאורך השדה או לאורך קטעים מאורך השדה בחלקות ארוכות. בחלקות ארוכות נדרשת התחברות בכל קטע למגופים המזינים את הקוונע.

לאחר מהלך ההשקיה יש להחזיר את הקוונע לעמדת ההתחלה בנסיעה ללא המטרה או בגרירה.

הקוונע החזיתי שימושי בחלקות גדולות וארוכות וכן כאמצעי להשקיה בעת עקת יובש בהפעלתו בקצב מהיר לאורך החלקה.

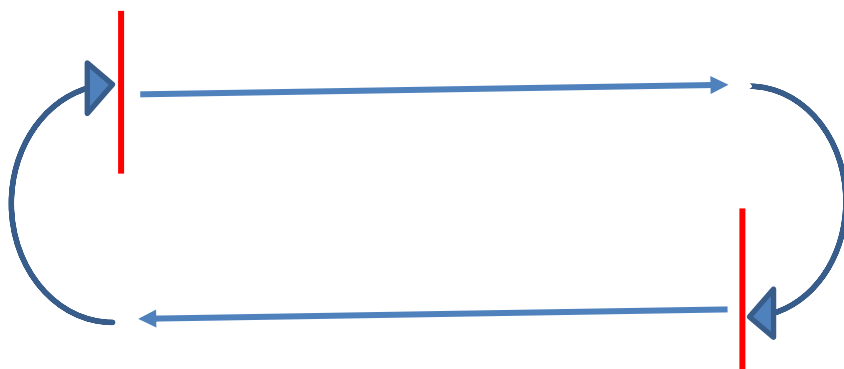


תמונה 40. קוונע חזיתי

מקור: מאגר צילומי שהמ

קוונוע היפודרום

קוונוע זה, המשלב קוונוע חזיתי וקוונוע מעגלי, מיושם בחלקות ארוכות ורחבות. שיטת ההשקיה המתוארת באיור 22, חוסכת הסעה ללא השקיה של הקוונוע לאורך השדה. שיטת ההיפודרום אמנם חוסכת בעלויות הרכישה של הקוונוע (שהוא קצר ביחס לקוונוע הנע לרוחב השדה כולו), אולם אין בה אחידות בהשקיה בזמן הסיבוב. מגדלים מבצעים את הסיבובים ללא מתן השקיה בחלקות שבהן אין גידולים באותה העת.



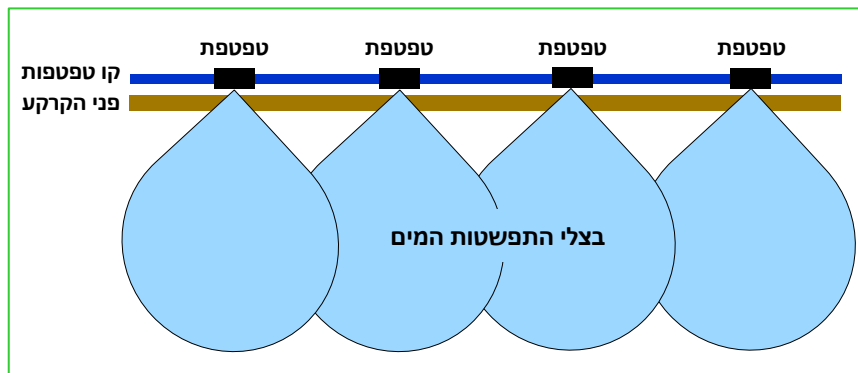
איור 22. תרשים תנועת קוונוע היפודרום

מקרא: אדום - הקוונוע; כחול - מהלך התקדמות הקוונוע
איור: אפרים צוקרמן

בשנים האחרונות חלים שינויים תכופים באקלים כדור הארץ. שטחי תירס רבים בעולם, שבהם ניתן להשקות והם נשענים על מקורות מים זמינים, כולל קולחים, רוסתו במערכות קוונועים כדי לתת מענה בתנאי עקת יובש.

השקיה בטפטפות

שיטת ההשקיה בטפטפות פותחה בישראל, והיום היא שימושית ונפוצה בארצות רבות. יתרונה של השיטה הוא בכך שטיפות המים, היוצאות מהטפטפות, חודרות באיטיות לקרקע ויוצרות "בצל" רטיבות מתחת לפני השטח; באופן זה קטן גם איבוד המים הנגרם מנידוף לאוויר. השיטה, אם כן, מתאימה מאוד לארצות חמות, שבהן גם מקורות המים העומדים לרשות החקלאים מוגבלים. להשקיה בטפטוף יתרונות רבים, אך גם חסרונות שאותם נסקור בהמשך.



איור 23. מודל התפשטות המים ב"בצלים" בהשקיה בטפטוף
איור: אפרים צוקרמן

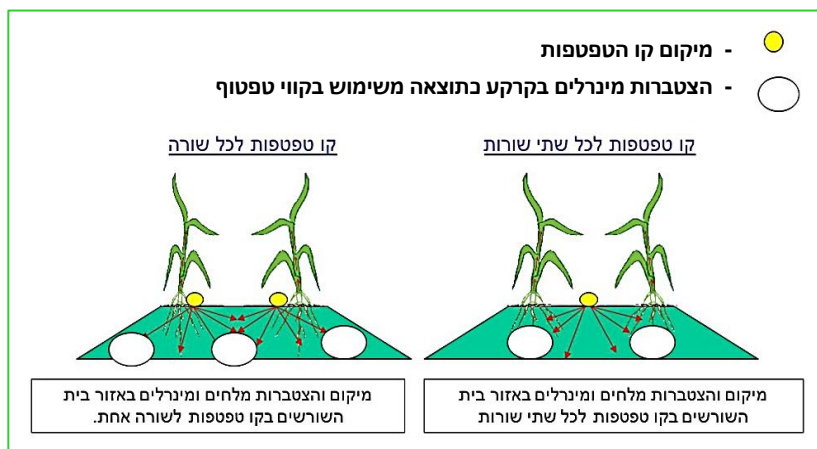
השקיה בטפטוף גורמת לכך שמלחים הנמצאים במים אינם מודחים לעומק הקרקע אלא נדחקים לשולי השטח המורטב וגורמים להצטברותם בשכבות הקרקע העליונות. תופעה זו בולטת במיוחד בהשקיה במים מליחים או בקולחים. יתר על כן, הצטברות המלחים משפיעה גם על מרחב התפשטות המים בקרקע, ההולך ומצטמצם, כך שלעתים אין חפיפה של בצלי ההרטבה לאורך השורות (ראה איור 39).

בגד"ש משתמשים בטפטפות קו (אינטגרליות), כאשר בעבר המרחק בין הטפטפות על השלוחה היה מטר. לאור מצבים של אי-אחידות בצמחים לאורך השורות, ובעיקר בחלקות שהושקו במים מליחים ובקולחים, נערכו בארץ ניסויי השקיה בטפטפות במים עם איכויות שונות. ניסויים אלה תרמו לכך שמרחק הטפטפות בשלוחות הגד"ש הוקטן מ-1 מ' ל-30-50 ס"מ. כמו כן, ציפוף הטפטפות אפשר להנביט בטפטוף.

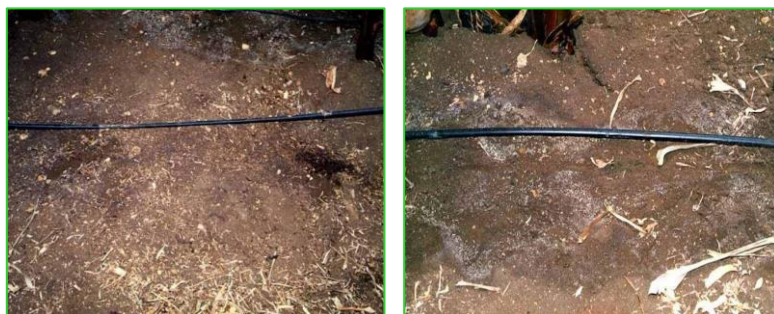


תמונה 41. טפטפות גידולי שדה
מקור: Agrosheiff Ltd from Google.com

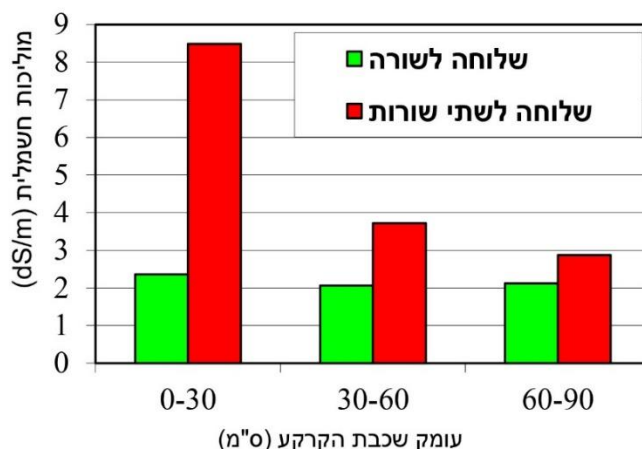
בניסויים אלה נמצא כי כאשר משקים בטפטפות במים באיכות נמוכה, יש הצטברות של מלחים ומינרלים באזור בית השורשים של התירס, במיוחד כאשר נפרשת שלוחת טפטוף אחת על ערוגה (שלוחה אחת לשתי שורות). כאשר נפרשו שלוחות טפטוף בסמוך לכל שורה, כמות המלחים באזור בית השורשים קטנה (ראה איורים 23 ותמונות 40-41). כתוצאה משינוי המרחק בין הטפטפות על הצינור ומפרישת שלוחת טפטוף לשורה ובתנאים שבהם היה אידיאלי גבוה והמים היו באיכות נמוכה, הושגה אחידות בגידול והעלאה ביבול.



איור 24. הצטברות מלחים ומינרלים בקרקע המושקה בקווי טפטפות
איור: אפרים צוקרמן



תמונות 42-43. פיזור המים מתחת לטפטפות: מימין - מים שפירים; משמאל - מי קולחים
צילום: ענת לוינגרט-אייצ'י"י



איור 25. מוליכות חשמלית בשכבות הקרקע שהושקו במים מליחים בשלוחה לשורה ובשלוחה לשתי שורות
איור: אפרים צוקרמן

השקיות הרוויה, הנבטה והשתרשות

צמח התירס, כפי שכבר נכתב במבוא בפרק הדין בדרישות התירס למים, רגיש למדי לעקות יובש, וניצול המים במהלך גידולו נעשה רוב הזמן בשכבת הקרקע שעומקה כ-60 ס"מ. לפיכך, יש למלא את חתך ההרטבה לקיבול שדה עד לעומק של 1.2 מ' לפני הזריעה או בזמן ההנבטה והשקיות ההשרשה. כמו כן, יש להקפיד על כך שבמשך הגידול זמינות המים בשכבת הקרקע העליונה לא תפחת מ-50% מקיבול השדה.

בשדות הנזרעים על כרב נח ומתבססים על גשמים בזמן ההנבטה, סביר להניח שהשדה רווי ואין צורך בהשקיות למילוי אוגר המים.

בשדות הנזרעים בדו-גידול, בשדות שבהם יש חשש לרטיבות בלתי מספקת בעומק הקרקע או בשדות שלא קיימת בהם רציפות בהרטבה של שכבות הקרקע - רצוי למלא את החתך ולאחד את רטיבות שכבות הקרקע באמצעות השקיות הנבטה והשרשה. למען הסר ספק של החקלאי לגבי מצב הרטיבות בקרקע, רצוי לבצע בדיקות של רטיבות הקרקע כשבועיים לפני הזריעה באמצעות לקיחת דגימות שהוצאו משכבות הקרקע על ידי מקדח מתאים, ובהתאם לתוצאות הבדיקות הללו ניתן לפעול. אחת מדרכי הפעולה היא להרוות את חתך הקרקע לפני הזריעה (השקיה טכנית) או לחליפין, להרוות את חתך הקרקע בזמן השקיות ההנבטה וההשרשה. השקיה טכנית מומלצת בעיקר אם קיימות מגבלות בנוגע למשך ההשקיה ולכמות המים העומדת לרשות החקלאי.

בשדות המושקים ע"י קונועים ניתן להנביט את השדה בהשקיה בהתאם לכמויות המים הנדרשות, ולהשלים את אוגר המים בזמן השקיות ההשרשה.

בשדות, שבהם ההשקיה מתבצעת בקווי ממטירים, בעמדות קבועות, בהעברת קווים ידנית או בקווים נגררים - כל פעולות ההרוויה, ההנבטה וההשרשה ייעשו בהתאם לשיטות ההשקיה שהוזכרו.

בשדות שבהם לא מתבצעת השקיה בקוונזעים אלא בטפטוף - ניתן לבצע את השקיות ההנבטה וההשרשה בהמטרה באמצעות קווי ממטרות בהעברה ידנית של הקווים, כפי שהיה נהוג בעבר, ולאחר מכן לפרוס את שלוחות הטפטוף או להכניס לשדה קווי גרריה ולהוציאם לפני פרישת רשת הטפטפות.

- אפשרות נוספת היא הנבטה על ידי טפטפות, אך לשיטה זו מגבלות אחדות:
1. כאשר מרווח השורות הוא כ-1 מטר ומשקים עם שלוחת טפטוף אחת לשתי שורות - פורשים את שלוחת הטפטפות ליד שורה אחת, ולאחר השקיית ההנבטה בשורה זו מסיטים את השלוחה לשורה השנייה. בהמשך ההשקיות, מניחים את השלוחה במרכז הרווח בין השורות ומשקים בהתאם לתוכנית ההשקיה.
 2. ציפוף השורות על הערוגה, כשהמרחק ביניהן לא יעלה על 50 ס"מ, ובכך לאפשר את הרטבת הקרקע בשתי השורות גם יחד לשם הנבטה, השרשה והמשך ההשקיות בשדה. חשוב לציין שמרווח שורות זה מתאים לקציר לתחמיץ או לקציר לגרגרים עם שולחן קומביין לתבואות חורף.
 3. פרישת שלוחות הטפטפות בשדה לשם הנבטה מונעת עיבודי קרקע לאחר הכנסת השלוחות, אולם מאפשרת כניסת מרססים להדברת עשבים ומזיקים.

השקיית השדות בזמן הגידול

- צריכת המים של התירס משתנה בהתאם לשלבי הגידול ולאזורים הגיאוגרפיים והאקלימיים השונים. הנחיות ההשקיה מבוססות על כמה שיטות עיקריות:
1. קביעת כמות מים קשיחה בהתאם לשלבי הגידול של הצמח (ראה טבלה 6).
 2. מקדם השקיה מגיית בהתאם לשלבי הגידול (ראה טבלה 6).
 3. שיטת פנמן-מונטיס.

קביעת כמות המים הקשיחה הייתה נהוגה בעבר, לפני שפותחו שיטות מתקדמות לקביעת כמויות המים הנדרשות לתירס בהתאם לגילו הפנולוגי ולהתאדות היומית בכל אתר ואתר. בשיטה זו השלמת המים מותאמת לקיבול השדה לפני הזריעה או במשך השקיות ההנבטה וההשרשה (ראה טבלה 6). לאור ניסיון העבר, נקצבה כמות מים להשקיה כדי לאפשר התפתחות תקינה של התירס ולהימנע בכל הניתן מעקות יובש.

במהלך השנים פותחו שיטות מדויקות יותר לקביעת כמויות המים שצורך גידול התירס. השיטה שהייתה מקובלת במשך שנים רבות התבססה על מדידת כמות המים לפי התאדות מהגיית סטנדרטית, שהוצבה בשטח פתוח, לכפי כללים שנקבעו ע"י משרד החקלאות. שיטה זו, כמו בכל שיטות ההשקיה האחרות, מתבססת על הרוויית הקרקע לקיבול שדה עד גמר השקיות ההשרשה. המשך ההשקיות של השדה מתבססות על ניסויי שדה לצריכת מים בשלבים הפנולוגיים של הצמח ובהתאם להתאדות מהגיית (ראה טבלה 6). יש לציין כי שיטה זו אינה מדויקת דייה, ולכן באזורים חמים או עם אחוזי לחות נמוכים מומלץ להיצמד למקדמים הגבוהים יותר כדי להימנע מעקת יובש.

טבלה 6. כמות מים להשקיית תירס לפי כמות קבועה ולפי התאדות מגיית סטנדרטית בהמטרה ובטפטוף

שלב פנולוגי	מקדמי התאדות מגיית סטנדרטית	כמות מים קבועה לדונם (קוב) בהמטרה או בקונוע
הנבטה		40
השרשה I - 4 ימים לאחר הנבטה		40
השרשה II - 10 ימים לאחר השרשה I		40
התמיינות - כ-25-30 ימים מהצצה	0.4-0.6	30
עד גמר שליפת המכבד (תפרחת זכרית)	0.7-0.9	110
הפריה	1.0-1.2	80
מילוי קלח - עד שלב גמר חלב	0.7-0.8	110
סה"כ		450

הערות לטבלה:

- באזורים יבשים מומלץ לרוב להשתמש במקדם הגבוה.
- בהשקיה במנות מים קבועות חשוב להבטיח, אך לבדוק במהלך ההנבטה אם יש רציפות בהרטבה ולמלא את החתך עד גמר השקיות ההשרשה.
- בשקיה בהמטרה או בקונוע יש להשקות בתחילה לפי הכמויות הקבועות, ובשלב ההתמיינות לעבוד לפי מקדמי השקיה מגיית סטנדרטית או לפי מקדמי פנמן-מונטיס.
- בהנבטה ובהשקיה בטפטוף יש להקפיד על השלמת מילוי החתך עד גמר השקיות ההשרשה, ולאחר מכן להשלים את מנות המים בהתאם למקדמי ההשקיה מגיית סטנדרטית או למקדמי פנמן-מונטיס.
- על סמך ניסויים שנערכו בארץ ובעולם, שיא צבירת החומר היבש חל בשלב גמר החלב, ולכן ניתן להפסיק את ההשקיה בטפטוף כ-15 ימים לאחר ההפריה, או כ-10 ימים לאחר ההפריה בהשקיה בהמטרה.

שיטת פנמן-מונטיס מבוססת על התאדות מחושבת והיא מחליפה את ההתאדות מגיית הנתונים המטאורולוגיים הדרושים עבור החישוב מסופקים על ידי התחנות המטאורולוגיות הפרושות בכל אזור גידול.

היתרון בשימוש בהתאדות המחושבת כמדד השקיה לעומת ההתאדות מגיגית נובע מנוחות ההפעלה והתחזוקה של התחנות וקבלת נתונים בזמן אמת. לביצוע סימולציה יומית של צריכת הצמח בשיטת ההתאדות המחושבת, דרושות סדרות יומיות תואמות של נתוני אקלים, הכוללים: טמפרטורות מקסימום ומינימום, לחות יחסית מקסימום ומינימום, קרינה גלובלית ומהירות רוח. טבלאות לחישוב כמות המים הנדרשת בשיטת פנמן-מונטיס, מבוססות על נתונים כמו מועדי הזריעה, אזורי הגידול וחיזוי מטאורולוגי אזורי, המפורסמים בארץ ע"י שירות הדרכה והמקצוע (שה"מ) במשרד החקלאות.

הערה:

רוב שיטות החישוב לאומדן כמויות המים הנחוצות לצמח, מבוססות על השקיה בממטירים, כלומר על חלחול ודחיקת המים המושקים לעומק הקרקע. לאור התרחבות שיטת ההשקיה בטפטפות, ייתכן שיש לבחון אם מקדמי ההשקיה הנהוגים כיום מתאימים גם לשיטת ההשקיה בטפטוף, אך עד לעריכת בדיקה כזו, יש להמשיך ולהשקות בהתאם למדדים אלה.

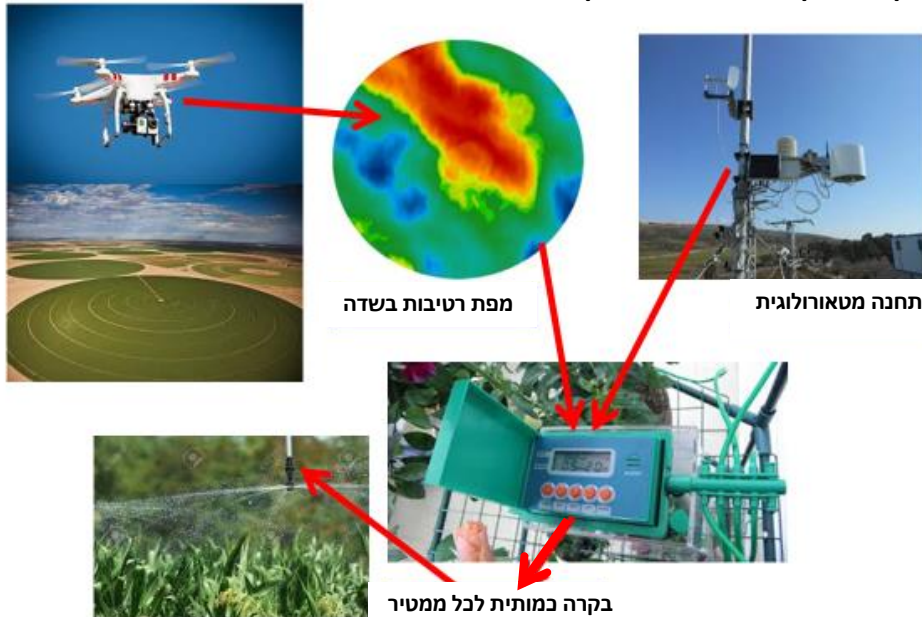
השקיה עתידית

ההתפתחות של אמצעים טכנולוגיים שונים תאפשר בעתיד הלא רחוק יכולת לאתר ולמפות מדדים שונים של מצב השדה, כולל אומדן של כמויות המים בקרקע או בצמחים עצמם. אומדני מצב השדה יכולים להיקבע באמצעות לוויינים, רחפנים וכל אמצעי אחר היכול למפות את השטח ולעבד את הנתונים לתמונה או למפה דיגיטלית. בעתיד נראה שנוכל בעזרת צילומים בגלי אור באורכים שונים לאמוד חוסרים בחומרי הזנה, לאתר התפתחות מחלות צמחים ולבחון את הכמות ואת סוגי העשבים.

חברות סטארטאפ רבות שוקדות כיום על מודלים של השקיה "מבוקרת וחכמה", שבאמצעותם הנתונים הנקלטים על מצב המים בשדה מועברים למחשב, הניזון בנתונים מטאורולוגיים מתחנות באזור הגידול, והחישוב נעשה באמצעות תוכנית השקיה שבה ספיקת הממטירים משתנה בהתאם למחסורים או לעודפי המים בכל מקטע של השדה (ראה איור 25).

רובם המוחלט של פיתוחי ההשקיה המבוקרת מבוססים כיום על קוונזעים למיניהם, משום ששדות התירס הגדולים בעולם נמצאים בארצות צפון אמריקה, מרכז אירופה ומזרח אירופה, שבהן כמעט כל ההשקיה בתירס נעשית באמצעות קוונזעים. בנוסף לכך, בקוונזעים ניתן להרכיב על כל ממטיר וסת מבוקר אלקטרונית, המגדיל או מקטין את ספיקתו, בהתאם לתוכנית ההשקיה הממוחשבת.

בקרת השקיה בטכנולוגיות מתקדמות



איור 26. מערכת אפשרית להשקיה עתידית המבוקרת באמצעות אמצעים טכנולוגיים שונים
איור: אפרים צוקרמן

גם בארץ קיימים שטחי תירס המושקים בקוונטים, אולם עדיין מרבית השדות מושקים בטפטוף. בשלב זה לא ניתן במערכת טפטפות לווסת את כמות המים לכל טפטפת, אלא רק לשלוחה שלמה.

כדי לפתור בעיה זו, הועלו אפשרויות שייבדקו בעתיד, והן:

אפשרות ראשונה, לווסת את כמות המים לכל שלוחת טפטוף לאורך השדה או בחלקו. אפשרות שנייה, על סמך מיפוי משנים קודמות של הרטיבות בשטח ושל יבול התירס, לחלק את השדה לחלקות משנה ולתכנן את ההשקיה כך שכל מקטע יוזן במים ממקור נפרד וניתן יהיה לקצוב את כמויות המים הנדרשות בכל שלב פנולוגי, כדי לאפשר גידול תקין של התירס.

הדברת עשבים בתירס

מבוא

העשבים מהווים פגע רע בגידולי השדה, כולל גידול התירס לסוגיו השונים. בנוסף להיותם צרכן של חומרי הזנה ומים, פוגעים גם בהתפתחות הצמחים, ומכאן גם ביבול, ובמקרים רבים משבשים את הקטיפה או את הקציר של התירס. חשוב לציין שישנם עשבים ממינים שונים המכילים רעלים או מיני עשבים האוגרים ניטרטים או ציאנידים ועלולים לסכן את הבקר הניזון מהם בתחמיצים או בשחתות.

ישנן דרכים רבות להתמודדות עם העשבים. ראשית, חשוב להכיר את סוגי העשבים הצומחים בכל חלקה וחלקה ולדעת מה מידת הנזק שהם עלולים לגרום בכל אחד משלבי הגידול של התירס. כדי להתמודד ביעילות עם עשבים ממשפחות וממינים שונים, חשוב לדעת מהן שיטות ההדברה העומדות לרשותנו ולהתחשב בשיטת עיבוד השטח - עיבוד שמרני, עיבוד מזערי (מינימום עיבוד) או אי פליחה (אפס עיבוד), בסוג הכרב, במיני העשבים שגדלו עליו בשנים שעברו, בתנאי האקלים, בשיטת ההשקיה ובכל גורם אחר העלול להשפיע על כך.

הדרך הפשוטה ביותר להתמודדות עם עשבים היא עקירתם בעישוב ידני שאינו פרקטי, בעיקר במדינות מפותחות, או עקירה מכנית והטמנת הזרעים לעומק הקרקע במחרשות ובדיסקוסים. האפשרות המומלצת היא קלטור לפני הזריעה של כל השטח או בין השורות במשך הגידול.

דרך נוספת להתמודדות עם עשבים היא מחזור גידולים. מחזור הגידולים מאפשר בזמן גידול דגניים להתמודד בהצלחה עם עשבים דו-פסיגיים בכלל, ועם עשבים דו-פסיגיים קשי הדברה בפרט. בזמן הגידול של צמחים שאינם דגניים, ניתן להתמודד ביתר קלות עם מגוון דגניים, כולל כאלה שהם קשי הדברה או שאינם נקטלים על ידי תכשירים בררניים. גידול מונוקולטורי או רצף של גידולי שדה מאותה משפחה בוטנית, שבהם משתמשים במשך שנים רבות באותו תכשיר להדברת עשבים או בתכשירים נוספים הפועלים על אותו המנגנון הפיסיולוגי בצמח, עלולים לגרום להתפתחות עמידות לקוטלי עשבים מאותה קבוצת תכשירים. לפיכך, יש חשיבות רבה למחזור הגידולים ולגיוון של תכשירי ההדברה, כדי שלא לגרום להקניית עמידות לעשבים כנגד קוטלי עשבים.

שיטות הדברת העשבים נחלקות לשני סוגים עיקריים:

1. הדברה מכנית, כגון: חריש, דיסוק, קלטור ועישוב ידני.
 2. הדברה כימית, הכוללת מגוון תכשירי הדברה הפועלים על מנגנונים פיסולוגיים שונים בעשב. ההדברה הכימית יכולה להתבצע בשיטות שונות, כגון: מניעת הצצה, הדברת נבטים, ריסוסי נוף לקטילת עשבים, הגמעה ושיטות נוספות.
- בנוסף, קיימות שיטות ביוטכנולוגיות מתקדמות, כמו GMO (הנדסה גנטית) והשריית מוטציות המקנות לתירס עמידות לקוטלי עשבים (הרבצידים Herbizides). שימוש בזני תירס הנושאים עמידות לקוטלי עשבים, אם הוכנסו על ידי הנדסה גנטית או מוטציות, הם בעלי עמידות לקוטל עשבים ספציפי ולא לכל קוטלי העשבים. מומלץ שהטיפול כנגד עשבים בשדות, שבהם גדלים צמחי תירס הנושאים גן לעמידות ספציפית, ייעשה רק בקוטל העשבים הספציפי לעמידות זו. כמו כן, אפשרי לטפל גם בקוטלי עשבים אחרים, שיעילותם הוכחה בהדברת העשבים הגדלים בשטח ומבלי לפגוע בתירס.

הערה: תכשירי קוטלי העשבים ויעילותם לגבי הדברת עשבים ממינים שונים משתנה מעת לעת. לפיכך, יש חשיבות לבחירת קוטלי העשבים ומונעי הנביטה, שבהם נשתמש בהתאם למיני העשבים בכל שדה ושדה. ממומלץ להיוועץ בנושא במדריכי הגידול ועם נציגי חברות תכשירי ההדברה.

אין בפרק זה המלצות ספציפיות לשימוש בתכשירי קוטלי עשבים.

כפי שנאמר, הדברת העשבים תלויה במשטרי העיבוד ובכרב. קיים שוני משמעותי בין טיפולי הדברת העשבים בכרב נח לעומת דו-גידול (כרב נע).

הדברת עשבים בכרב נח

בכלל, אין הבדל משמעותי בין טיפולים לשמירת השטח נקי מעשבים במשטרי העיבוד השונים. השוני העיקרי הוא אם השטח סומן מראש ותנועת הכלים החקלאיים היא בפסי דריכה קבועים המאפשרים יותר דיוק בטיפולים, לבין שטחים שלא סומנו מראש ותנועת הכלים בהם אינה מדויקת ועלולה לגרום לאי דיוקים בהדברה ולהיותה יעילה פחות.

כרב נח חשוף לנביטה ולהתפתחות של עשבייה במשך כל החורף. גדילת עשבים לא מבוקרת גורמת לניצול משאבי הקרקע, כגון חומרי הזנה ומים, ועלולה לדרוש עיבודי קרקע אגרסיביים לפני הזריעה לצורך עקירת העשבים ולפגוע בהכנת מצע מתאים לזריעה. לפיכך, יש חשיבות לשמירה על שטח נקי מעשבים במשך החורף. הדברת העשבים תלויה מאוד בתדירות הגשמים ובמצב רטיבות השטח. בפרקי הזמן שבהם השטח אינו בוצי ופני השטח יבשים, ניתן להדביר את העשבים באמצעות קלטור שטחי, הקוטל את כל סוגי העשבים למיניהם. חשוב לשים לב למועד הגשם הקרוב שלאחר הקלטור, העלול לגרום להשתרשות מחודשת של חלק מהעשבים שנעקרו.

אם פני השטח אינם יבשים דיים ולא ניתן לקלטר, הטיפול המועדף הוא ריסוס בקוטלי עשבים. במקרה שאפשרית נסיעה של כלים חקלאיים בשטח מבלי להסב נזק לקרקע, ניתן לבצע זאת במרססי קרקע, שיעילותם לרוב גבוהה מריסוסי אוויר, או באמצעות ריסוס מהאוויר, אם לא ניתן לנוע בשטח עם מרססי קרקע. במקרה של הצצת עשבים לאחר טיפולי החורף ולפני זריעת התירס, מומלץ לבצע קלטור שטחי, שגם ישפר את מצע הזרעים, ולאחר מכן לרסס במונעי נביטה בכל השטח, כאשר יש אמצעי המטרה הדרושים להצנעת והפעלת התכשירים בקרקע (אפשרות ריסוס במונעי נביטה תידון בהמשך בסעיף 'טיפולים בטרומ הצצה').

הדברת עשבים בדו-גידול

הדברת עשבים בתירס ומניעת הצצה לאחר גידול חורפי תלויה במשטרי העיבוד (ראה פרק עיבודי יסוד והכנת מצע זרעים).

בעיבוד שמרני (רגיל) נהוג בדרך כלל לבצע חריש שטחי או דיסקוק, ובכך להטמין את שאריות הגידול הקודם ואת עשביית החורף. לאחר מכן נהוג להנחית את הקרקע באמצעות מעגלה. לעתים, לאחר העיבודים שהוזכרו, פותחים ערוגות ומיישרים במעגלת גלילים את פני השטח כהכנה לזריעה. אם הגידול הקודם היה על גבי ערוגות, ניתן לתחח אותן ולעבוד בעקבות קבועות.

במינימום או באפס עיבוד זורעים את התירס לתוך השלף של הגידול הקודם. שיטה זו נפוצה בזריעה על גבי חיטה שנקצרה לשחת או תחמיץ. הדברת עשבי החורף וקטילת שאריות הגידול הקודם תעשה ע"י ריסוס בקוטלי עשבים בלתי בררניים. חשוב לבדוק שבגידול הקודם לא נעשה שימוש בקוטלי עשבים שאריתיים, העלולים לפגוע בנבטי התירס. הדברת עשבי החורף וקטילת שאריות הגידול הקודם תעשה ע"י ריסוס בקוטלי עשבים בלתי בררניים. הדברת עשביית הקיץ תעשה על ידי שימוש במונעי הצצה, אם ניתן להפעילם באמצעות המטרה או גשמים מאוחרים. דרך נוספת הנפוצה בדו גידול היא שימוש בתכשירי הדברה סלקטיביים במהלך הגידול. במקרים רבים רצוי להפריד בין הריסוס לקטילת עשבים ושאריות צמחים מגידול החורף ובמהלך נוסף לרסס במונעי נביטה בררניים לאחר הזריעה.

הדברת עשבים לאחר הזריעה

טיפול למניעת הצצת עשבים במרסס - רצוי שייעשה לאחר הזריעה. ריסוס לפני הזריעה עלול להשתבש כאשר הפולחים של המזרעה מסיטים את הקרקע המטופלת וגורמים לנביטת עשבים בתוך שורות התירס.

הטיפול הנפוץ למניעת הצצת עשבים בכל סוגי ומיני התירס הוא שימוש בתכשיר אטריזין (ATRAZINE). תכשיר זה נאסר לשימוש בכמה ארצות ועלול לצאת מרשימת התכשירים המותרים לשימוש גם בארץ. לאור אפשרות זו ועקב כך שעשבים מסוימים פיתחו עם השנים עמידות לתכשיר זה, נכון יהיה לבחון תכשירים מונעי נביטה הנותנים מענה הדברה טוב לאוכלוסיית העשבים הספציפית בכל שדה.

חשוב להזכיר שהתירס הוא ממשפחת הדגניים, ולכן יש להשתמש רק בתכשירים בורניים הקוטלים דו-פסיגים ואינם פוגעים בתירס.

הדברת עשבים בזמן הגידול

לאחר נביטת התירס אין משמעות למשטרי העיבוד הבסיסיים אלא רק למגוון העשבים, למקום הופעתם בין השורות או בתוכן, למרווחי השורות בשדה ולגובה הצמחים.

קיימות דרכים אחדות להדברת עשבים בעת הגידול:

1. ניקוש העשבים בעבודה ידנית.
2. ריסוס השטח כולו בתכשירי הדברה בורניים שאינם פוגעים בתירס.
3. ריסוס מכון בין שורות התירס תוך נקיטת אמצעי זהירות שלא לפגוע בצמחים.

עישוב ידני הוא השיטה הנפוצה בארצות בלתי מפותחות, ובה עוברים בין השורות ומנקשים את העשבים בעזרת מעדרים, מצ'טות ואף עוקרים ידנית בין ובתוך שורות התירס.

ריסוס השטח כולו בקוטלי עשבים בורניים לתירס הוא שיטה נוחה ויעילה למדי, אך צריך להיעשות בהתחשב בכמה מגבלות:

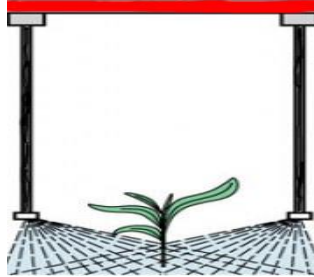
1. כאשר נוף התירס גבוה מדי, אפשרות תנועת המרסס מעל הצמחים בשטח מוגבלת וחדירת התרסיס וכיסוי נוף העשבים בתכשירי ההדברה מוגבלים ואינם יעילים, ולכן השיטה מגלה יעילות רק כשגובה התירס אינו עולה על כ-70 ס"מ.
2. יש לבחור את תכשירי ההדברה בהתאם לאוכלוסיית העשבים בשדה. ריבוי של עשבים דגניים מקשה מאוד על איתור תכשירים מתאימים ויעילים. אם מרבית העשבים הם דו-פסיגיים, ניתן להשתמש במדבירי עשבים הורמונליים, ובתנאי שיינקטו כל אמצעי הזהירות למניעת סחף תרסיס לשדות שכנים. כיום קיימים עוד כמה תכשירים קוטלי עשבים (שאינם הורמונליים), שניתן לרסס בהם מעל נוף התירס, אך יש לוודא שהם אינם פוגעים בגידול. חלק מתכשירים אלה או שילובים ביניהם פחות מסוכנים לסביבה ויכולים לתת מענה הולם למגוון של אוכלוסיות עשבים בשדה. בחירת תכשירי ההדברה - רצוי שתיעשה בהיוועצות עם מדריכי הגידול ונציגי חברות תכשירי ההדברה.

ריסוס מכון בין השורות

ריסוס מכון בין השורות נעשה באמצעות מרסס קרקעי שרוחבו מתאים לרוחב כלי העיבוד המקובלים (6 או 8 שורות), בשל מבנה המרסס וכניסת פיות (דיזות) המרסס אל בין השורות. תקופת הריסוס בשיטה זו אפשרית כל עוד גובה המרסס המכון אינו פוגע בצמחי התירס.

ישנן שתי אפשרויות לשימוש בריסוס מכון:

1. ריסוס בתכשירים שפגיעתם בקני התירס מזערית. שימוש בתכשירים אלה מאפשר ריסוס כל רוחב מרווח השורות עם חפיפה של מניפת התרסס על פרקי התירס הנמוכים. בשיטה זו גם עשבים צעירים הנובטים בין השורות נקטלים ע"י הריסוס.



איור 27. ריסוס מכון ללא מגנים

איור: אפרים צוקרמן

2. ריסוס בתכשירים שאינם בררניים לתירס. במקרה זה יש להתקין מגנים משני צדי השורה כדי למנוע פגיעה בתירס. מובן שריסוס מכון עם מגני שורות אינו פוגע בגידול אך אינו קוטל את העשבים בתוך השורות. לעתים נהוג להוסיף על גבי המרסס מכל שבו תכשיר בררני לתירס, המרוסס על שורות הגידול בלבד.



תמונה 44. ריסוס מכון עם מגנים

מקור: Copyright © 2020 Wylie Manufacturing

סיכוני עשבים לגידול התירס, לאסיף ולתוצרי התירס

הסיכון בקיומם של העשבים בשטח הגידול מתבטא בשלושה אפיקים:

1. תחרות עם התירס על ניצול מים, דשנים ומשאבים אחרים.
2. הפרעה ושיבוש בעיבודים וכן בקטיף או באסיף.
3. הרעלת מזון מצמחים המכילים רעלים (לא מיקוטוקסינים הנגרמים לרוב על ידי מחלות פטרייתיות; ראה מחלות בתירס).

התחרות של העשבים עם התירס על המשאבים ידועה ומוכרת, ולכן לא נרחיב בנושא. הפרעה לעיבודים נגרמת בעיקר על ידי מיני עשבים הנכרכים על כלי העיבוד, כמו קלטות או מרססים, וגורמים לעקירת צמחים, לרביצות ולנזקים מכניים נוספים. חשוב לזכור כי פציעות צמחי התירס עלולות לגרום להתבססות של מחלות מסוגים שונים. הפרעות לקטיפת, בעיקר של תירס מתוק, נגרמות ע"י עשבים גדולים ומסועפים הנכרכים על מכלולי הקטיפת, סותמים אותם ומונעים תלישה של הקלחים או נזקים מכניים לקלחים. בקציר לגררים גורמים עשבים אלה לסתימות בקומביינים ולשיבוש מהלכי הקציר. סכנה בהרעלת מזון, בעיקר של מספוא, נגרמת מצמחים אוגרי ניטרטים, מצמחים אוגרי ציאנידים ומצמחים המכילים רעלים, המסבים נזקים למערכות שונות של בעלי החיים. מכיוון שרוב התירס בארץ מגודל לתחמיץ, נציין כמה מיני עשבים שמסוכנותם לבקר גבוהה.

צמחים אוגרי ניטרטים



תמונה 46. חלמית מצויה (חובזה) (*Malva nicaensis*)
צילום: דניאל בן גדליה



תמונה 45. שיבולת שועל (*Avena byzantina*)
צילום: אפרים צוקרמן



תמונה 48. גדין מצוי (*Silybum marianum*)



תמונה 47. חלמית גדולה (*Malva sylvestris*)

צילום: דניאל בן גדליה

קוציהם של המורכבים הקוצניים עלולים לגרום לפציעות בחך בעלי החיים ולפגוע בתאבונם.



תמונה 49. ירבוז פלמרי (Amaranthus palmeri)
צילום: אפרים צוקרמן

הירבוז הפלמרי והירבוז המופשל עלולים לגרום לתקלות בכלים החקלאיים בזמן העיבודים ובאסיף.

צמחים אוגרי ציאנידים



תמונה 50. עשב סודני והכלאות איתן (Sorghum sudanense)
צילום: אפרים צוקרמן

העשב הסודני וההכלאות שלו עם דגניים אחרים עלולים לגרום לתקלות בכלים החקלאיים בזמן העיבודים ובאסיף.



תמונות 51-52. דטורה (Datura sp.)

צילום: אפרים צוקרמן

"עשב השטן" הוא רק אחד מהכינויים המפוקפקים של הדטורה. הפירות מכילים אלקלואידים אטרופין וסקופולאמין - שני רעלים מסוכנים. הסימפטומים האופייניים בקרב בני אדם ובעלי חיים הם הזיות קשות, עצירת שתן, חום יתר, יובש בפה, עוויתות, אישונים מורחבים וראייה מטושטשת; ובכמויות גדולות עלולות להופיע בעיות בתפקוד הלב והנשימה, שיכולות לגרום למוות.



תמונה 53. עוקץ העקרב (Heliotropium sp.)

צילום: דניאל בן גדליה

מיני עוקץ העקרב מכילים אלקלואידים וגליקוזידים הפוגעים בכבד של יונקים. הרעלות הכבד, הנגרמות כתוצאה מאכילת עוקץ העקרב, בעלות אפקט מצטבר. הופעת הסימפטומים באה לידי ביטוי זמן מה לאחר האכילה, והסימפטומים הללו בדרך כלל אינם ניתנים לריפוי.

הערה:

חשוב לרשום בכל עונה מדי שנה את שמות העשבים העיקריים בשדה, הן בעברית והן בשםם הלטיני. הדבר יסייע למעקב אחר מיני העשבים בשדה ואחר השתנות האוכלוסייה וכמותה במשך השנים.

כך יהיה ברשותנו מאגר מידע זמין וקונקרטי, אשר יקל בקבלת החלטות אפקטיביות באשר למניעתם ולהדברתם של העשבים בגידול העוקב.

מזיקים בתירס

עורך: ד"ר דוד בן-יקיר, המחלקה לאנטומולוגיה, המכון להגה"צ, מנהל המחקר
החקלאי, מרכז וולקני, דוא"ל: benyak@volcani.agri.gov.il

1. מבוא

2. שלב הנבט

א. שחרורית

ב. תולעת תיל

ג. ערצב

ד. רימת הזרע

ה. אגרוטיס

3. שלב 2 עלים עד משפך

א. אתריגונה

ב. נובר הקנה המנוקד

ג. לפיגמה

ד. תולעת הגדוד

ה. פרודניה

ו. סזמית התירס

ז. סזמית הסורגום

ח. הנובר המזרחי

ט. כנימת עלה התירס

י. ציקדה חומה

יא. ציקדה ירוקה

יב. ציקדית התירס

יג. אקריות קורים

יד. קרדית החיטה

4. שלב משפך עד קטיף

א. נובר התירס האירופי

ב. נובר הקנה המנוקד

ג. הליוטיס

ד. מודד המשי

ה. פשפש ירוק

5. מאפיינים ייחודיים של סוגי התירס

6. מעבר החורף של עשים נוברי קנה התירס

7. ממשק הדברה אזורי

8. ממשק הדברה אורגני

1. מבוא

הסיכון לנזקים מסחריים ממזיקי התירס מושפע מאזור הגידול (צפון, מרכז דרום), עונת הגידול (אביב, קיץ, סתיו), שלב התפתחות הצמח (נבט, משפך, שליפת התפרחת הזכרית, התפתחות הקלח) וייעוד התוצרת (קלחים לתעשיית הקפואים והשימורים, לשוק הטרי, לגרגרים ולמספוא). המזיקים המסבים את מירב הנזק הכלכלי הם זחלי עשים שנוברים בקנה הצמח ובקלחים. בתנאי ישראל נדרשים 60-70 ימי גידול לתירס מתוך, שיחלפו משלב הנבט לקטיף. תירס לגרעינים ולפופקורן נשאר בשדה עוד כמה שבועות כדי להתייבש. זמן התפתחות דור של עשים נוברי קנה נע בין 30 ל-50 יום. לכן, בכל מזרע תירס יכולים להתפתח 1-2 דורות של נוברים. הנזקים מהדור השני של הנוברים, שהוטלו בשדה על ידי עשים שהתפתחו בחלקה עצמה, הם בדרך כלל גבוהים מאוד. נוברי התירס יכולים להתפתח גם על דגני בר, בעיקר באביב, לפני הזריעות של דגני הקיץ. בפרק זה מוצגים המזיקים, תוך שימת דגש על שלב התפתחות הצמח, שבו הם עלולים להסב נזק משמעותי. שיטות ההדברה מתוארות בצורה כללית בלבד, ולכן על המגדל לקבל הנחיות הדברה מפורטות ומעודכנות מהגורמים המוסמכים לכך. טיפולי הדברה לנוברי התירס גורמים בדרך כלל גם להפחתת אוכלוסיית המזיקים המשניים.

2. שלב הנבט

מספר מזיקי קרקע רב-פונדקאים עלולים לפגוע בנבטי התירס והסורגום. נגיעות זאת בדרך כלל נמוכה וממוקדת בשוליי השדה. נזק גבוה עלול להיגרם לנבטים שנזרעו על כרב של גידולים שבהם התפתחו אוכלוסיות גבוהות של מזיקי קרקע. שיבוש בעשבייה מעודד אף הוא את התפתחותם של מזיקי הקרקע.

א. שם עממי בעברית: שחרורית

שם עממי באנגלית: Darkling beetles

שם מדעי בעברית: חיפושית השחת (חיפושיות: שחרוריות)

שם מדעי באנגלית: Mesomorphus longulus (Coleoptera: Tenebrionidae)

תפוצה: מזרח הים-התיכון ודרום אירופה. נפוצה ברוב חלקי הארץ.

פונדקאים: המזיק תוקף נבטים של גידולים שונים, שביניהם סורגום ותירס מספוא.

מורפולוגיה: החיפושית שחורה. אורכה כ-7 מ"מ. הזחל דק וגלילי, עורו נוקשה ומבריק, ואורכו המרבי 15 מ"מ. בתחילת התפתחותו, צבע הזחל לבן, ולאחר מכן הוא הופך לצהוב-חום. מראה הזחלים מזכיר תולעי תיל, ולכן מקובל לקרוא להם "תולעי תיל מדומות".



תמונה 54. נקבה של חיפושית השחת

Photo by U. Schmidt from ikimedia.org/wiki/File:Mesomorphus_longulus

ביולוגיה ופנולוגיה: החיפושיות מקימות דור אחד בשנה. הן עוברות את החורף כבוגרות בסדקים בשכבת הקרקע העליונה או בתוך חבילות שחת. באביב החיפושיות נודדות בהליכה ובתעופה בחיפוש מזון ומקום הטלה. הן מטילות את ביציהן בראשית יוני, והזחלים ניזונים משחת או מכרסום צוואר השורש ועלים של צמחים צעירים. התפתחות הזחלים אורכת 5-6 שבועות. החיפושיות מגיחות באמצע חודש יולי וחיות כשנה. בשדה החיפושיות מתגודדות תחת ערמות חומר צמחי יבש, ושם מתפתחים הזחלים שלהן. הן פוגעות בעיקר בחלקות הנזרעות על גבי כרב דגני חורף, שחת וזבל ירוק. נזקים חקלאיים נגרמים בעיקר בבקעת בית נטופה, בעמק חרוד, בעמק בית שאן וברמות מנשה.



תמונה 55. התגודדות של חיפושיות השחת בעמק בית שאן, יוני 2010

צילום: דוד בן-יקיר

נזק: הזחלים מכרסמים זרעים, שורשים ונבטים של סורגום ותירס.

ניטור: תצפיות אחר נוכחותן בשדה, בעיקר תחת שאריות שחת וערמות של שאריות צמחים.

הדברה: בישראל לא ידוע על אויבים טבעיים היעילים כנגד מזיק זה. ניתן לנצל את נטיית החיפושיות להתגודד תחת שחת, כדי למקד את פעולות הניטור וההדברה. ניתן לנקוט

בטיפול מונע או תגובתי באמצעות ריסוס בקוטל חרקים והצנעתו בתיחוח או הפעלתו בהשקיה. ניתן ליישם חלק מתכשירי ההדברה באמצעות מערכת ההשקיה בטפטוף.

ב. שם עממי בעברית: תולעת תיל

שם עממי באנגלית: Lined click beetle

שם מדעי בעברית: נתוזית הפסים (חיפושיות: נתוזיות)

שם מדעי באנגלית: *Agriotes lineatus* (Coleoptera: Elateridae)

תפוצה: מזרח תיכון, אירופה וצפון אמריקה. נפוצה ברוב חלקי הארץ.

פונדקאים: המזיק תוקף נבטים וחלקים תת-קרקעיים של גידולים שונים.

מורפולוגיה: החיפושית בצבע חום עם ראש שחור. אורכה כ-9 מ"מ. הכנפיים החיצוניות שעירות, ומשורטטים עליהן קווי אורך. לנתוזיות יש מנגנון קפיצה כדי להתהפך משכיבה על הגב לעמידה על הרגליים. הזחל דק וגלילי, עורו נוקשה ומבריק, ואורכו המרבי 15 מ"מ. בתחילת התפתחותו צבע הזחל לבן, ולאחר מכן הופך לצהוב-חום.



תמונות 56-57. חיפושית זחלים של נתוזית הפסים

מקורות: תמונה 56 חיפושית - coleoptera.org.uk/species/agriotes-lineatus

תמונה 57 זחלים - photo by Tomasz from stock.adobe.com

<https://utopia.de/ratgeber/drahtwurm-so-wirst-du-den-schaedling-los>

ביולוגיה ופנולוגיה: מחזור החיים נמשך בין 2 ל-4 שנים. הביצים מוטלות בקרקע במקומות לחים בעומק של 1-2 ס"מ. הזחלים ניזונים מרקבובית ומחלקי צמחים תת-קרקעיים. הם נעים אנכית בקרקע, בהתאם לרמת הלחות המיטבית עבורם. הזחלים עוברים שלבי גדילה רבים, וכשהם מסיימים את התפתחותם, הם מתגלמים בתאי אדמה שהם יוצרים. הבוגרים מגיחים ופעילים מחוץ לקרקע בתחילת האביב. הם עפים בשעות הלילה וניזונים מפרחים, צוף וחלקי צמחים רכים.

בזק: השלבים האחרונים של דרגת הזחל הם המזיקים ביותר. הזחלים תוקפים זרעים, שורשים ואשרושים של גידולים רבים, כגון: חיטה, תירס, חמניות, סלק, גזר, תפוחי אדמה ובטטות.

ניטור: את תעופת הבוגרים בשדה ניתן לזהות באמצעות מלכודות אור, מלכודות פרומון ומלכודות נפילה. ניטור הזחלים נעשה באמצעות פתיונות מזון ומשיכה לפחמן דו-חמצני.

הדברה: בוגרים ניתן להדביר בתכשירים כימיים בתקופת פעילותם מעל הקרקע. את הזחלים ניתן להדביר באמצעות תכשירי הדברה כימיים, פטריות או נמטודות תוקפות חרקים. רצוי לשלב אמצעים אלה עם פתיונות מזון ומשיכה לפחמן דו-חמצני. מחזור גידולים המשלב צמחים "רעילים" למזיק, כמו חרדל, מפחית את הנגיעות.

ג. שם עממי בעברית: ערצב

שם עממי באנגלית: European mole cricket

שם מדעי בעברית: ערצב הגינה (חגביים: ערצביים)

שם מדעי באנגלית: Gryllotalpa (gryllotalpa) tali (Orthoptera: Gryllotalpidae)

תפוצה: במזרח התיכון. מינים קרובים נמצאים גם באירופה, צפון אפריקה, אסיה מדרום להימלאיה וצפון מזרח אמריקה. ערצב הגינה נמצא בשכיחות מעטה בצפון הארץ ובמרכזה.

פונדקאים: אוכל-כל מהחי ומהצומח. ניזון מנבטים ומחלקים תת-קרקעיים של גידולים שונים.

מורפולוגיה: אורך גוף הבוגר 4-6 ס"מ. גופו מכוסה מעין לבד קטיפתי בצבע חום-אדום. ראשו קטן, בעל מחושים ארוכים, עיניים קטנות ומנוונות בחלקן. החזה הקדמי גלילי, והרגליים הקדמיות מיועדות לחפירה ומצוידות בשוקיים ובפיסות רחבות, הנושאות דורבנות. לבוגרים שני מופעי כנפיים: קצרות וארוכות. הנימפות דומות לבוגרים, אך הן בהירות יותר ואינן מכונפות.



תמונה 58. ערצב הגינה

מקור: [he.wikipedia.org/wiki](https://he.wikipedia.org/wiki/Gryllotalpa_tali)

ביולוגיה ופנולוגיה: ערצב הגינה ניזון מהחי ומהצומח. הוא פעיל בלילה ומיטיב להלך על הקרקע, לחפור, לעוף ולשחות. הוא שוכן בקרבת מקווי מים או באדמה לחה, שבה הוא יוצר מחילות וקינים. הוא מעדיף קומפוסט או אדמה עשירה בחומר אורגני. באביב הנקבה מטילה כ-200 ביצים אובאליות בתוך מחילה באדמה, וכעבור 7-14 ימים הביצים בוקעות. התפתחות הנימפות נמשכת 6-12 חודשים, והבוגרים חיים כ-6 חודשים.

נזק: מכרסם ומקצץ חלקי צמח תת-קרקעיים, בעיקר של צמחים צעירים.

ניטור: על פי זיהוי מחילות או סימני נזק.

הדברה: באמצעות פתיונות רעילים, שמנים, פטריות או נמטודות תוקפות חרקים.

ד. שם עממי בעברית: רימת הזרע

שם עממי באנגלית: Seedcorn maggot; Bean seed fly

שם מדעי בעברית: זבוב שעיר השוקיים (זבובאים: אנתומייתיים)

שם מדעי באנגלית: *Delia platura* (Diptera: Anthomyiidae)

תפוצה: בכל האזורים שאקלימם ממוזג.

פונדקאים: הרימות ניזונות מזרעים ומנבטים של גידולים שונים.

מורפולוגיה: אורך גוף הבוגר הוא 4-6 מ"מ. צבע גופו אפור, ורגליו מכוסות שערות. הרימות לבנות ומגיעות לאורך מרבי של 7 מ"מ. הגולם (חביונה) חום, ואורכו 4-5 מ"מ.



תמונות 59-60. רימות ובוגר של זבוב שעיר השוקיים

Copyright © 2016 ophis

ביולוגיה ופנולוגיה: רימות הזבוב נזרות בזרעים ובנבטים צעירים. המזיק פעיל בראשית האביב כל עוד הטמפרטורות נמוכות. חריש וחומר אורגני בלתי מפורק בקרקע מושכים את הנקבות להטיל בשדה. הביצים מוטלות על שאריות צמחים או על גבעולים בסמוך לפני הקרקע. להשלמת מחזור החיים נדרשים 4-6 שבועות בטמפרטורה של 20 מ"צ.

נזק: אכילה של זרעים, נבטים וחלקי צמח תת-קרקעיים של צמחים צעירים. בישראל הנזק העיקרי נגרם לאגוזי אדמה, שעועית, תירס ומלפפון. הזבוב עלול להעביר את המחלה הבקטריאלית "קמילת עלים חיידקית" שנגרמת ע"י *Erwinia stewartii*.

ניטור: מציאת רימות בשורשי צמחים מתייבשים או מתים.

הדברה: זריעה מאוחרת באביב; מינימום עיבוד וניקיון מעשבייה; עיטוי זרעים או טיפולי הדברה עם תכשירים בפס הזריעה.

ה. שם עממי בעברית: אגרוטיס

שם עממי באנגלית: Black cutworm

שם מדעי בעברית: אגרוטיס איפסילון (פרפריים, תנשמתיים)

שם מדעי באנגלית: *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae)

תפוצה: בכל העולם, בעיקר באזורי חוף.

פונדקאים: גידולים רבים.

מורפולוגיה: אורך גוף הבוגר כ-20 מ"מ. הכנפיים שלו בצבע חום-אדמדם, במרכזן ציור הדומה לאות Y, ובשוליהן כתם שחור בצורת יתד. הביצה בצורת חצי כדור, וקוטרה כ-0.5 מ"מ. הזחל עבה, צבעו ירוק-אפור, ואורכו הסופי 40-50 מ"מ. צבע הגולם חום בהיר, ואורכו כ-30 מ"מ.



תמונות 61, 62 ו-63. בוגר, ביצים וזחלים של אגרוטיס איפסילון

מקורות: בוגר וביצים - insecta.pro/taxonomy Photo by Andrey Ponomarev
זחלים - plantsam.com/animals/agrotis-ipsilon

ביולוגיה ופנולוגיה: המזיק פעיל בכל העונות, מלבד הקיץ, ובאזור החוף הוא מקים 4-5 דורות בשנה. באביב ובסתיו נדרשים 30-40 יום להשלמת מחזור החיים. הביצים מוטלות על צמחים סמוך לקרקע, בדרך כלל בצברים קטנים במוקדים שונים בשדה. הזחלים מקצצים נבטים וצמחים צעירים, ומושכים אותם למחילות שלהם בקרקע. הזחלים פעילים בלילה ונמצאים בקרקע במשך היום. ההתגלמות נעשית בתוך תא עפר בקרקע. המזיק עלול להתבסס בשדה על גבי עשבים לפני הזריעה. נראה שמין זה נודד לאזורים קרירים בקיץ וחוזר בסתיו.

נזק: עיקר הנזק שזחלי המזיק גורמים הוא באביב ובראשית הסתיו. הזחלים חותכים את הנבטים בגובה הקרקע ומכרסמים את השורשים וחלקי צמח צעירים. בשל הטלה במוקדים ופיזור של הזחלים לצמחים סמוכים, נוצרים מוקדי נזק, שבהם נפגעים 7-9 נבטים ברצף לאורך השורה. בישראל הנזק העיקרי נגרם לתלתן, לתבואות חורף, לחמניות, לכותנה ולירקות. שדות עם קרקע כבדה, המושקים היטב ועליהם צמחה עשבייה מפותחת, הם בסיכון גבוה לנגיעות.



תמונה 64. נזק אופייני של אגרוטיס איפסילון

Photo by W.M. Hantsbarger Bugwood.org

ניטור: ניטור בוגרים בעזרת מלכודות פרומון. ניטור זחלים על פי צמחים חתוכים ומציאתם בקרקע בסמוך לגבעולי הצמחים.

הדברה: ניקוי עשבייה; פתיונות רעילים; הצנעת תכשירי הדברה בקרקע, שחלקם צריך להפעיל על ידי הרטבה.

הערה: נמלים עלולות להסב אף הן נזק לזרעים ולשתילים, בעיקר לאחר כרב פלחה.

3. שלב 2 עלים עד משפך

א. שם עממי בעברית: אתריגונה

שם עממי באנגלית: Sorghum shoot fly

שם מדעי בעברית: אתריגונה (זבובאים: זבוביים)

שם מדעי באנגלית: *Atherigona soccata* (Diptera: Muscidae)

תפוצה: בכל האזורים שאקלימם טרופי וסובטרופי, אשר מגדלים בהם סורגום.

פונדקאים: הרימות ניזונות מצמחים צעירים ממשפחת הדגניים.

מורפולוגיה: אורך גוף הבוגר 3-4 מ"מ. צבע הראש והחזה אפור. הבטן צהובה, ועל הגב יש זוג כתמים כהים בכל פרק שלה. הרגליים צהובות. הרימות לבנות, ואורכן המרבי הוא 8 מ"מ. הגולם (חביונה) חום-אדום, ואורכו 5 מ"מ.



תמונה 66. נזק טיפוס של אתריגונה
צילום: דודי שמש



תמונה 65. זבוב אתריגונה
Photo by George Goergen
IITA Insect Museum, Cotonou

ביולוגיה ופנולוגיה: הנקבות מטילות על צמחים צעירים, והרימות נוברות בקדקודי הצמיחה שלהם. המזיק פעיל בעיקר באביב (מאי ויוני) ואוכלוסייתו פוחתת בהמשך עונת הגידול. להשלמת מחזור החיים נדרשים 3-6 שבועות בישראל.

נזק: עקב כרסום הרימות בקדקוד הצומח, הוא מתנוון ומתייבש 10-14 יום לאחר נביטה (dead-heart). כתוצאה מפגיעה זו מצמיח הגבעול סעיפים משניים נמוכים ("חזירים"), ויבולם של הצמחים הנגועים נמוך עד כדי כ- 50% מזה של צמחים בלתי נגועים. הנזק העיקרי נגרם לצמחים, הנמצאים בשלב גידול מהצצה ועד שמונה עלים. בישראל הנזק העיקרי נגרם לסורגום, כיוון שמהסעיפים המשניים לא יתפתח מכבד.

ניטור: לכידת בוגרים במלכודות דבק צהובות. בדיקה לנוכחות רימות בבסיס קדקוד הצמיחה. מציאת צמחים עם קודקודים יבשים כשבועיים לאחר ההצצה.

הדברה: זריעה מוקדמת באביב מאפשרת התחמקות משיא האוכלוסייה, אך אינה יעילה לגל הצימוח השני בדו-גידול; הדברה באמצעות עיטוי זרעים או הגמעה בתכשירים סיסטמיים לפני הצצת הצמחים ולפני גרימת הנזק לקדקודי הצמיחה; ריסוס תכשירי הדברה על הצמחים.

ב. שם עממי בעברית: נובר הקנה המנוקד

שם עממי באנגלית: The spotted stem borer

שם מדעי בעברית: עשנור מנוקד (פרפראים: עשנוריים)

שם מדעי באנגלית: *Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae)

תפוצה: מזרח-מזרח אסיה עד אפגניסטן, ומסודן עד דרום אפריקה. בישראל התגלה הנובר לראשונה ביולי 2010 בחלקות סורגום ותירס בגליל המערבי. תוך שנים מעטות הוא נפוץ לכל אזורי גידול התירס מעמק החולה עד צפון הנגב.

פונדקאים: סורגום, תירס למספוא, פופקורן, תירס לגרעינים ותירס מתוק.

מורפולוגיה: הבוגרים בעלי מבנה גוף מאורך, עם כנפיים בצבע חום-צהבהב, ללא מתווה או דגם ברור. הזכרים קטנים מעט מהנקבות, וצבעם כהה יותר. הבחנינים בקדמת הראש ארוכים ושעירים. הביצים מוטלות על החלק התחתון של העלה, ליד העורק המרכזי. צבר ביצים (תטולה) מכיל 20-30 ביצים לבנות ושטוחות, המסודרות כקשקשי דג, הנראים לעתים כצמה.



תמונות 67, 68 ו-69. בוגרים וביצים של נובר הקנה המנוקד

צילום: ואלריה ספליארסקי

הזחל צהבהב או ורודד, ועל גבו כתמים גדולים וכהים בבסיס הזיפים. במרכז הפרקים הראשונים על הגב יש בדרך כלל גם כתמים בצורת משולש. הקרסים בבסיס הרגליים המדומות ערוכים בעיגול שאינו שלם. הזחלים מגיעים לגודל מרבי של כ-25 מ"מ. הקצה התחתון של הגולם אינו מחודד ויש עליו זיזים בולטים.



תמונות 70, 71 ו-72. זחלים וקצה תחתון של גולם נובר הקנה המנוקד
צילום: דוד בן-יקיר

ביולוגיה ופנולוגיה: מחזור החיים של הנובר אורך כחודש בתנאי הקיץ בישראל. הזחל מתגלם בקנה וממנו מגיחים הבוגרים. הבוגרים חיים בין שבוע לשבועיים, וכל נקבה מטילה 400-500 ביצים במהלך חייה. העשים פעילים בלילה ונמצאים במנוחה ביום. המזיק מקים 5-6 דורות בשנה. הנגיעות בשדות מתחילה באמצע מאי ונמשכת עד סוף אוקטובר. עד יולי רמת הנגיעות בצמחים נמוכה: 10%-15%, ושיא הנגיעות הוא מיולי עד סוף ספטמבר. נראה שהנובר המנוקד דוחק את הנוברים האחרים, כיוון שבשדות שהוא נמצא, נמצאים בדרך כלל מעט מאוד זחלים של נובר התירס האירופי או סזמיה. רוב הזחלים של הנובר, המגיעים לדרגת התפתחותם האחרונה, בין ספטמבר לנובמבר, אינם מתגלמים ונכנסים לתרדמת חורף.

נזק: המזיק תוקף סורגום ותירס לאחר הצצה או התחדשות (דו-גידול). זחלי המזיק מתגודדים בקבוצות ומסבים נזקים ניכרים באזורים שבהם ניזונים. הנזק העיקרי נגרם לקדקודי צמחים צעירים, שהמזיק פוגע בהתפתחותם ועלול לגרום לתמותתם. בשלב שבין המשפך ליצירת הקלח, הנזק העיקרי נגרם מנבירות בקנה, המחלישות אותו ופוגעות בצינורות ההובלה.

ניטור: את פלישת העשים לשדה ניתן לזהות באמצעות מלכודות פרומון מסחרי. יעילותן של מלכודות אלה נמוכה, ולעתים נמשכים אליהן גם עשי הליוטיס. בצמחים צעירים (4-6 עלים) מעידים בדרך כלל חורים קטנים בעלים, עיכוב בהתפתחות וסימני התייבשות - על נגיעות. לאחר יצירת הנזק עוברים הזחלים לצמחים סמוכים ונוצרת בשורת הזריעה קבוצת צמחים נמוכים שנפגעו. בצמחים שלאחר שלב המשפך, שיטת הניטור העיקרית היא

חיפוש תטולות על החלק התחתון של העלים ליד העורק המרכזי. סימני הנבירה בקנה מלווים בהפרשות יבשות ובנסורת.



תמונות 73-74. נזקי נובר הקנה המנוקד בצמחים צעירים
צילום: דוד בן-יקיר

ספ פעולה: כאשר נצפים סימני נגיעות ב-10% מהצמחים הצעירים, יש לפתוח את קדקוד הצמח הנגוע ולבחון את זהותם ואת גודלם של הזחלים: אם הזחלים בגודל בינוני (1-2 ס"מ), יש צורך ליישם טיפול הדברה.

הדברה: למזיק זה אין אויבים טבעיים יעילים בישראל. חשוב להדביר את הזחלים הצעירים לפני חדירתם לקנה. בעולם ידועות צרעות טפילות של הזחלים מהמינים *Cotesia flavipes* ו-*Cotesia sesamiae*. סילוק שאריות הצמחים מיד לאחר הקטיף יקטין את שיעור הנוברים שישלימו את מחזור החיים שלהם בשדה.

ג. שם עממי בעברית: לפיגמה

שם עממי באנגלית: Beet armyworm

שם מדעי בעברית: לפיגמה או תולעת הגדוד של הסלק (פרפריים: תנשמתיים)

שם מדעי באנגלית: *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae)

תפוצה: בכל העולם, חוץ מדרום אמריקה.

פונדקאים: הזחלים ניזונים מנבטים ומצמחים צעירים של גידולים שונים.

מורפולוגיה: אורך גוף הבוגר 12-14 מ"מ. הכנפיים בצבע חום-אפור, במרכזן כתם כתום, ושוליהן לבנים עם כתמים שחורים. הביצה בצורת חצי כדור, וקוטרה כ-0.4 מ"מ. הזחל הצעיר בצבע ירוק, ההופך ירוק-חום בהתבגרותו. זחלים, המתפתחים באוכלוסיות צפופות, כהים יותר. הגוף חלק ובצדדיו קווי אורך דקים ובהירים. אורכו הסופי של הזחל 30 מ"מ. צבע הגולם חום אדמדם ואורכו כ-15 מ"מ.



תמונות 75-76. בוגר וזחל של לפיגמה

מקור:

Photos by Merle Shepard, Gerald R. Carner, and P.A.C Ooi, Insects and their Natural Enemies
Associated with Vegetables and Soybean in Southeast Asia, Bugwood.org

ביולוגיה ופנולוגיה: המזיק פעיל כל השנה ומקים 4-5 דורות בשנה. בקיץ נדרשים כ-24 ימים להשלמת מחזור החיים. הביצים מוטלות על הצד התחתון של העלים בצברים, המכוסים בקשקשים ובשיער אפור. הזחלים הצעירים ניזונים בקבוצות במהלך היום ומשתמשים בחוטי "משי" כדי לנוע בין חלקי הצמח ובין צמחים סמוכים. הזחלים המבוגרים פעילים בלילה ונמצאים במחסה בקרקע או על הצמח במשך היום. בעת הצורך הזחלים עוברים בין הצמחים בקבוצות כחילילים, ומכאן שמם העממי. ההתגלמות נעשית בתוך תא עפר בקרקע.

נזק: הנזק העיקרי נגרם בתחילת הקיץ, ולפעמים גם בסתיו. הזחלים ניזונים מהעלים ויוצרים חורים צרים וארוכים, המקבילים לעורקים ("חלונות"). באזור החורים מוצאים הפרשות לחות של הזחלים. בנגיעות גבוהה נאכל כל העלה ונשארים רק עורקים חשופים. התפתחותם של צמחים צעירים נפגעת בצורה משמעותית. בישראל הנזק העיקרי נגרם לקטניות, לירקות ולתירס.

ניטור: ניטור בוגרים בעזרת מלכודות פרומון. ניטור זחלים על פי סימני אכילה טיפוסיים ("חלונות").

הדברה: ניקוי עשבייה; בלבול באמצעות פרומון; הדברה מקרוביאלית; עידוד אויבים טבעיים (בעיקר זבובים, פשפשים טורפים וצרעות טפיליות); פתיונות רעילים; סבונים ושמינים דוחי חרקים.

ד. שם עממי בעברית: תולעת הגדוד

שם עממי באנגלית: True armyworm

שם מדעי בעברית: תולעת גדוד (פרפריים: תנשמתיים)

שם מדעי באנגלית: *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae)

תפוצה: בכל העולם, חוץ מדרום מזרח אסיה.

פונדקאים: דגניים.

מורפולוגיה: אורך גוף הבוגר 12-14 מ"מ. הכנפיים בצבע חום בהיר-אדמדם, ובמרכזן כתם לבן קטן. הביצה בצורת כדור, וקוטרה כ-0.5 מ"מ. הזחל ירקרק-אפור, על גבו שני פסי אורך רצופים, ביניהם קו לבן מרוסק, ומשני צדי הגוף ישנם פסים כהים. הזחל הצעיר בצבע ירוק, ההופך חום-שחור בהתבגרותו. אורכו הסופי של הזחל 50 מ"מ. צבע הגולם חום-אדמדם, ואורכו כ-15 מ"מ.



תמונות 77-78. בוגר וזחל של תולעת הגדוד

מקור: Photo by John Capinera, University of Florida

בוגר - http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/true_armyworm.htm

זחל - <https://www.greencast.ae/armyworm-caterpillars>

ביולוגיה ופנולוגיה: המזיק פעיל כל השנה ומקים 3-5 דורות בשנה. בממוצע שנתי נדרשים כ-40 יום להשלמת מחזור החיים. רוב שלבי החיים פעילים בלילה. הביצים מוטלות בצברים בתוספת חומר דביק במקומות מסתור בין העלים. הזחלים הצעירים אוכלים בקבוצות במהלך היום ומשתמשים בחוטי "משי" לנוע בין חלקי הצמח ובין צמחים סמוכים. הזחלים המבוגרים פעילים בלילה ונמצאים במחסה בקרקע או על הצמח במשך היום. בעת הצורך הזחלים עוברים בין הצמחים בקבוצות כחיילים, ומכאן שמם העממי. ההתגלמות נעשית בתוך תא משי תחת עלים יבשים או בקרקע. הבוגרים נודדים בסתיו ובאביב לאזורים שתנאי האקלים בהם מתאימים יותר להתפתחותם. בישראל ישנן תנודות ניכרות ברמת האוכלוסייה משנה אחת לשנה אחרת.

נזק: הנזק לתירס נגרם במשך כל עונת הגידול. הזחל מכרסם בעלים ויוצר מפרצים מכיוון שולי העלים למרכזם. הזחל עלול להסב נזק גם לתפוחית הזכרית ול"משי" באשכולים. בדרך כלל אוכלוסיית המזיק בשדות התירס נמוכה, ואינה מצדיקה טיפול, אך בנגיעות גבוהה התפתחות הצמחים נפגעת בצורה משמעותית.

ניטור: ניטור בוגרים בעזרת מלכודות פרומון או מלכודות אור; ניטור זחלים על פי סימני אכילה טיפוסיים; ניטור בשחר או בדמדומים למציאת הזחלים.

הדברה: ניקוי עשבייה; הדברה מקרוביאלית; שמנים אתריים רעילים או דוחים; נוכחות מזיק זה מעודדת פעילות של אויבים טבעיים (בעיקר זבובים ופשפשים טורפים וצרעות טפיליות) התוקפים גם מזיקים קשים יותר.

ה. שם עממי בעברית: פרודניה

שם עממי באנגלית: Egyptian cotton leaf worm

שם מדעי בעברית: פרודנית השדות (פרפריים: תנשמתיים)

שם מדעי באנגלית: *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae)

תפוצה: אפריקה ואגן הים התיכון.

פונדקאים: רב-פונדקאים, בעדיפות לצמחי שלחין (מספוא, כותנה, דשא, ירקות, פרחים ועצי פרי נשירים).

מורפולוגיה: אורך גוף הבוגר 14-18 מ"מ. הכנפיים בצבע חום כהה עם קווים ופסים בהירים. הביצה בצורת כדור, וקוטרה כ-1 מ"מ. לזחלים מופעים מגוונים של צורות וצבעים. הזחל הצעיר בצבע ירוק בהיר, ההופך בהתבגרותו לירוק כהה, אדמדם או שחור. בכל פרק של הבטן יש בחלק העליון כתם שחור, ובפרק הראשון והשמיני נראה משולש שחור בולט. בדרך כלל יש לזחל קווי אורך בהירים. אורכו הסופי של הזחל הוא 40 מ"מ. צבע הגולם חום-אדמדם, ואורכו כ-20 מ"מ.



תמונות 79, 80 ו-81. ביצים לפני בקיעה, בוגר וזחל של פרודנית השדות

מקור:

Photos by Maarten van Merriënboer/PPS, Aalsmeer, Netherlands; Biologische Bundesanstalt, Dossenheim, Germany; Khalid Hamadah.

ביולוגיה ופנולוגיה: המזיק פעיל כל השנה ומקים 7-8 דורות בשנה. בשדות התירס המזיק פעיל מחודש יוני ועד סוף הסתיו. בתקופה זאת נדרשים כ-28 ימים להשלמת מחזור החיים. הביצים מוטלות בצברים והן מכוסות שערות בצבע חום בהיר. ההטלה היא בעיקר בחלק התחתון של הצמח ובצד התחתון של העלים. זחלים צעירים חיים בקבוצות ומכרסמים את העלה בצדו התחתון עד להיווצרות "חלונות". הזחלים הבוגרים חיים כבודדים ומכרסמים את כל העלה עד עורקיו. ההתגלמות נעשית תחת עלים יבשים או בקרקע.

נזק: הנזק לתירס נגרם במשך כל עונת הגידול. הפגיעה העיקרית היא אכילת העלים הפוגעת במיוחד בהתפתחות צמחים צעירים. בדרך כלל אוכלוסיית המזיק בשדות התירס נמוכה ואינה מצדיקה טיפול, אך בנגיעות גבוהה הנזק עלול להיות משמעותי.

ניטור: ניטור בוגרים בעזרת מלכודות פרומון או מלכודות אור; ניטור זחלים על פי סימני אכילה טיפוסיים; הפרשותיהם של הזחלים נראות ככדוריות שחורות זעירות.

הדברה: למזיק זה יש אויבים טבעיים רבים בישראל, וניתן להדביר אותו בהדברה מקרוביאלית.

- ו. שם עממי בעברית: סזמיה, נובר התירס הים-תיכוני, נובר התירס הוורוד
שם עממי באנגלית: Mediterranean corn stalk borer; The pink stalk borer
שם מדעי בעברית: סזמית התירס (פרפראים: תנשמתיים)
שם מדעי באנגלית: *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae)

תפוצה: אגן הים התיכון, מזרח אפריקה ומערב אפריקה.

פונדקאים: המזיק תוקף את כל מיני התירס בכל שלבי התפתחותם.

מורפולוגיה: הבוגרים בעלי מבנה גוף מאורך עם כנפיים בצבע חום-צהבהב, כשבשפת הכנף האחורית פס ונקודות כהות. אורך הבוגרים כ-25 מ"מ. המחושם של הזכר עבים יותר מאלה של הנקבה.



תמונות 82-83. בוגרים של סזמיה (מימין: זכר, משמאל: נקבה)

מקור:

<https://antropocene.it/en/2019/09/13/sesamia-nonagrioides> זכר -

http://www.lepiforum.de/webbbs/images/f1_2010/pic37936.jpg נקבה -

ביצי הסזמיה עגולות ומוטלות בצברים של 10-30 ביצים תחת הנדן של העלה. צבע גופו של הזחל הצעיר ורדרד, ללא כתמים וזיפים גדולים כמו אצל זחל בוגר. הקרסים בבסיס הרגליים המדומות ערוכים בקשת כחצי עיגול. הזחלים מגיעים לגודל מרבי של כ-35 מ"מ. הגולם בצבע חום אדום ואורכו כ-20 מ"מ. הקצה התחתון של הגולם מחודד וחלק.



תמונות 84, 85 ו-86. ביצים זחל וגולם של סזמיה

מקור: צילום ביצים: ונציה מלמד-מדג'ר

http://www.pyrgus.de/Sesamia_nonagrioides_en.html צילום: זחל וגולם -

ביולוגיה ופנולוגיה: מחזור חיי הסזמיה אורך כ-40 יום מביצה לבוגר, והיא מקימה 3-4 דורות בעונת הגידול של דגני הקיץ. המזיק תוקף את כל סוגי התירס בכל שלבי ההתפתחות. הדור הראשון מתפתח בחודש מרס, ושיא האוכלוסייה הוא מסוף יוני עד אוגוסט. רוב הזחלים של הסזמיה שמגיעים לדרגת התפתחותם האחרונה בין ספטמבר לנובמבר, אינם מתגלמים ונכנסים לתרדמת חורף. המזיק נפוץ בארץ בעיקר דרומית לקו אשדוד.

נזק: המזיק תוקף בעיקר צמחי תירס בכל שלבי ההתפתחות. זחלי המזיק מתגודדים בקבוצות המסבות נזק ניכר באזורי ההזנה. הנזק העיקרי נגרם לקדקודי צמחים צעירים ומתבטא בפגיעה בהתפתחות עד כדי מוות. בשלב שבין המשפך ליצירת הקלח נגרם נזק המתבטא בעיקר בבבירות בקנה, המחלישות אותו ופוגעות בצינורות ההובלה. בזמן התפתחות הקלח המזיק חודר לקלחים (בדרך כלל מבסיס הקלח) ומסב נזקים לגרגירים ול"ידית" (בסיס הקלח). כאשר הצמחים נשארים להתייבש בשדה (תירס לגרעינים ופופקורן), נזק רב נגרם מהדור שהתפתח והגיע בשדה עצמו.

ניטור: את פלישת העשים לשדה ניתן לזהות באמצעות מלכודות עם פרומון מסחרי. יעילותן של מלכודות אלה לגילוי פלישת המזיק היא נמוכה, אך הן יעילות לאבחון גיחת בוגרים בשדה עצמו. חורים קטנים בעלים, עיכוב בהתפתחות והתייבשות קדקודי הצמיחה מעידים בדרך כלל על נגיעות. בצמחים הנמצאים לאחר שלב המשפך, שיטת הניטור העיקרית היא חיפוש נסורת לחה המעידה על מקום החדירה לקנה, בדרך כלל בבסיס העלים על הקנה.



תמונה 87. נסורת לחה המעידה על מקום החדירה של זחל הסזמיה לקנה

מקור: http://www.pyrgus.de/Sesamia_nonagrioides_en.html

הדברה: שיבוש התקשורת המינית של המזיק על ידי בלבול באמצעות פרומון. למזיק זה אין אויבים טבעיים יעילים בישראל. חשוב להדביר את הזחלים הצעירים לפני חדירתם לקנה או לקלח.

ז. שם עממי בעברית: סזמיה

שם עממי באנגלית: Sorghum stem borer; Greater sugarcane borer

שם מדעי בעברית: סזמית הסורגום (פרפראים: תנשמתיים).

שם מדעי באנגלית: *Sesamia cretica* (Lepidoptera: Noctuidae)

תפוצה: אגן הים התיכון, מזרח אפריקה, המזרח התיכון, פקיסטן והודו.

פונדקאים: מיני דגניים וקנה סוכר.

מורפולוגיה: הבוגרים בעלי מבנה גוף מאורך וכנפיים בצבע חום-צהבהב ונקודות קטנות כהות. אורך הבוגרים כ-15 מ"מ. ביצי הסזמיה עגולות ומוטלות בצברים של 10-30 ביצים תחת הנדן של העלה. צבע גופו של הזחל ורדרד ולאורך גבו עובר פס כהה; הוא חסר כתמים או זיפים גדולים. הזחלים מגיעים לגודל מרבי של כ-33 מ"מ. הגולם בצבע חום בהיר, ואורכו כ-20 מ"מ.



תמונות 88-89. בוגר וזחל של סזמית הסורגום

מקורות: בוגר - http://www.lepiforum.de/webbbs/media/forum_2_2013/6/6556_1.jpg
זחל - http://www.pyrgus.de/Sesamia_cretica_en.html

ביולוגיה ופנולוגיה: מחזור חיי הסזמיה (מביצה לבוגר) בקיץ נמשך כ-45 יום, והיא מקימה 3-4 דורות בעונת הגידול של דגני הקיץ. בישראל המזיק תוקף בעיקר צמחי סורגום צעירים, אך בשנים האחרונות תפוצתו של המזיק נמוכה עקב צמצום שטחי הסורגום. מרבית זחלי הסזמיה, המגיעים לדרגת ההתפתחות האחרונה בין ספטמבר לנובמבר, אינם מתגלמים ונכנסים לתרדמת חורף.

נזק: המזיק תוקף צמחי סורגום בכל שלבי התפתחותם, אך במיוחד צמחים צעירים בתחילת המחזור השני בסורגום דו-קצירי. הזחלים הצעירים ניזונים מהעלים ויוצרים בהם "חלונות". הנזק העיקרי נגרם לקדקודי צמחים צעירים, הנפגעים בהתפתחותם ועלולים למות. בשלב מאוחר יותר של התפתחות הצמח מסב המזיק נזק לתפרחות ולגרגירים.

ניטור: את פלישת העשים לשדה ניתן לזהות באמצעות מלכודות אור או באמצעות מלכודות פרומון. חורים קטנים ו"חלונות" בעלים, עיכוב בהתפתחות והתייבשות קודקודי צמיחה - מעידים בדרך כלל על נגיעות. בצמחים לאחר שלב המשפך שיטת הניטור העיקרית היא חיפוש נסורת לחה, המעידה על מקום החדירה לקנה, בדרך כלל בבסיס העלים על הקנה.

הדברה: שיבוש התקשורת המינית של המזיק על ידי בלבול באמצעות הפרומון. למזיק יש טפילי ביצים וזחלים וכן טורפים שונים, אך השפעתם בישראל מוגבלת. חשוב להדביר את הזחלים הצעירים לפני חדירתם לקנה או לקלח.

ח. שם עממי בעברית: הנובר המזרחי

שם עממי באנגלית: The rice stem borer

שם מדעי בעברית: עשנור מזרחי (פרפראים: עשנוריים)

שם מדעי באנגלית: Chilo agamemnon (Lepidoptera: Crambidae)

תפוצה: מזרח תיכון, מזרח אפריקה, ספרד.

פונדקאים: תירס, אורז וקנה סוכר.

מורפולוגיה: הבוגרים בעלי מבנה גוף מאורך עם כנפיים בצבע חום צהבהב ללא מתווה או דגם ברור. אורך גופו של הבוגר כ-10 מ"מ. הבחנינים בקדמת הראש ארוכים ושעירים. הביצים מוטלות על החלק התחתון של העלה, ליד העורק המרכזי. צבר ביצים (טטולה) מכיל 20-30 ביצים לבנות ושטוחות, המסודרות כקשקשי דג. צבע גופו של הזחל חום-אפור עם שני פסי אורך, ואורכו המרבי כ-22 מ"מ.



תמונה 90. בוגר של הנובר המזרחי

מקור: <https://www.seip-eg.com/2019/04/purple-line-borer-of-sugar-cane.html>

ביולוגיה ופנולוגיה: מחזור החיים של הנובר אורך כחודש בתנאי הקיץ בישראל. הזחל מתגלם בקנה והבוגרים מגיחים משם. המזיק מקים 5-6 דורות בשנה. הנגיעות בשדות מתחילה באמצע מאי ונמשכת עד סוף אוקטובר. מרבית הזחלים של הנובר, המגיעים לדרגת ההתפתחות האחרונה בין ספטמבר לנובמבר, אינם מתגלמים אלא נכנסים לתרדמת חורף.

נזק: המזיק תוקף תירס בדומה לנובר המנוקד. הזחלים נוברים בקנה סביב המפרקים וגורמים להחלשתו ושבירתו. בישראל, אוכלוסייתו של מזיק זה קטנה מאוד ב-40 השנים האחרונות.

ניטור: את פלישת העשים לשדה ניתן לזהות באמצעות מלכודות אור. חורים קטנים בעלים, עיכוב בהתפתחות והתייבשות מעידים בדרך כלל על נגיעות. בצמחים, הנמצאים לאחר שלב המשפך, שיטת הניטור העיקרית היא חיפוש תטולות על החלק התחתון של העלים ליד העורק המרכזי.

הדברה: למזיק זה אין אויבים טבעיים יעילים בישראל. חשוב להדביר את הזחלים הצעירים לפני חדירתם לקנה או לקלח. במצרים יש צרעות טפילות הפוגעות בביצים ובזחלים. סילוק שאריות הצמחים מיד לאחר הקטיפה יקטין את שיעור הנוברים שישלימו את מחזור החיים שלהם בשדה.

ט. **שם עממי בעברית:** כנימת עלי התירס

שם עממי באנגלית: Corn leaf aphid

שם מדעי בעברית: כנימת עלה התירס (פשפשאים: כנימות העלה)

שם מדעי באנגלית: *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphidoidea)

תפוצה: כלל עולמי.

פונדקאים: דגניים.

מורפולוגיה: גוף הנקבות ללא כנפיים, וצבעו ירוק-כחלחל. הצינוריות והרגליים שחורות, ואורכן כ-2 מ"מ. הדרגות הצעירות נראות כמו הבוגרים, אך קטנות יותר. לכנימות בעלות כנפיים (מהגרות) יש ראש וחזה שחורים.



תמונה 91. אוכלוסייה של כנימת עלי התירס

מקור: [https://www.nbair.res.in/Databases/Aphids/images/Rhopalosiphummaidis/Rhopalosiphummaidis%20\(8\).jpg](https://www.nbair.res.in/Databases/Aphids/images/Rhopalosiphummaidis/Rhopalosiphummaidis%20(8).jpg)

ביולוגיה ופנולוגיה: הכנימות מתרבות ברבייה אל-מינית כל השנה, ושיא האוכלוסייה בסתיו. קצב הריבוי מהיר, ומחזור החיים נמשך כ-14 יום בסתיו. באביב אוכלוסיית הכנימות נמוכה יחסית עקב אירועי שרב. בקיץ, באזורים שבהם הלחות נמוכה, המזיק נכנס למעין "תרדמה" בין עלי הצמחים.

נזק: הכנימות מוצצות את עלי התירס, את התפרחת הזכרית ואת המשי, ופוגעות בהתפתחות הצמח. הן מפרישות טל דבש, שעליו מתפתחות פטריות הגורמות לפיחת. כתמי פיחת על הקלחים עלולים לפסול את התוצרת המיועדת לשיווק הטרי. הפגיעה של העלים מאכילת הכנימות מעודדת חדירה של חיידקים למערכת ההובלה של הצמח. חיידקים אלה גורמים לריקבון בבסיס העלים או האשבולים הנגועים. ריקבונות אלה שכיחים יותר בשדות המושקים במי קולחין באמצעות קונוע. כנימות אלה מעבירות את מחלת **וירוס גימרון המוזיאקה של התירס** (ראה בפרק מחלות בתירס). ניטור: לכידת הכנימות המהגרות (בעלות הכנפיים) באמצעות מלכודות מים צהובות, המונחות על הקרקע; מציאת כנימות, פיחת וריקבון בבסיס העלים.

הדברה: למזיק זה יש טורפים וטפילים בישראל. חשוב להדביר את הכנימות בשלב מוקדם (שליפת התפרחת הזכרית) לפני יצירת פיחת וריקבון. ישנם זני דגנים העמידים למזיק ולמחלות שהכנימה מעבירה.

י. שם עממי בעברית: ציקדה חומה

שם עממי באנגלית: Small brown planthopper

שם מדעי בעברית: ציקדה חומה (אחידי כנף: עפרוניתיים)

שם מדעי באנגלית: *Laodilphax striatellus* (Homoptera: Araeopidae)

תפוצה: אגן הים התיכון, אירופה ואסיה.

פונדקאים: דגניים.

מורפולוגיה: הגוף צר, צבעו חום ואורכו כ-2 מ"מ. החלק העליון של החזה שחור. הכנפיים שקופות ובולטות מעבר לקצה הגוף. כתם שחור מופיע בשוליים העליונים של הכנף הקדמית.



תמונה 92. הציקדה החומה

מקור: <https://www.flickr.com/photos/fturmog/23000723011>

ביולוגיה ופנולוגיה: פעילה על עשבייה כל השנה. שיא האוכלוסייה באביב ובתחילת הקיץ. הציקדה פולשת אל שדות התירס לאחר התייבשות דגני החורף באביב, ומוצצת את נוזל השיפה. בישראל מקים המזיק 8 דורות בשנה.

נזק: מציצת השיפה גורמת להיחלשות הצמח ולהצהבתו. באוכלוסיות גבוהות מופיעה פייחת על הצמחים. הציקדה מעבירה את **וירוס הגימדון המחספס** (ראה פרק מחלות בתירס).

ניטור: באמצעות מלכודות מים או מלכודת דבק צהובות, וכן באמצעות זיהוי הציקדות, הכתמים הצהובים והפייחת שהן יוצרות על העלים.

הדברה: יש צורך בטיפולי הדברה בהתאם לסיכון להעברת מחלת נגיף הגימדון המחספס.

יא. שם עממי בעברית: ציקדה ירוקה

שם עממי באנגלית: Cotton jassid

שם מדעי בעברית: ציקדית ירוקה (אחידי כנף: ציקדיתיים)

שם מדעי באנגלית: *Jacobiasca lybica* (Homoptera: Cicadellidae)

תפוצה: אגן הים התיכון, המזרח התיכון, אפריקה, הודו, דרום אמריקה.

פונדקאים: רב-פונדקאים, המעדיף סולניים.

מורפולוגיה: הגוף צר, בצבע ירוק בהיר, ואורכו כ-3 מ"מ. הכנפיים בולטות מעבר לקצה הגוף.



תמונה 93. ציקדית ירוקה

צילום: עמיר וינשטיין

ביולוגיה ופנולוגיה: פעילה בכל עונת הגידול. מוצצת בצדם התחתון של העלים.

נזק: המזיק פוגע בצמחים רבים, בעיקר ממשפחת הסולניים והשפתניים. בתירס הנזק הכלכלי נדיר.

ניטור: לכידת הציקדות באמצעות מלכודות מים צהובות המונחות על הקרקע, ובאמצעות זיהוי הציקדות והכתמים הבהירים שהן יוצרות על העלים.

הדברה: למזיק זה יש טורפים וטפילים בישראל. פטריות אנטומופיתוגניות תוקפות את המזיק בלחות גבוהה. בדרך כלל אין צורך בטיפול הדברה.

יב. שם עממי בעברית: ציקדה

שם עממי באנגלית: Cicada

שם מדעי בעברית: ציקדית התירס (אחידי כנף: ציקדיתיים)

שם מדעי באנגלית: Erythroneura coacta (Homoptera: Cicadellidae)

תפוצה: המזרח התיכון, אירן, דרום רוסיה ואוקראינה.

פונדקאים: דגניים.

מורפולוגיה: הגוף צר, ואורכו כ-3 מ"מ. הראש והחזה בצבע ירוק בהיר עם עיטור אפור. הצד העליון של הבטן אפור מבריק, ועליו פסי רוחב צהובים. הכנפיים שקופות.

ביולוגיה ופנולוגיה: פעילה בכל עונת הגידול. מוצצת בצדם התחתון של העלים. נפוצה בעיקר במישור החוף ובצפון הארץ.

נזק: הנזק הכלכלי נדיר, ובדרך כלל אין צורך בטיפול הדברה.

ניטור: זיהוי כתמים צהובים וציקדות בצדם התחתון של העלים הנמוכים.

יג. שם עממי בעברית: אקריות קורים

שם עממי באנגלית: Two spotted spider mite, Carmine spider mite

שם מדעי בעברית: אקרית צהובה, אקרית אדומה (אקריות: אקריות אדומות)

שם מדעי באנגלית: Tetranychus urticae, T. (Acari: Tetranychidae) cinnabarinus

תפוצה: כלל עולמית.

פונדקאים: רב-פונדקאים.

מורפולוגיה: הזחל לבן ובעל 3 זוגות רגליים. לנימפות ולבוגרים 4 זוגות רגליים. אורך גוף הבוגר כ-1 מ"מ. לבוגר האקרית הצהובה גוף בצורת ביצה בצבע צהוב-ירקרק, ועל הגב שני כתמים כהים. הבוגרת של האקרית האדומה דומה לאקרית הצהובה, אך צבעה אדום כהה.



תמונה 94. ביצה, זחל ובוגר של האקרית הצהובה

מקור: <https://biobee.co.il>

ביולוגיה ופנולוגיה: אוכלוסיות גדולות מהגרות לשדות תירס לאחר התייבשותם של הגידולים הסמוכים, בעיקר ממשפחת הדלועיים. הבוגרת מטילה ביצים על צדו התחתון של העלה. האקריות ניזונות מתוכן התאים של העלים. פעילותן נמשכת במהלך כל עונת הגידול, אך בעיקר בתקופות יבשות. הן מייצרות "אוהל" קורים, המגן על המושבה שלהן. התנאים המיטביים להתפתחותן הם טמפרטורה גבוהה ולחות נמוכה; וכששוררים תנאים מיטביים אלה הן משלימות מחזור חיים תוך 7 עד 14 יום.

נזק: ברמות נגיעות גבוהות עלולות האקריות לגרום להתייבשותם של העלים ולתמותת צמחים.

ניטור: זיהוי אזורים צהובים, קורים ואקריות בצד התחתון של העלים.

הדברה: השקיה על נוף הצמחים מקשה על התפתחות האקריות. יש להן הרבה אויבים טבעיים יעילים, שבדרך כלל פעילים בשדה, ולכן כדאי להימנע ככל האפשר מהשימוש בתכשירי ההדברה הפוגעים בפעילות האויבים הטבעיים.

י. שם עממי בעברית: קרדית החיטה

שם עממי באנגלית: Wheat curl mite

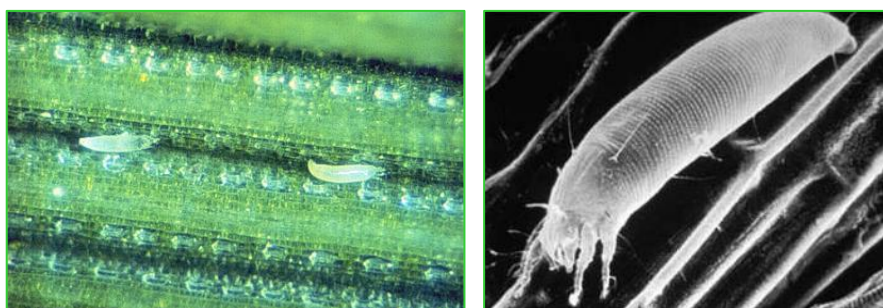
שם מדעי בעברית: קרדית החיטה (אקריות: אריופידים)

שם מדעי באנגלית: *Aceria tosichella* (Acari: Eriophyidae)

תפוצה: מזרח תיכון, אירופה, אסיה, אמריקה, אוסטרליה.

פונדקאים: דגניים.

מורפולוגיה: לקרדית גוף גלילי לבן ורך, שאורכו כ-0.2 מ"מ. גפי הפה והרגליים מרוכזים בקצה הקדמי של הגוף.



תמונות 95-96. קרדית החיטה

מקורות:

https://www.manualfitosanitario.com/data/articulos/1145_front.jpg - צילום תמונה 95
<https://www.plantmanagementnetwork.org/elements/view.aspx?ID=2215h> - צילום תמונה 96

ביולוגיה ופנולוגיה: הקרדית עוברת מעשביית הבר לשדות התירס באמצעות הרוח. הקרדיות מתפתחות בקדקודי הצמיחה או בחריצים שעל גבי העלים. מחזור החיים נמשך כשבועיים ב-25 מ"צ, ולכן נבנות אוכלוסיות גדולות של המזיק תוך זמן קצר. הקרדיות נודדות על גבי הצמח וניזונות ממוהל התאים.

זק: הנזק העיקרי נגרם מהעברת **וירוס המישורים הגבוהים** HPV (ראה פרק מחלות בתירס). ברמות נגיעות גבוהות עלולות הקרדיות לגרום להצהבות ולהתייבשות עלים.

ביטור: גילוי פסי הצהבות על העלים וזיהוי הקרדית (דורש סטאריו מיקרוסקופ).

הדברה: ניקיון מעשבים המשמשים מאגר לקרדיות ולווירוס שהן מעבירות; טיפולי הדברה במטרה למנוע התבססות של הקרדיות והעברת הווירוס.

4. שלב משפך עד קטיף

א. שם עממי בעברית: נובר התירס האירופי

שם עממי באנגלית: The European corn borer

שם מדעי בעברית: עשנור התירס (פרפראים: עשנוריים)

שם מדעי באנגלית: *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae)

תפוצה: אירופה, צפון אמריקה, צפון אפריקה ומרכז אסיה. בישראל מוכר המזיק מתחילת המאה העשרים. הוא פעיל בעיקר בצפון הארץ ובמישור החוף.

פונדקאים: המזיק תוקף תירס מספוא ותירס מתוק משלב המשפך ועד סוף תקופת הגידול.

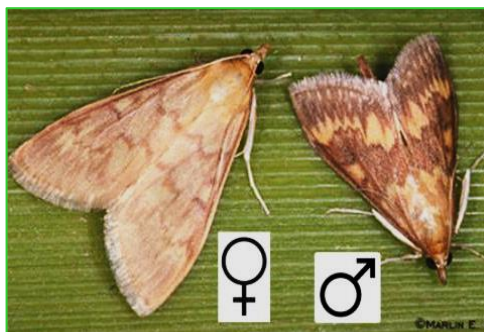
מורפולוגיה: צבע גופו של הזחל לבן או אפור, ועל גבו כתמים כהים. הזיפים מסודרים כפינות טרפז בכל פרק. על הגב במרכז הפרק הראשון יש בדרך כלל לוחית כהה. הקרסים בבסיס הרגליים המדומות ערוכים בעיגול שלם, שבמרכזו נקודה כהה. הזחלים מגיעים לגודל מרבי של כ-25 מ"מ. הקצה התחתון של הגולם מחודד וחלק.



תמונות 97-98. זחל וגולם של הנובר האירופי

התמונות באדיבותו של Marlin E. Rice, Iowa, USA

הבוגרים בעלי מבנה גוף משולש עם כנפיים בצבע חום-צהבהב ופסים גליים כהים יותר. הזכרים קטנים מעט מהנקבות, צבעם כהה יותר, וקצה הבטן שלהם בולט מעבר לשפה האחורית של הכנפיים. הבחנינים בקדמת הראש דקים וללא זיפים.



תמונות 99-100. בוגרים ותטולת ביצים של הנובר האירופי

התמונות באדיבותו של Marlin E. Rice, Iowa, USA

הביצים מוטלות על החלק התחתון של העלה ליד העורק המרכזי. צבר ביצים (תטולה) מכיל 10-30 ביצים לבנות שטוחות, המסודרות בקשקשי דג, ונראה ככתם חלב.

ביולוגיה ופנולוגיה: מחזור החיים של הנובר אורך כחודש בתנאי הקיץ בישראל. הזחל מתגלם בקנה, וממנו מגיחים הבוגרים. הבוגרים חיים בין שבוע לשבועיים, וכל נקבה מטילה 400-500 ביצים במהלך חייה. העשים פעילים בלילה, ובמהלך היום הם שוהים במנוחה בשדות הסמוכים לשדות תירס. המזיק מטיל על צמחי תירס משלב המשפך בלבד, ובדרך כלל הוא משלים רק דור אחד באותה חלקה. המזיק מקים 5-6 דורות בשנה. הנגיעות בשדות מתחילה באמצע מאי ונמשכת עד סוף אוקטובר. רמת הנגיעות ושרידות הנוברים עולה בהדרגה במהלך עונת הגידול. בשנים האחרונות אוכלוסיות הנובר האירופי פחתו עקב תחרות עם הנובר המנוקד. מרבית זחלי הנובר, המגיעים לדרגת התפתחותם האחרונה בין ספטמבר לנובמבר, אינם מתגלמים ונכנסים לתרדמת חורף.

נזק: זחלי המזיק נוברים כבודדים באזורי אכילתם. בשלב שבין המשפך ליצירת הקלח, הנזק העיקרי נגרם מנבירות בקנה ומשבירה של מכבד התפרחת הזכרית. בזמן התפתחות הקלח המזיק מסב נזקים לגרגירים ולשזרה. בדרך כלל הזחלים חוודרים לקלח דרך המשי או עלי העטיף.



תמונות 101, 102 ו-103. נזקי הנובר האירופי בתירס

צילום: דוד בן-יקיר

ניטור: את פלישת העשים לשדה ניתן לזהות באמצעות מלכודות אור ומלכודות פרומון. בתנאי ישראל הפרומון מסחרי (Z זן) אינו יעיל לניטור הבוגרים. בשלב המשפך אפשר למצוא חורי חדירה של הזחלים בעלים. לאחר שלב המשפך מחפשים תטולות על החלק התחתון של העלים, ליד העורק המרכזי, בעיקר באזור הקלח. זחלים שחדרו לקנה ניתן לזהות באמצעות נסורת יבשה, שהם מוציאים דרך חור החדירה, הנמצא בדרך כלל בבסיס העלה. בשטח גידול של 100-200 דונם מקובל לבדוק 4 מקטעים של 25 צמחים באזורים שונים של השדה.



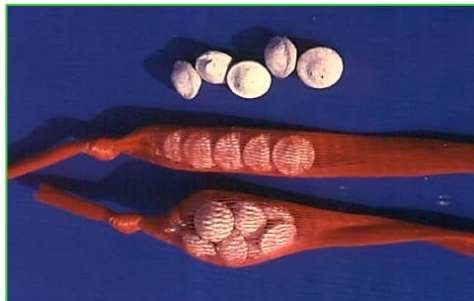
תמונה 104. נסורת יבשה המעידה על מקום החדירה של זחל הנובר האירופי לקנה

צילום: דוד בן-יקיר

סף פעולה: עד הופעת המשי מקובל להתחיל בהדברה כאשר 25% מהצמחים מראים סימני נגיעות. בשלב התפתחות הקלח מקובל להתחיל בהדברה כאשר 5% מהצמחים מראים סימני נגיעות באזור הקלח.

הדברה: הדברה כימית יעילה הושגה באמצעות תכשירים מגורענים, המצטברים בבסיסי העלים, שבהם נמצאים הזחלים הצעירים. חשוב להדביר את הזחלים הצעירים לפני

חדירתם לקנה או לקלח. סילוק שאריות הצמחים מיד לאחר הקטיפ יקטין את שיעור הנוברים שישלימו את מחזור החיים שלהם בשדה. למזיק זה אין אויבים טבעיים יעילים בישראל. הדברה באמצעות צרעות טפיליות של הביצים מהמין *Trichogramma brassica* נבחנה בהצלחה בתנאי השדה בישראל. קפסולות המכילות 500 גלמים שנשמרו בקירור פוזרו בשדה לקראת גל ההטלות השני של הנובר. הקושי בשמירת הקפסולות בקירור ופיזורן בשדה במועד מדויק הקשו על הפצת השימוש באמצעי זה. הגנה חלקית על אזור הקלח הושגה באמצעות שימוש בפטריות ובנמטודות תוקפות חרקים.



תמונה 105. קפסולות עם גלמים של צרעות הטפילות לביצי הנובר האירופי

צילום: דוד בן-יקיר

ב. שם עממי בעברית: נובר הקנה המנוקד

ביולוגיה ופנולוגיה: בשנים האחרונות הנובר המנוקד דוחק את נובר התירס האירופי כמזיק העיקרי, גם בתקופת התפתחות האשכול. בתקופה זו רוב ההטלות נעשות על עלים הסמוכים לקלחים.

נזק: בתקופת התפתחות הקלח, המזיק חודר אליו דרך המשי ועלי העטיף או ישירות מהקנה למרכז הקלח. הוא מסב נזקים לגרגירים ולשזרה, הדומים לאלה שגורם הנובר האירופי.



תמונות 106-107. זחלים של נובר הקנה המנוקד בקלחי תירס

צילום: דוד בן-יקיר

ג. שם עממי בעברית: הליוטיס

שם עממי באנגלית: Cotton bollworm, Corn earworm

שם מדעי בעברית: תנשמית האביב (פרפראים: תנשמתיים)

שם מדעי באנגלית: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)

תפוצה: אגן הים התיכון, דרום אירופה, אפריקה, אסיה ודרום אמריקה.

פונדקאים: רב-פונדקאים, המעדיף תירס, כותנה וירקות בשדות פתוחים.

מורפולוגיה: צבע הגוף והכנפיים של העש הוא חום בהיר, ובשולי הכנפיים כתמים כהים יותר. אורכו של ההליוטיס כ-15 מ"מ. בשלב הזחל הצעיר יש שונות מורפולוגית גבוהה, המושפעת ממזונו. הזחלים המבוגרים בדרך כלל ירוקים, ועל הגב ובצדי הגוף פסי אורך כהים. הזחלים מגיעים לגודל מרבי של כ-40 מ"מ.

ביולוגיה ופנולוגיה: בישראל המזיק עובר תרדמת חורף פקולטיבית בשלב הגולם בין חודש נובמבר למרס. העשים פעילים בלילה, ויש להם כושר נדידה טוב מאוד (הם נישאים גם ברוחות מצויות). הביצים מוטלות בבודדות על הצמח או על הקרקע. ההטלה בתירס מתחילה עם הופעת המכבדים. זחלים צעירים ניזונים מהעלים ומהתפרחת הזכרית, ולאחר מכן חוזרים לקלח. זחלים מבוגרים חיים על הצמח כיחידים, ויש להם נטייה לקניבליזם. ההתגלמות נעשית בקרקע. בקיץ נמשכת התפתחות דור כ-4-6 שבועות, והמזיק מקים 4 דורות במהלך עונת גידול התירס.



תמונות 108-109. עש זחל צעיר של הליוטיס

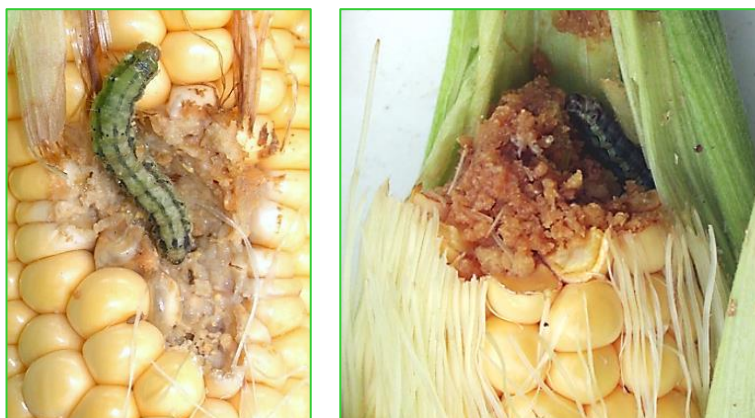
מקור תמונה 108 - <http://tlh.semiochemicals.net/pheromone-lures-and-attractants/agricultural>

pest/sex-pheromone-lure-for-helicoverpa-armigera-in.html

צילום תמונה 109: דוד בן-יקיר

בזק: הזחלים ניזונים בדרך כלל רק בקצה העליון של הקלח, ולכן הנזק הנגרם לקלחים המיועדים לתעשייה או לשיווק טרי במגשיות, הוא זניח מכיוון שקצות הקלחים מקוצצים

ממילא. במקרים ספורים אוכלוסיות ההליוטיס גדולות מאוד, והזחלים הרבים הנוברים בגוף הקלח, גורמים נזק מסחרי.



תמונות 110-111. נזקים של זחלי הליוטיס לקצה הקלח ולגוף הקלח

צילום: דוד בן-יקיר

ניטור: את פלישת העשים לשדה ניתן לזהות באמצעות מלכודות אור או מלכודות פרומון. בתחילת הנגיעות ניתן למצוא את הזחלים הצעירים במכבדים. בהמשך צריך לבדוק במשי את שכיחות הצמחים הנגועים ומספר הזחלים החיים לקלח. בנגיעות גבוהה ניתן למצוא ביצים במשי ועל עלי העטיף של הקלח.

הדברה: בישראל, בשדות התירס ישנם אויבים טבעיים של המזיק (בעיקר צרעות טפיליות ופשפשים טורפים) שמפחיתים את האוכלוסייה שלו בקלחים בצורה משמעותית. לכן כדאי לא לטפל בתכשירי הדברה שפוגעים באויבים הטבעיים. יש צורך בטיפול הדברה כאשר מוצאים באזור המשי יותר מזחל אחד חי לקלח ב-12% מהאשכולים.

ד. שם עממי בעברית: מודד המשי

שם עממי באנגלית: Double-striped pug

שם מדעי בעברית: מודד החמניות (פרפראים: מודדיים)

שם מדעי באנגלית: *Gymnoscelis rufifasciata* (Lepidoptera: Geometridae)

תפוצה: אגן הים התיכון, אירופה, מרכז אסיה וצפון אמריקה.

פונדקאים: רב פונדקאי עם העדפה לצמחים פורחים.

מורפולוגיה: צבע הגוף של העש והכנפיים הקדמיות חום-אדום עם שני פסים רחבים וכהים לרוחב הכנפיים ואורכו כ-10 מ"מ. הזחל בצבע ירוק או אדמדם עם פס חום רחב בולט על גבו. הזחלים מגיעים לגודל מרבי של כ-15 מ"מ.



תמונות 112-113. בוגר זחל של מודד המשי

Photo by Tom Tams and Heiner Ziegler

ביולוגיה ופנולוגיה: הבוגרים עפים בלילה ופעילים במשך כל עונת הגידול. הביצים אדמדמות מוטלות על העלה. ההטלה בתירס מתחילה עם הופעת המכבדים. הזחלים ניזונים מהמשי והאבקה. אם מתרחשת התגלמות לפני הקטיפה היא באזור המשי. דור נמשך כ-4 שבועות והמזיק מקים 4-6 דורות במהלך עונת גידול התירס. בישראל המזיק עובר תרדמת חורף פקולטיבית בשלב הגולם.

נזק: הזחלים אוכלים בדרך כלל רק את המשי בקצה העליון של הקלח. לכן, הנזק לקלחים המיועדים לתעשייה או לשיווק טרי במגשיות זניח מכיוון שקצות הקלחים מקוצצים. בתירס מתוק המיועד לשיווק טרי יש צורך להדביר את המזיק בתקופת התפתחות הקלח.

ניטור: גילוי הזחלים במשי.

ה. שם עממי בעברית: פשפש ירוק

שם עממי באנגלית: Southern green stink bug

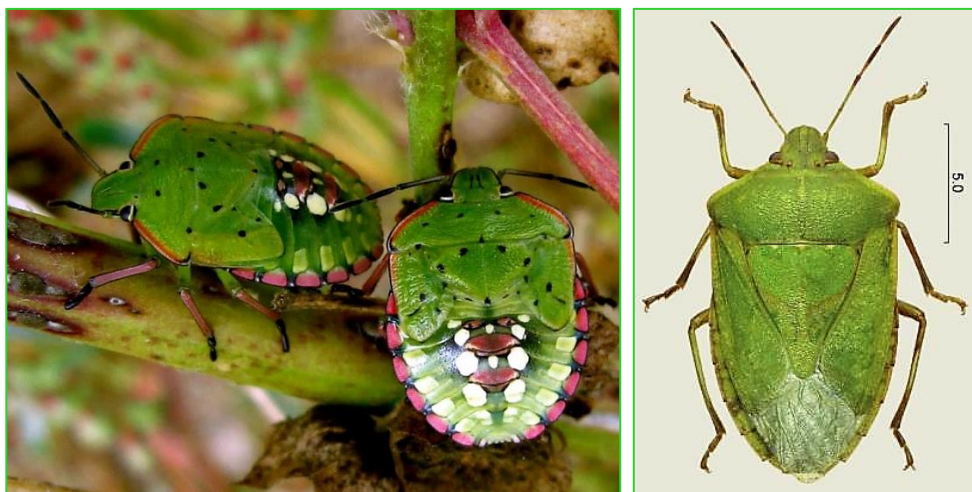
שם מדעי בעברית: תריסית ירוקה (פשפשאים: תריסיתיים)

שם מדעי באנגלית: *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomoidea)

תפוצה: כלל עולמי, נפוץ בעיקר באזורים סוב-טרופיים.

פונדקאים: רב-פונדקאים. בישראל הוא מזיק בעיקר לקטניות, לכותנה, לעגבניות ולתירס.

מורפולוגיה: גוף הפשפש הבוגר ירוק מבריק. בבסיס המגנית 3 נקודות לבנות. אורך הבוגר הוא 12-16 מ"מ. במופע נפוץ אחר הראש וקדמת החזה בצבע צהוב-כתום. דרגת הנימפה האחרונה הינה בצבע ירוק, ועל הצד העליון של הבטן עיטורים בצבע לבן, צהוב ואדום.



תמונות 114-115. פשפש ירוק - נקבה (Photo by Gábor Véték) **ונימפות בדרגה V**
צילום: גרשון הראל

ביולוגיה ופנולוגיה: המזיק פעיל בכל עונת הגידול, בעיקר בצפון הארץ ובמרכזה. הנקבות חורפות על האדמה, תחת עלים, ומחדשות את פעילותן בתחילת האביב. הנקבה מטילה את הביצים בקבוצות בצד התחתון של העלה. לפשפש 5 דרגות נימפה. משך התפתחות דור כחודשיים, והמזיק מקים 3-4 דורות בשנה. הבוגרים מעופפים וחיים כחודש בקיץ. הפשפש מפריש חומר בעל ריח דוחה כאמצעי הגנה.

נזק: המזיק מפריש אנזימי עיכול לרקמת הצמח ומוצץ את תוצרי העיכול, בעקבות זאת, הצמח מתייבש, מתעוות ונרקב. בתירס הפשפש ניזון מהגרגירים המבשילים על הקלח. גרגירי התירס שנפגעים מהפשפש מתרככים ושוקעים.

ניטור: מלכודות דבק צהובות; תצפיות על צמחי התירס ועשבים בשדה.

הדברה: הצרעה סקליון התריסית (*Trisolcus basalis*) היא טפיל של ביצי הפשפש. אם יש אוכלוסייה גבוהה של הפשפשים בתקופת התפתחות הקלחים, יש צורך בטיפול הדברה.

5. מאפיינים ייחודיים של סוגי התירס

תחמיץ (מספוא): גידול תירס לתחמיץ מתרחש במהלך תקופת האביב והקיץ. במקרים רבים מגדלים את התירס למספוא מאמצע הקיץ (דו-גידול), והם נקצרים בסתיו, בסוף עונת הגידול, ללא טיפולי הדברה, ולכן מתפתחים בצמחים אלה נוברים רבים שנכנסים לתרדמת חורף. לגידול זה תרומה ניכרת להצלחת מעבר החורף של הנוברים (ראה להלן).

גרגירים ופופקורן: צמחים אלה נשארים להתייבשות בשדה במשך 4-6 שבועות לאחר הבשלת הקלחים, ולכן מתפתחים עליהם שני דורות של נוברים. דבר זה מגביר את הנזק לצמחים ומעלה את אוכלוסיות העשים הנוברים בסביבה.

סורגום: במקרים רבים זורעים את הסורגום באביב המוקדם וקוצרים ביולי; לאחר מכן מחדשים את הגידול למחזור נוסף. מחזור הגידול השני נמצא בסיכון גבוה מבחינת הנזק מהנוברים התוקפים בשלב הצמח הצעיר.

6. מעבר החורף של עשים נוברי קנה התירס

הכניסה לתרדמה מושרית על ידי אורך יום קצר מ-13 שעות, טמפרטורת לילה נמוכה מ-20 מ"צ וירידה באיכות המזון (התייבשות הצמחים). זחל "מושרה" אינו מתגלם אלא ממשיך באכילה במשך 2-3 ימים נוספים לפני כניסתו לתרדמה והוא מקבל צבע לבן בגלל מאגרי שומן. מעבר החורף הוא בשאריות הצמחים ורוב הזחלים בתרדמה נמצאים בבסיס השורש ובקנה התחתון של הצמח הנגוע.



תמונות 116, 117 ו-118. זחלים וגולם של נוברי התירס בתרדמת חורף בשאריות צמחים

צילם: דוד בן-יקיר

היציאה מהתרדמה מושרית ע"י אורך יום הארוך מ-11 שעות וטמפרטורה יום מעל 12 מ"צ. זחל "מושרה" מתגלם במקום בו היה בתרדמה ומגיש כעש אחרי כשבועיים. עקב הבדלים בתנאי הסף האקלימיים להשריית היציאה מהתרדמה, מועד גיחת האביב שונה לכל מין (איור 28).

כשני שליש מהזחלים שעברו את החורף הגיחו בהצלחה באביב. לכן, בשאריות הקנים שנשארות בשדה עוברת אוכלוסייה גדולה של נוברים לעונת הגידול הבאה (טבלה 7). להקטנת מעבר של החורף של הנוברים צריך לעקור ולרסק את שאריות הצמחים או לכסות אותם בפלסטיק שקוף לביצוע "חיטוי" סולרי.

מאפייני התרדמה של מינים שונים:

נובר הקנה המנוקד: המספר הממוצע של זחלים ב"תרדמה" לצמח היה 2 בתירס מתוק ו-4 בסורגום. כ-70% מהזחלים ב"תרדמה" נמצאו באזור השורש והשאר בקנה. גיחת האביב החלה בסוף פברואר ונמשכה עד אמצע אפריל (50% גיחה ב-25 למרס). כ-70% מהזחלים ב"תרדמה" הגיעו בהצלחה באביב. רוב העשים שהגיעו היו נקבות.

הנובר האירופי: המספר הממוצע של זחלים ב"תרדמה" לצמח היה 1 בתירס מתוק ו-6 בתירס מספוא. גיחת האביב החלה בתחילת אפריל ונמשכה עד סוף מאי (50% גיחה ב-27 לאפריל). בתנאי צל מלא (תחת חיטה) כ-70% מהזחלים בתרדמה הגיעו בהצלחה. בשדות חשופים או עם כיסוי חלקי של הצמחים, מתו רבים מהזחלים ששהו בתרדמה בעת אירועי שרב שקרו בחודש אפריל.

סזמית התירס: המספר הממוצע של זחלים בתרדמה לצמח היה 2 בתירס מתוק, ו-4 בפופקורן. גיחת האביב מתחילה באמצע פברואר ונמשכת עד תחילת אפריל (50% גיחה ב-9 במרס). כ-65% מהזחלים בתרדמה הגיעו בהצלחה באביב.

7. ממשק הדברה אזורי

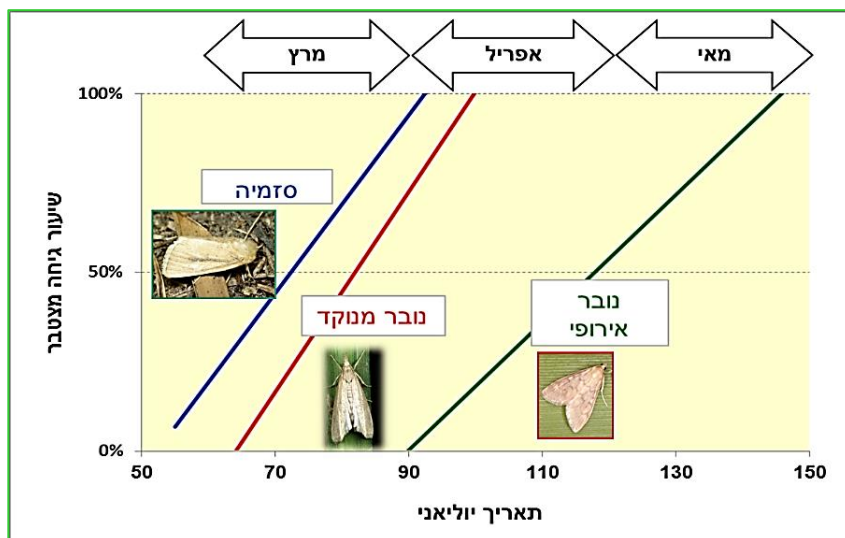
אוכלוסיית הנוברים נוצרת באזור מסוים ועוברת משדה תירס אחד למשנהו במהלך עונת הגידול. תעופת העשים לשדה חדש מתרחשת בלילה, כשהם עפים במעלה הרוח הטיפוסית (בתנאי ישראל בדרך כלל ממערב למזרח). לפיכך, זריעה של שדות חדשים - מומלץ שתיעשה במורד הרוח הטיפוסית בשעות הלילה, מה שיקשה על העשים להגיע אליהם.

רמת האוכלוסייה עולה במהלך עונת הגידול ומגיעה לשיאה בסוף הקיץ. מעבר החורף מתרחש בשדות הנגועים בסוף הקיץ החולף. מיקוד מאמצים בשדות אלה להפחתת הישרדות המזיק בתקופת תרדמת החורף יקטין בצורה משמעותית את אוכלוסיית הנוברים באזור בתחילת עונת הגידול הבאה.

שיתוף אזורי של ממצאי הניטור ועיבוד רב-שנתי שלהם, יאפשרו לימוד דינמיקה של הנוברים בזמן ובמרחב וישמשו למיקוד פעולות הניטור וההדברה.

8. ממשק הדברה בתירס אורגני

ניקוי השדות משאריות צמחים בסתיו ומעשבים באביב; בלבול עשים באמצעות פרומונים; ריסוס בתמיסות סבון; פריתרום טבעי ומיצוי נים; הדברה מקרוביאלית בתכשירי Bt, וירוסים, פטריות ונמטודות תוקפות חרקים; תגבור ועידוד התפתחותם של אויבים טבעיים.



איור 27. השוואת תהליך גיחת האביב של נוברי התירס בישראל

טבלה 7. הערכת מספר הנזרים החורפים בעמק החולה והסיכון מהאוכלוסייה שתגיח באביב

סוג הצמח		פרמטר (ערך מספרי)
תירס מתוק	תירס מספוא/סורגום	
1	4	מס' נזרים חורפים לצמח
6,000	24,000	מס' נזרים חורפים לדונם (6000 צמחים)
900,000	3,600,000	מס' נזרים חורפים בשדה טיפוסי (150 דונמים)
450,000	1,800,000	מס' נזרים בשאריות צמחים בשטח (50%)
315,000	1,260,000	מס' נזרים שורדים (70%)
252,000	1,008,000	הנקבות השורדות מבין כלל השורדים (80%)
756,000	3,024,000	מס' צברי ביצים שיוטלו (3 צברים לנקבה)
126	504	מס' דונמים שינוגעו בנובר המנוקד (צבר אחד לצמח)

מחלות בתירס

עורך אפרים צוקרמן

מחלות הנגרמות על ידי פטריות ואואומיצטים ודרכי מניעתן

את המחלות הפטרייתיות ניתן לחלק לארבע קבוצות:

1. מחלות המועברות מעונה לעונה על גבי הזרעים
2. מחלות הפוגעות בשלבי הגידול הראשוניים (מחלות בבטים)
3. מחלות נוף (פוגעות בכל שלבי הגידול)
4. מחלות המועברות בקרקע (גורמי הריבוי שלהן שורדים במשך שנים בקרקע)

1. מחלות המועברות באמצעות זרעים

מחלות אלו מועברות משנה לשנה על גבי הזרעים. חלקן הגדול מועבר על ידי נבגים הנמצאים על פני מעטפת הזרעים כתוצאה משדות מאולחים במחלה, שבהם נאספו הזרעים. חלק קטן מהמחלות מועברות באמצעות נבגים הנמצאים בתוך הזרעים. מחלות אלה, המועברות באמצעות זרעים, עלולות להסב לנזקים כבדים לגידול התירס במהלך כל שלביו.

להלן כמה גורמי מחלות המועברות משנה לשנה על גבי הזרעים או בתוכם:
אספרגילוס (*Aspergillus* sp.); פוזריום (*Fusarium verticillioides*); פנציליום (*Penicillium oxalicum*); ריזוקטוניה (*Rhizoctonia* spp.); פיתיום (*Pythium* spp.); מקרופמינה (*Macrophomina phaseoli*); פחמון (*Ustilago maydis*); דיפלודיה (*Diplodia maydis*) ומחלות נוספות.

דרכי ההתמודדות עם מחלות המועברות על הזרעים:

1. אין להשתמש בזרעים שמקורם לא ידוע או שהם במקורם מאזורים נגועים.
2. חיטוי זרעים כנגד מחלות פטרייתיות.

2. מחלות הפוגעות בנבטים

נגיעות במחלות אלה גורמות לתמותת זרעים ולנפילת נבטים. הגורמים להן הם בעיקר פיתיום, ריזוקטוניה ופנציליום, כמפורט בהמשך.

פיתיום, *Pythium spp* - אואומיצט

שם עברי: מקמקת (חולי נופל)

שם עממי באנגלית: Pythium root rot, Pythium damping-off

הנזק העיקרי נגרם בשלב הנביטה כאשר הטמפרטורה נמוכה, והוא מתבטא בנבטים, בשורשים ובקנים.



תמונה 120. מערכת שורשים פגומה
כתוצאה מריקטוניה

מקור: Colorado State University from Googl.com



תמונה 119. מערכת שורשים בלתי
מפותחת כתוצאה מפיתיום

מקור: Crop Protection Network from Googl.com

יזוקטוניה, *Rhizoctonia solani*

שם עברי: מק-שורש

שם עממי באנגלית: Rhizoctonia root rot and stalk rot (Take all)

הנזק מתבטא בתמותת נבטים בתנאים שבהם הטמפרטורה נמוכה מ-15°C.

פנציליום, *Penicillium oxalicum*

שם עברי: שידפון נבטים

המחלה מועברת על גבי הזרעים. במשך תהליך הנביטה חודרת הפטרייה לזרע ופוגעת בנצר.

במקרים שבהם הצמח מתאושש מהפגיעה הראשונית, הוא עדיין עלול להראות סימני פגיעה ופיגור בהתפתחות במשך כל שלבי הגידול.



תמונות 121-122. זרע ונבט פגועים כתוצאה מפנציליום

מקור: Purdue University, Plant Pathology from Google.com

דרכי ההתמודדות עם מחלות נבטים:

1. מצע זרעים טוב.
2. זריעה שטחית בטמפרטורה מיטבית, שתבטיח תנאי נביטה טובים ומהירים.
3. חיטוי זרעים כנגד מחלות פטרייתיות.

3. מחלות נוף (פוגעות בכל שלבי הגידול)

חילדון התירס

פתוגן: חילדון התירס, *Puccinia sorghi*

מערכת: פטריות בסיסה Basidiomycota

שם באנגלית: Common maize rust

החילדון נגרם על ידי פטרייה אובליגטורית החיה רק על חומר אורגני חי, ולכן במחזור חייה שני פונדקאים: הראשי תירס, והמשני מין של חמצץ (ראה איור 'מחזור חיים של חילדון התירס').

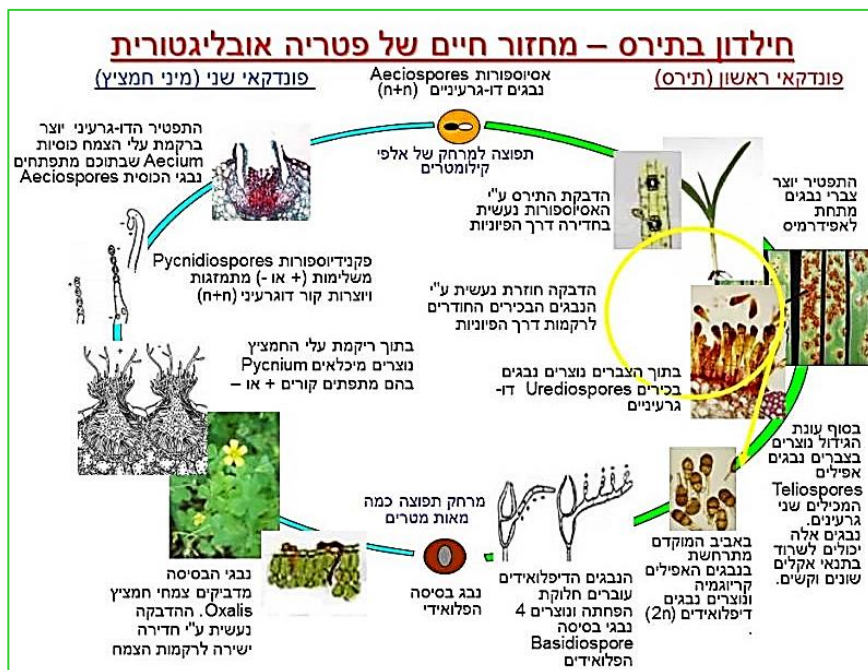
סימפטומים:

- כתמים עגולים או אליפטיים באורך של כמה מלימטרים עד 1-3 ס"מ. צבעם כתום-חום, והם מכילים צברי נבגים בכירים (Urediospores), המוסעים עם הרוח לצמחים אחרים או לשדות תירס שכנים.
- בהמשך העונה, כשהצמח מתחיל להתייבש, מתכהים הצברים והופכים שחורים, כשבתוכם נבגים אפילים (Teliospores).
- הסימפטומים נראים על העלים, על עלי העטיף, על העוקצים ועל המכבדים.
- תנאי הדבקה מיטביים: טמפרטורה של 13-15 מ"צ ולחות גבוהה או טל במשך כ-24 שעות - מבטיחים את נביטת הנבגים ואת חדירתם לצמח.
- הדבקה חוזרת מתרחשת על הצמחים בשדה.
- גשם כבד עשוי לגרום לשטיפת הנבגים ובכך למנוע הדבקה.



תמונה 123. צברי נבגים של חילדון התירס על העלים
צילום: אפרים צוקרמן

תירס מתוק רגיש במיוחד למחלת החילדון. המחלה עלולה להופיע כבר בספיחי התירס באביב המוקדם. לחות גבוהה מעודדת את החילדון, שעלול לגרום להתייבשות עלים מוקדמת. עם היסדקות האפידרמיס, משחררים הצברים כמויות גדולות של נבגים המופצים ברוח למרחקים גדולים. המחלה משתמרת על צמחים נגועים, ועלולה לתקוף בכל עונות הזריעה. לצמצום פגיעתה יש להימנע משכבות לצמחים נגועים. יש להקפיד על תכנון המזרעים ולא לזרוע בסמוך למזרעים קודמים, במיוחד אם הם נמצאים בניגוד לכיוון הרוחות.



איור 29. מחזור חיים של חילדון התירס
איור: אפרים צוקרמן

דרכי ההתמודדות עם חילדון התירס

- זנים עמידים.
- תרבות גידול:
 - מחזור גידולים.
 - הכנת מצע זרעים.
- שימוש בקוטלי פטריות המאושרים לשימוש
- התחמקות מהמחלה באמצעות:
 - זריעה בטמפרטורה הגבוהה מ-15 מ"צ.
- זריעה בעונות שהלחות בהן נמוכה כתוצאה מירידה בכמות הטל והגשמים.

פחמון התירס

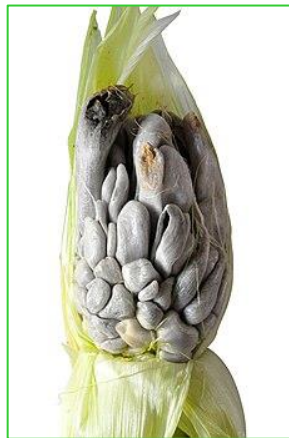
פתוגן:

מערכת: פטריות בסיסה Basidiomycota

שם באנגלית: Common smut

מאפייני המחלה

- המחלה מסבה נזק לכלל הקבוצות הבוטניות של התירס, אך יותר מכל לזני תירס מתוק.
- כל אברי הצמח העל-קרקעיים רגישים למחלה.
- נבגי הפטריה חודרים ישירות דרך דפנות התאים או דרך פצעים.
- כאשר הנבגים פורצים מתחת לאפידרמיס, הם מופצים לאתרי הדבקה חדשים על ידי הרוח או בהתזה על ידי הגשם.
- המעבר מעונה לעונה נעשה ע"י נבגים עמידים השורדים על גבי הזרעים ועל שאריות צמחי תירס מהעונה החולפת.

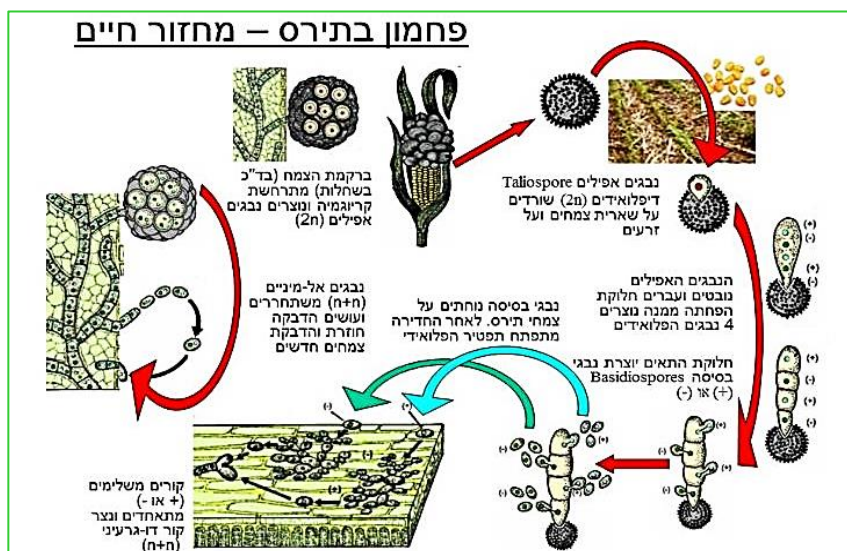


תמונה 124. עפצים מלאים בנבגי פחמון התירס

מקור: Wikipedia from Google.com

הנזק

- הימצאות הפטרייה על האברים הצמחיים מסבה נזק מזערי.
- הפטרייה חודרת לשחלות הצעירות ויוצרת בקלחים עפצים המלאים בנבגים שחורים, אשר אינם מזיקים לבני האדם ולבעלי החיים המואבסים מהם.
- הנזק העיקרי מתבטא בכך שנבגי הפטרייה צובעים בשחור את קלחי התירס ואת קווי הייצור בתעשיית המזון.
- עפצים בקלחים המלאים בנבגים, משמשים למאכל יוקרתי במטבחים אתניים.



איור 30. מחזור חיים של פחמון התירס

איור: אפרים צוקרמן

דרכי התמודדות עם פחמון התירס

- זנים עמידים למחלה.
- הימנעות מפציעות מכניות של צמחי התירס, במיוחד במזרעים שבהם צפויים גשמים או שהם מושקים בהמטרה (כולל קוונזעים).
- הקפדה על פוריות ועל דישון תקינים.
- השמדת צמחים וקלחים נגועים למניעת התפרצות אפידמיה.
- חיטוי זרעים בקוטלי פטריות.

מחלת הכתם העדשתי

פתוגן: *Exserohilum turcicum*

שם קודם: *Helminthosporium turcicum*

מערכת: פטריות השק - Ascomycota

שם עממי באנגלית: Northern corn leaf blight

סימפטומים

- כתמים אליפטיים באורך 1-20 ס"מ בצבע המשתנה מירוק לחום ואפור.
- קטעים נגועים עלולים לגרום להתייבשות ולתמותת העלה.
- אין הדבקה של הקלחים אבל ניתן למצוא כתמים על עלי העטיף.



תמונות 125-126. מחלת הכתם העדשתי על העלים

מקור תמונה 125: Syngenta Canada from Google.com
צילום תמונה 126: אפרים צוקרמן

הפטרייה תוקפת מינים רבים של דגניים, שביניהם: סורגום (*Sorghum*) *vulgare*, עשב סודני (*Sorghum sudanense*), דורת ארם צובא (*Sorghum halepense*) ועוד.

התנאים המיטביים להתפתחות אפידמיה: גשמים בתדירות גבוהה, טל במשך שעות רבות, השקיה מעל הנוף וטמפרטורה נמוכה. הכתמים הראשונים יכולים להופיע כבר בראשית הקיץ. בסתיו הנגיעות קשה יותר, במיוחד באזורים המתאפיינים באקלים לח.

המחלה מעוכבת במזג אוויר חם ויבש. הופעת המחלה בצמחים צעירים עלולה לפגוע קשות ביבול הקלחים, אך משלב תחילת ההפריה ואילך היא מסבה נזק כלכלי מועט.

בבגי הפטרייה שורדים מעונה לעונה על גבי שאריות הצמחים. לצמצום הפגיעה יש לשמור על מחזור גידולים. כדאי להימנע מזריעה בשדה שנפגע בשנה הקודמת. כמו כן, יש להימנע מזריעה בסמוך למזרעים קודמים, במיוחד כשהם נמצאים בניגוד לכיוון הרוחות.

דרכי ההתמודדות עם מחלת הכתם העדשתי

- זריעת זנים בעלי עמידות למחלה.
- תרבות חקלאית.
- שמירה על מחזור גידולים.
- הימנעות מזריעה בעונות קריטיות בסמוך לשדות נגועים.
- הדברת המחלה ע"י קוטלי פטריות (פונגיצידים) מאושרים לשימוש.

4. מחלות המועברות בקרקע

- קבוצת מחלות אלה נגרמת על ידי פטריות ממשפחות שונות.
- המאפיין המשותף למחלות הללו הוא שהנבגים או התפטיר עשויים לשרוד בקרקע במשך שנים רבות, ולעתים אף עשרות שנים.
- מחלות אלה עלולות להשפיע על התירס בכל שלבי גידולו. במקרים רבים הנזק מתבטא בשלבי הגידול המאוחרים, ולעתים עלול לגרום להתמוטטות השדה כולו.

מגלת ורודה בתירס (פוזריום)

פתוגן: שלב אל-מיני - *Fusarium verticillioides*

שם קודם: *Fusarium moniliforme*

שלב מיני: *Giberella fujikuroi* (טרם אותר בארץ)

מערכת: פטריות שק - Ascomycota

שם עממי עברי: ריקבון הגבעול של התירס (פוזריום)

שם באנגלית: Fusarium kernel- and root- and stalk rot, seed rot and seedling blight

מאפיינים

- כל אברי הצמח רגישים למחלה.
- הפטרייה יכולה לחדור לרקמות הצמח ישירות דרך דפנות התאים או דרך פצעים ברקמות.

הסימפטומים

- המחלה משפיעה על התירס בכל שלבי הגידול. במקרים רבים הנזק מתבטא בשלבי הגידול המאוחרים, ולעתים עלולה המחלה לגרום להתמוטטות השדה כולו.
- בשלב הנבט התפתחות הצמחים מעוכבת וצבעם נעשה צהוב.
- השורשים בתחילה משחימים, ולבסוף הם נרקבים.
- צבע הרקמות בקנים הופך ורוד, ובהמשך הרקמות הבין-צוריות מתפוררות, בעיקר בפרקים התחתונים. פגיעת המחלה גורמת לשבירת הגבעול ולרביצה.
- בקלחים בשלב הבשלת חלב נראה בגרעינים הנגועים תפטיר בגוון ורוד-לבנבן. בהמשך הקורים פורצים את קליפת הגרגרים, ותפטיר ירי (נראה כמוגלתי) בצבע ורוד-לבנבן פורץ החוצה.

אזהרה: התפטיר הנמצא בגרגרים עלול לייצר רעלנים (מיקוטוקסינים) המסוכנים למאכל אדם ובעלי חיים (ראה טבלה 8).



תמונה 129. נזק בתירס נגוע בפוזריום
Fusarium verticillioides

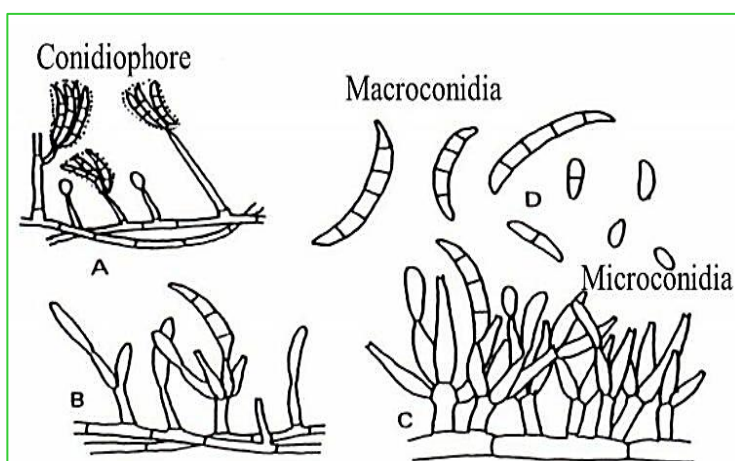


תמונה 128. סימפטומים בקנה



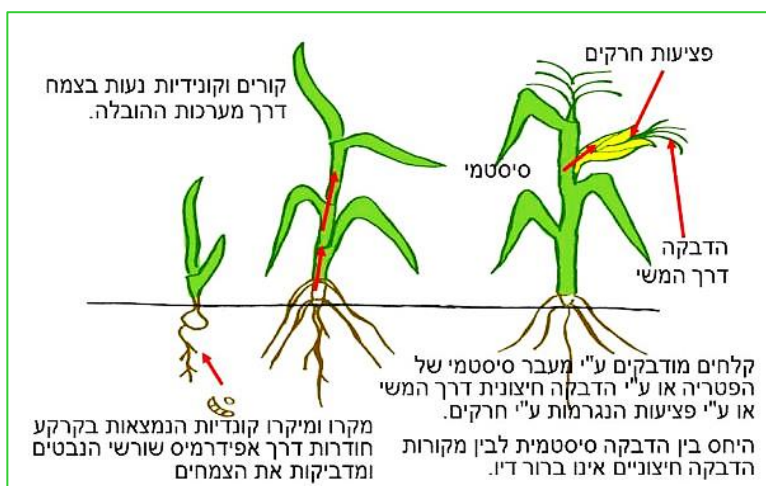
תמונה 127. גרגרים המכילים תפטיר

צילומים: אפרים צוקרמן



איור 31. גידול תפטיר ויצירת הנבגים של *Fusarium verticillioides*
איור: אפרים צוקרמן

המיקרוקונידיות שורדות על שאריות צמחים כ-3 שנים, אך המקרוקונידיות יכולות לשרוד בקרקע עשרות שנים.



איור 32. אילוח ותנועת *Fusarium verticillioides* בצמח התירס

איור: אפרים צוקרמן

דרכי התמודדות עם ריקבון הגבעול של התירס *Fusarium verticillioides*

- מחזור גידולים - מינימום 3 שנים בין גידול תירס (מכל סוג שהוא) לגידול התירס הבא.
- ככל הידוע, אין קוטל פטריות המעכב בצורה יעילה את התפתחות מחלת הפוזריום.

מגלת קלחים וגבעול (פוזריום)

פתוגן: שלב אל-מיני - *Fusarium graminearum* או *Fusarium roseum*

שלב מיני: *Giberella zeae* (טרם אותר בארץ)

מערכת: פטריות שק - Ascomycota

שם עברי עממי: ריקבון הקלח של התירס (פוזריום)

שם באנגלית: Gibberella ear and stalk rot

הסימפטומים

- המחלה משפיעה על התירס בכל שלבי הגידול. במקרים רבים הנזק מתבטא בשלבי הגידול המאוחרים, ולעתים עלולה המחלה לגרום להתמוטטות השדה כולו (ראה תמונה 'ריקבון הגבעול של התירס').
- בהדבקה מוקדמת של הצמחים יכול לעתים צבע העלים לקבל גוון חום כהה.
- צבען של רקמות נגועות בתוך הקנים הופך ורוד-אדמדם.
- הגרגרים מתמלאים בתפטיר רירי, הנראה כמוגלתי, שצבעו ורוד בהיר או לבנבן.
- בקלחים שנדבקו בשלבי התפתחותם המוקדמים יכולה המחלה לגרום לריקבון מלא של הקלחים. התפטיר הרירי ניגר בין הגרגרים לעלי העטיף וגורם להידבקות עלי העטיף לגרגרים.

גרגרים נגועים נראים כפגועים מלחץ מכני ואינם יוצרים רעלנים כמו ב- *Fusarium verticillioides*.



תמונה 130. קלח נגוע ב- *Fusarium graminearum*

צילום: אפרים צוקרמן

דרכי התמודדות עם מגלת קלחים וגבעול (*Fusarium*)

- מחזור גידולים - מינימום 3 שנים בין גידול תירס (מכל סוג שהוא) לגידול התירס הבא.
- ככל הידוע אין קוטל פטריות המעכב בצורה יעילה את התפתחות מחלת ריקבון הקלח.

מחלת הקמילה המאוחרת

פתוגן: שלב אל-מיני - *Magnaporthopsis maydis*

שמות קודמים: *Harpophora maydis*, *Cephalosporium maydis*,

Acremonium maydis

מערכת: פטריות שק - Ascomycota

שם באנגלית: Late wilt of stalk

תפוצת המחלה בעולם חדשה יחסית והיא מדווחת מצפון אפריקה (מצרים 1963), מהודו (1970) מקניה ומישראל (2004). בשנים מאוחרות יותר התקבלו דיווחים על הימצאות המחלה גם ממרכז אירופה, מדרום-מערב אירופה ומאזורים מסוימים בצפון אמריקה.

מאפיינים

- הנבגים יכולים לשרוד על קש או בקרקע למשך שנים רבות מאוד.
- הסימפטומים מתגלים רק בצמחים שבהם מופיעה נבילה, אך לא בצמחים ירוקים. יתר על כן, הסימפטומים מופעים בשלבים מאוחרים מאוד של הגידול, לעתים ימים אחדים לפני ההבשלה, ולכן קשה להעריך את הנזק הסופי שעלול להיגרם ליבול.



תמונה 131. פגעים של מחלת הקמילה המאוחרת במבחן רגישות של זני תירס למחלה

צילום: אפרים צוקרמן

הסימפטומים

- הסימפטומים הראשונים בעלים מתפתחים באיטיות רבה. ריקבון מהיר של העלים מתחיל בשלב שלילת המכבד. העלים משנים את צבעם לירוק חיוור, ובהמשך מתייבשים.
- צורות ההובלה שבתוך הקנה ולאחריהם הפרנכימה שבין צורות ההובלה משנים את צבעם לחום. בהמשך הרקמה שבין צורות ההובלה בפרקים התחתונים מתפוררת ומתייבשת, צורות ההובלה מצטמקים, הקנה נעשה נקבובי, והפרקים התחתונים נחלשים מאוד ונוטים להתמוטטות.



תמונה 132. מימין: קנה נגוע; משמאל: קנה בריא

צילום: אפרים צוקרמן

דרכי ההתמודדות עם מחלת הקמילה המאוחרת - *Harpophora maydis*

- מחזור גידולים - מינימום 3 שנים בין גידול תירס (מכל סוג שהוא) לגידול התירס הבא.
- זנים - רוב הזנים מראים רגישות בדרגות שונות למחלה, אך כמה מהם בתנאי שדה מעידים על סבילות למחלה.
- סניטציה - מומלץ שלא לזרוע זרעים שמקורם בשדה החשוד כנגוע. כמו כן, יש להימנע מהעברת חומר צמחי משדה נגוע למשנהו. חשיבות רבה יש לניקוי כל הכלים החקלאיים שעבדו בשדה החשוד כנגוע לפני השימוש בהם, גם לאחר עיבוד בשדות בהם מגדלים היום גידולים אחרים.
- עיבודים - עיבוד מעמיק או חריש אינם מסייעים להפחתת עוצמת המחלה, מכיוון שהנבגים שורדים גם בעומק הקרקע.

קישיון הבטטה (מקרופומינה)

פתוגן: *Macrophomina phaseolina*

שם קודם: *Sclerotium bataticola* Taubenh

שם קודם בעברית: כימשון הקנה האפור

מערכת: פטריות בלתי מושלמות - Anamorphic fungi

סימפטומים

- נקודות אפורות בשורשים המשחירות עם הזמן.
- התפוררות הרקמה שבין צורות ההובלה, בעיקר בפרקים התחתונים. עם הזמן, כתוצאה מהתפוררות הרקמה, נוטים הקנים לרביצה.
- שורשים וקנים - על צורות ההובלה ניתן לראות הרבה גופי פרי קטנים, שחורים וקשים.
- בהתקפה חריפה יוצרת הפטרייה עובשים אפורים בגרגרים.



תמונה 134. קנה נגוע במקרופומינה
מקור: Invasive.org from Google.com



תמונה 133. גופי פרי (קשיונות) בקנה תירס
מקור: Wikiwand from Google.com

קשיונות שחורים קטנים, השורדים על שאריות צמחים בשדה, מהווים מדבק ראשוני. לעתים גופי הפרי נוצרים על דגני בר או על גידולים תרבותיים אחרים.

הפטרייה עוברת מעונה לעונה על שאריות צמחים מגידול קודם (לעתים מדגניים אחרים).

דרכי ההתמודדות עם קישיון הבטטה (מקרופומינה)

- מחזור גידולים – מינימום 3 שנים בין גידול תירס (מכל סוג שהוא) לגידול התירס הבא.
- לא ידוע על קוטל פיטריות (פונגיציד) אפקטיבי המעכב את מחלת המקרופומינה.

ריקבון קלח וקנים של התירס

פתוגן: *Stenocarpella maydis* או *Diplodia maydis*
מערכת: פטריות בלתי מושלמות - Anamorphic fungi

מאפיינים

- המחלה יכולה להסב נזק לנבטים, לשורשים, לקנים ולקלחים.
- ההדבקה נגרמת על ידי הישרדות נבגים בקרקע וזרעים מאולחים.

סימפטומים

- הנזק הראשוני בצמחים מודבקים מתבטא בכתמים נקרוטיים על העלים. המחלה גורמת לעיכוב בהתפתחות הצמחים ולנינוסם, בהמשך עונת הגידול צפוי השדה כולו לרבוץ.



תמונה 135. כתמים נקרוטיים על העלים מ-*Diplodia maydis*

מקור: Kruger Seeds from Google.com

- צבע השורשים משתנה לחום והם קצרים, לכן מתקבלת מערכת שורשים מצומצמת בגודלה.



תמונה 136. מערכת שורשים שנפגעה מ-*Diplodia maydis*

מקור: Flickr from Google.com

- בקנים מופיע ריקבון לאחר הפריחה. רקמת הפרקים התחתונים משנה צבעה לחום, הרקמה הבין-צרונית מתפוררת, עד שרק צורות ההובלה נותרים. הצמחים נובלים ולאחר מכן מתים.
- עלי העטיף נעשים כלורוטיים, ומאוחר יותר הם מתים. באותה עת הצמחים נראים ירוקים.
- בקלחים הנזק מתבטא לרוב בריקבון הקלחים. המחלה עוברת מהצמח לקלחים בצורה סיסטמית על ידי תפטיר הפטרייה. המחלה באה לידי ביטוי בקלחים כשבועיים לאחר ההפריה וגורמת לריקבון בתוכם.



תמונה 137. קלח תירס הנגוע ב-*Diplodia maydis*

מקור: CropWstch - Nebraska University from Google.com

- הגרגרים נראים מצומקים, צבעם אפור-חום ותפטיר מוגלתי בצבע לבן נראה בין הגרגרים. עמודי העלי הפנימיים דבוקים זה לזה.
- גופי פרי (pycnidia) בצבע שחור מתפתחים על מפרקי הקנים התחתונים, על עלי העטיף ועל קליפת הגרגרים (pricarp).

דרכי התמודדות עם ריקבון קלח וקנים של התירס

- מחזור גידולים - מינימום 3 שנים בין גידול תירס (מכל סוג שהוא) לגידול התירס הבא.
- מצע זרעים טוב עשוי להקטין חומרת המחלה.
- מחסור באשלגן או עודף בחנקן עלולים להגביר את עוצמת המחלה.
- תנאי אקלים בעונות שוליים (טמפרטורות קרירות) עלולים להפחית מחומרת המחלה ומהנזקים.
- ככל הידוע, אין קוטל פטריות המעכב בצורה יעילה את התפתחות מחלת ריקבון קלח וקנים של התירס (*Diplodia maydis*).

טבלה 8. רעלנים פטרייתיים (מיקוטוקסינים) והשפעתם על האדם ובעלי חיים

הפטריה	הרעלן	אפקט ביולוגי
אספרגילוס פלבוס <i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoxins	סרטן כבד
פוזריום <i>Fusarium verticilliodes</i>	Trichothecenes (Don = Decoxynivalenol, T-2)	הקאות, שלשולים ופגיעה בעור
	Zarlanons	אפקט אסטרונגי ופגיעה באברי המין הפנימיים
	Fumonisin	סרטן כבד
ארגוט <i>Claviceps Purpura</i>	LSD-25	גורם להזיות
	Ergot	גורם להתכווצויות בכלי הדם. אצל נקבות בהריון עלול לגרום להפלת עוברים

5. מחלות חידקיות ודרכי מניעתן

המחלות הנגרמות על ידי חידקים אינן מהוות גורם אפדימיולוגי בעל חשיבות בארץ.

קמילת עלים חידקית

הפתוגן: *Erwinia stewartii*

שם באנגלית: Bacterial leaf blight



תמונה 138. סימפטומים של קמילת עלים חידקית בתירס

מקור: Crop Protection Network from Googl.com

מאפיינים

- הנזק מתבטא בכתמים ארוכים ולא רגולטוריים לאורך העלים. כתמים אלה הופכים עם הזמן נקרוטיים, והעלים מאבדים את חיוניותם.

- החיידקים שורדים על דגניים שונים ומופצים באמצעות חרקים שונים, בעיקר פרעוש התירס.

- עיקר הנזק נגרם לזני תירס מתוק, ופחות לתירס לגרגרים ולמספוא.

דרכי ההתמודדות עם קמילת עלים חיידקית

כיום יש זנים עמידים לחיידק, ובמקומות הרגישים עדיף לזרוע זנים אלה.

התמוטטות גבעול חיידקית

הפתוגן: *Erwinia carotovora*

שם קודם: *Erwinia chrysanthemi*

שם באנגלית: Bacterial stalk rot

מאפיינים

- הבקטריה קיימת בארץ ותוקפת מלבד התירס גם מגוון גדול של גידולים, כגון:
- תפוח אדמה, גזר, בצל, בטטה, פפאיה, כרוב, סורגום, עגבנייה ועוד.
- החיידק שורד בקרקע ומועבר באמצעות מים. מחלה זו נפוצה בשדות תירס המושקים בהצפה או בתלמים או כתוצאה מנגר של מים על פני השטח מגשמים כבדים או מעודף מים בהשקיה.

סימפטומים

הנזק בתירס מתבטא בריקבון, המלווה בריח רע אופייני, בפרקים התחתונים של הצמח, וגורם לקריסתו.



תמונה 139. סימפטומים של ריקבון במפרקים התחתונים של התירס

מקור: Sunrise FS from Google.com

דרכי התמודדות עם התמוטטות עלים חיידקית

- הימנעות מזריעה בשטחים ללא מחזור גידולים, במיוחד אם בעבר התגלתה בהם המחלה.
- מניעת נגר מים על פני השטח.

6. מחלות נגיפיות

נגיף גימדון המוזאיקה

הפתוגן: *Maize Dwarf Mosaic Virus (MDMV)*

מאפיינים

- פגיעת הנגיף מתבטאת בנינוס הצמחים ובהופעת סימני מוזאיקה בעלים.
- הפריה לקויה והקטנת הקלח.
- הדבקה מוקדמת בשלב של עד 3 עלים עלולה לגרום לפחיתה של כ-30% ביבול.
- הדבקה הצמחים בשלב של 7-8 עלים גורמת נזק מצומצם בלבד.
- גימדון המוזאיקה עלול להגביר הדבקה בחילדון התירס, המסב נזקים לצמחים.

סימפטומים:

- הופעת פסים בצבע ירוק בהיר עד צהוב לאורך עורקי העלים וביניהם.
- הפגיעה נגרמת בעיקר בשלבי הגידול הראשוניים.
- הסימפטומים נראים גם על העלים העליונים ועל עלי העטיף.
- גידול הצמחים מעוכב ויש פחיתה של עד 30% ביבול.



תמונה 140. מימין: עלה בריא; משמאל: עלה נגוע ב-MDMV

צילום: אפרים צוקרמן

אילוח התירס ב-MDMV

- נגיף גימדון המוזאיקה תוקף את כל מיני התירס וזניו וכן מינים רבים של דגניים. עשבים ממשפחת הדגניים מהווים מקור מדבק ראשוני. העשב דורת ארם צובא (קוצאב) משמש ככל הנראה כמאגר טבעי למחולל המחלה.
- הווירוס מועבר מצמח לצמח באמצעות מיני כנימות (וקטורים), כמו: כנימת עלי התירס - *Rhopalosiphum maidis* - הווקטור הראשוני הנושא את הווירוס בצורה חולפת; ומיני כנימות עלים - *Aphidoidea*, המהווים וקטורים משניים.



תמונות 141-142. כנימת עלי התירס *Rhopalosiphum maidis*

מקור תמונה 141: UDEC from Google.com. מקור תמונה 142: Infonet Biovision from Google.com

דרכי התמודדות עם וירוס הגידול המוזאיקה (MDMV)

- גידול זנים עמידים.
- תזמון הזריעה כדי להתחמק ממועד שיא הפעילות של הכנימות.
- הדברת עשבים רב-שנתיים סביב השדה, המשמשים כפונדקאים, בעיקר דורת ארם צובא (קוצב).
- שימוש בקוטלי חרקים לבקרת גודל אוכלוסיית הכנימות.
- חיפוי הקרקע בפלסטיק שקוף. בזריעות מוקדמות מאוד באביב דוחה הפלסטיק את כנימות העלה בשלבי הגידול הראשוניים, שהם הגורליים מבחינת רמת הפגיעה ביבול. טיפול זה יקר ונכון רק לגידול תירס מתוק לתעשייה.

נגיף הגידול המחספס

הפתוגן: *Maize rough dwarf virus (MRDV)*.

מאפיינים

- רוב הנזק מתרחש בשלבי הגידול הראשוניים, לרוב במזרעים מוקדמים.
- הווירוס פוגע במערכת הרבייה של התירס; הקלחים נראים מצומקים; הפחיתה ביבול עלולה להגיע ל-70%-90% מיבול הקלחים הפוטנציאלי.

סימפטומים

- פרקי הקנה אינם מתארכים ומתעבים.
- העלים שומרים בתחילה על צבעם הירוק, אך בצדם התחתון מופיעות גבשושיות לאורך עורקי ההובלה.
- לעתים העלה העליון אינו נפרש, מצהיב ומתייבש.
- בחלוף הזמן העלים נעשים צהובים, ולאחר מכן נקרועים, וכושר ההטמעה נפגע קשה.
- הדבקה בשלבי הגידול הראשוניים מעכבת את התפתחות הצמח; מערכת ההפריה נפגעת, הקלח מתנוון ולרוב הוא לא יגיע לפריחה.
- בהדבקה בשלבי גידול מתקדמים יותר, הצמח מגיע לגובה נורמלי, אך מערכת ההפריה נפגעת, ולעתים הקלח מתנוון.



תמונה 143. צמח נגוע ב-MRDV

צילום: אפרים צוקרמן

אילוח התירס ב-MRDV:

- הווירוס חורף בדגני חורף ובדגניים רב-שנתיים.
- מעביר המחלה (הוקטור), הוא מין ציקדה *Laodilphax striatellus*. עם התייבשות דגני החורף בראשית האביב, פולשת הציקדה אל שדות התירס הירוקים, והדבר גורם להעברת המחלה לתירס. תהליך ההעברה נמשך כ-30 דקות.

דרכי התמודדות עם נגיף הגימרון המחוּספס (MRDV):

- קשה מאוד לצפות ולהעריך את מועד הופעת הציקדה ואת קצב הנדידה שלה מעשבי הבר לשדות התירס. באזורים המועדים לנזקי הווירוס, מומלץ לזרוע את התירס לפני גל הנדידה של הציקדות או לאחריו, בהתאם לידע מקומי בנושא ההתנהגות של הציקדות.
- הדברת דגניים רב-שנתיים בשדות ובסביבתם.
- שימוש בקוטלי חרקים לבקרת גודל אוכלוסיית הציקדות.



תמונה 144. ציקדה *Laodilphax striatellus* על עלה תירס

מקור: boujo.net from Google.com

נגיף המישורים הגבוהים

הפתוגן: High Plains Virus (HPV)

מאפיינים

- וירוס המישורים הגבוהים מאלח את כל סוגי התירס, החיטה, השעורה ודגני בר רבים.
- הגידולים והעשבים הדגניים מהווים בדרך כלל מקור הדבקה ראשוני.
- בשלבי הגידול הראשוניים הווירוס תוקף גם את השורשים ומעכב את התפתחותם.
- מסיבה זו, מערכת השורשים של הצמחים המודבקים שטחית ואינה מפותחת, דבר המגביר את רגישותם לרוחות הממוטטות את השדה.

סימפטומים



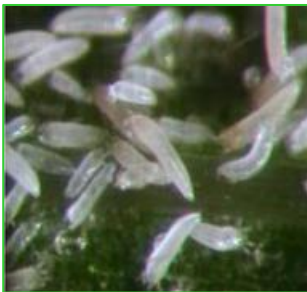
- צבע העלים אינו אחיד עם כתמים בעלי גוון צהוב בהיר. תוך זמן קצר הצבע משתנה לאדום או חום, ובהמשך העלים הופכים נקרוטיים ומתים.
- הצמחים מנונסים.

תמונה 145. צמח תירס נגוע ב-HPV

מקור: WSU Vegetable Pathology Team Newsletter from Google.com

אילוח התירס ב-HPV

הווקטור המעביר את הווירוס מצמח לצמח היא קרדית החיטה *Aceria tosichella* Kiefer, אשר בשל גודלה הקטן (כ-0.2 מ"מ) ומשקלה הנמוך נישאת על ידי הרוח ממקום למקום.



תמונה 147. אוכלוסיית קרדית החיטה על עלה תירס

מקור: conference.ifas.ufl.edu from Google.com



תמונה 146. קרדית החיטה על עלה תירס

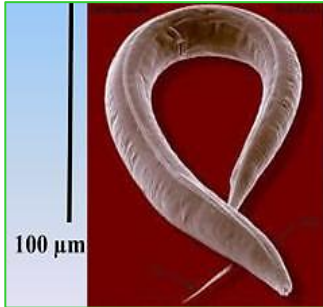
מקור: North Dakota State University from Google.com Extension Service

דרכי התמודדות עם וירוס המישורים הגבוהים (HPV)

- זריעת זנים עמידים
- הימנעות מזריעה בזמן עליית גודל אוכלוסייתה של קרדית החיטה, המתרחשת לרוב כאשר הטמפרטורות נמוכות והלחות גבוהה.
- הדברת עשבים דגניים, חד-שנתיים ורב-שנתיים, הגדלים בשדות ובסביבתם, ומשמשים כפונדקאים למחלה.
- שימוש בקוטלי חרקים לבקרת גודל אוכלוסיית הקרדית.

7. נימיות (נמטודות)

הנימיות (נמטודות) הפוגעות בתירס הן קיציות, ואינן מסבות נזק כלכלי משמעותי לגידול תירס.



נימית העפצים

הפתוגן: *Meloidogyne* spp.

שם עממי: Root-knot nematodes

תמונה 148. נימית העפצים (ראה קנה מידה)

מקור: Nematodes pictures - Google.com

מאפיינים

- התירס רגיש לכל המינים השייכים לסוג *Meloidogyne*, פרט למין *M. hapla*.
- נימיות המאלחות את מערכת השורשים מעכבות את התפתחותם.
- מערכת השורשים הפגועה אינה יכולה לספק מים ומינרלים מהקרקע, והשפעת פגיעת המזיק באה לידי ביטוי בשלב הגידול הנמרץ ובשלב מילוי הגרגרים.

סימפטומים

- הנימיות יוצרות עפצים קטנים על השורשים הראשיים, אך בעיקר על שורשי המשנה והיונקות.
- מערכת השורשים נראית דלילה ושטחית.



תמונות 149-150. מימין: מערכת שורשים פגועה מנימיות, משמאל: מערכת שורשים בריאה

צילום תמונה 149: How a Corn Plant Develops Special Report No. 48 Iowa State University

צילום תמונה 150: Nematodes pictures - Google.com

דרכי ההתמודדות עם נימית העפצים

מחזור גידולים - מומלץ לבחור בגידולים שאינם פונדקאים של נימית העפצים, כדי להפחית את האוכלוסייה.

גידול תירס לגרגרים, תחמיץ ושחת

התירס הוא גידול הגרגרים הגדול בעולם. בשנת 2018 השתרע גידול התירס לגרגרים על שטח של כ-1.76 מיליארד דונמים, וייצור הגרגרים היה 1055.61 מיליון טון גרגרים (ממוצע של כ-600 ק"ג/ד').

הצריכה השנתית בשנת 2018 הסתכמה בכ-1066.67 מיליון טון. בשנה זו עלתה הצריכה על הייצור, וכתוצאה מכך פחתו המלאים ועלה באופן מתון מחיר הגרגרים. מדי שנה, לאור המלאים העולמיים והצפי לצריכה, שטח המזרע משתנה, אך היבול הסופי שנאסף נקבע בהשפעת התנאים האקלימיים ופגעי טבע. חשוב לציין שבארה"ב, שהיא יצרנית גרגרי התירס הגדולה בעולם (כ-370 מיליון טון בשנה), כ-42% מהייצור מופנה כיום להפקת אתנול כתחליף לבנזין למכוניות.

טיפוסי הזנים של תירס לגרגרים, תחמיץ ושחת וטיפוחם

זני התירס שמגדלים לגרגרים ולמספוא הם מהקבוצות הבוטניות: תירס קשה (*Zea mays indurata*), תירס קמחי (*Zea mays amylacea*), תירס שן הסוס (*Zea mays indentata*) ותירס דונגי (*Zea mays ceratina*). הגידול העיקרי הוא לגרגרים שמהם מפיקים את מוצרי התירס המגוונים, ורק מקצת מגידולי התירס מיועדים לתחמיצים ושחת.

מרבית הזנים הנמכרים היום בארצות המפותחות, הם מכלואי F1, המתקבלים מהכלאת שני קווי הורים טהורים (הומוזיגוטיים). בשיטה זו (ראה פרק טיפוח זני תירס) מתקבלות התכונות הדרושות ליבול גבוה, אחידות בהבשלת הקלחים, מבנה צמח אחיד ועמידות או סבילות למחלות התירס למיניהן. חלק מהזנים הנמכרים כיום ע"י חברות הזרעים, נושאים גנים לעמידות בפני מזיקים וקוטלי עשבים (בעיקר ראונדאפ). זנים אלה, בנוסף להיותם זני מכלוא F1, הוכנסו בהם תכונות נוספות בשיטות ביוטכנולוגיות חדישות, כמו השריית מוטנטים ו-GMO.

בארצות בלתי מפותחות רבות נהוג לזרוע זני הפריה חופשית מטיפוח מקומי או מקציר הגרגרים של כל חקלאי במשקו. זנים מקומיים אלה במקרים רבים הם תערובת של טיפוסי תירס שונים, המתאפיינים בצבעים מגוונים של הגרגרים בקלחים.

מטרות הטיפוח העיקריות

1. הגדלת יבול הקלחים באמצעות שימוש בטכנולוגיית און כלאיים (Single cross F1), ובעתיד - בשיטות ביוטכנולוגיות חדשניות.
2. העלאת היבול ומשקל הקלחים יחסית למשקל האברים הצמחיים. מטרה זו נועדה לשפר את יעילות הייצור של הגרגרים, תוך הפחתת המשאבים הדרושים לפיתוח הנוף.
3. יצירת גרגרי תירס גדולים, שבהם תכולת חומרי תשמורת (עמילן ופרוקטן) גבוהה.

4. התאמת משך הגידול לאורכי יום שונים, בהתאם לאזורי הגידול על פני כדור הארץ.
5. החדרת גנים לעמידות בפני מחלות, מזיקים ותכשירי הדברת עשבים, וכן לשיפור איכות המזון.
6. ניתוק קל של הגרגרים מהשזרה (מייעל את הדיש).

מטרות הטיפול בתקופה האחרונה:

1. עמידות ליובש וסבילות למשכי זמן ארוכים בין הגשמים (שדות שבהם ההשקיה מבוססת על גשמי קיץ).
2. ניסויים ראשוניים בהחדרת גנים לסנתוז חומצות אמינו חיוניות, כדי שמזונות צמחיים יוכלו להחליף שימוש באוכל מהחי.

בחירת הזנים

המגדל יבחר את הזנים בהתאם לייעודו הסופי של התירס: גרגרים להזנת בעלי חיים, מאפים, שמן תחמיץ, שחת, אתנול (תחליף לבנזין למכוניות) וכיו"ב. בבחירת הזנים ישנה משמעות גדולה למשך הגידול, לתנאים האקלימיים, למועד הזריעה וכן למגבלות ולבקרה על זנים שטופחו בשיטות ביוטכנולוגיות, בעיקר GMO.

בארצות המפותחות, שבהן הקציר לגרגרים או למספוא הוא ממוכן, מרבית הזנים, אם לא כולם, הם מכלואי F1, ומיעוטם הם זני הפריה חופשית המיועדים בעיקר לשמש כמוצרי בוטיק. בארצות שאינן מפותחות מרבית הזנים הם זני הפריה חופשית, ובמקרים רבים תוצאת ייצור מקומי של החקלאי.

בעת בחירת הזנים, בנוסף לייעודם הסופי, יש להתחשב כאמור גם בעמידות או בסבילות של הזנים לתנאי חום ויובש, במחלות צמחים מכל הסוגים, ובהיותם נושאים גנים לקטילת חרקים או עשבים. בארצות רבות חלות מגבלות רגולטוריות על שימוש בגנים שהוחדרו לצמחים בשיטות ביוטכנולוגיות. מאידך, שימוש בצמחים, הנושאים גנים לעמידות שונות, עשוי להשפיע על הפחתת השימוש בתכשירים שונים ולהוזיל את הוצאות הגידול.

בארצות בלתי מפותחות שיקולים אלה הם משניים, מכיוון שמרבית החקלאים המגדלים תירס משתמשים בזרעים מייצור עצמי. בארצות אלה במקרים רבים הקלחים נקטפים ידנית והאברים הצמחיים היבשים נקצרים ונאספים לשחת. לעתים התירס נקצר לתחמיץ או לשחת בקומביינים או ביד ומקוצץ במכשור ייעודי בשדה או בסמוך למקומות האחסון.

בבחירת זני התירס לגרגרים בארצות מפותחות יש לקחת בחשבון, בנוסף לייעוד הקלחים, גם את שולחנות הקציר של הקומביין - שולחן רגיל או אפים. זאת ועוד, יש להתחשב גם בגובה הצמח - לתירס המיועד לגרגרים ייבחרו זנים נמוכים יחסית, כדי להקטין את שאריות הצמחים בשדה, העלולים להוות מקור מדבק ראשוני למחלות בעונת הגידול הבאה; אך אם האברים הצמחיים של התירס לאחר קציר הגרגרים מיועדים לקש, ניתן לבחור זנים גבוהים. חשוב לציין שבמכלואי F1, יש יותר אחידות בגובה הקלחים, כך שבכיוון שולחן הקציר ניתן להפחית את העומס על מערכות הדיש של הקומביין.

בשדות המיועדים לתחמיץ או לשחת בחירת הזנים מותנית גם בשיטת הזריעה והגידול. אחד הגורמים החשובים הוא היחס בין משקל הקלחים למשקל האברים הצמחיים. אחוז קלחים גבוה מעלה בדרך כלל את האנרגטיות של התחמיץ. בשדות המיועדים לשחת יש לשקול זריעה בשורות תאומות (Twin rows), ובכך לקבל צמחים גבוהים ודקים עם מסת קלחים נמוכה יחסית. בשדות המיועדים לתחמיץ בלבד השיקולים הדומיננטיים הם היחס בין הקלח לצמח (בהתאם לדרישות הצרכן) וכן קבלת יבול מרבי ליחידת שטח. חשוב להזכיר שלמשך הגידול השפעה גדולה על גובה היבול הכולל.

בחירת השטח

בבחירת השטח לגידול תירס יש להתחשב בסוג הקרקע ובמחזור הגידולים הקודם. את כל סוגי התירס אפשר לזרוע לאחר כל גידול, למעט על גבי תירס או סורגום. לא רצוי לגדל תירס באותה חלקה אלא אחת ל-3 שנים מחשש לשרידות של מחלות התירס (ראה פרק מחלות התירס), במיוחד מחלות קרקע, ובשל קשיים בהדברת עשבים, בעיקר דגניים קשי הדברה. חשוב לבדוק את השימוש בתכשירי הדברת עשבים בשנים האחרונות, ובפרט בעונה שעברה, מחשש לשאריות של תכשירי הדברת עשבים העלולים לפגוע בהתפתחות התירס. בעבר נצפו נזקים קשים לתירס משאריות של קוטלי עשבים בכלל, ומקוטלי חד-פסיגיים בפרט.

הכנת הקרקע

הכנת הקרקע לגידול התירס הינה בעלת חשיבות מרובה להתפתחותם התקינה של הצמחים. הכנת הקרקע והעיבודים לפני הזריעה מותנים במשטר העיבוד הרב-שנתי. קיימים הבדלים בין משטרי עיבוד של אפס או מינימום עיבוד לעומת עיבוד שמרני, ויש לקחת בחשבון את זריעת התירס – אם תיעשה לאחר כרב נח או בדו-גידול. לתירס מערכת שורשים מפותחת החודרת לעומק. עיבוד לא מושכל, שיגרום להידוק הקרקע, עלול לגרום לעיכוב בהתפתחות הצמחים. בחלקות שבהן זריעת התירס היא על כרב נח ורטיבות הקרקע בהן גבוהה, יש להקפיד על תנועות הטרקטורים בעקבות קבועים בזמן העיבודים, ובכך למנוע זריעה על פסי הדריכה, כך הזריעה תהיה בעומק קבוע וההצצה אחידה ומהירה.

כרב נח

בכרב נח במשטרי עיבוד של אפס או מינימום עיבוד עדיף לשמור על ניקיון השדה מעשבים באמצעות ריסוס בתכשירי הדברת עשבים, בהתאם למיני העשבים המציצים בשטח. לפני הזריעה ניתן לעבד בקלטרת שטחית להשמדת נבטים צעירים, לשבירת קרום הקרקע ולהבטחת זריעה ונביטה אחידים.

בעיבוד שמרני, בהנחה שהשדה נחרש והוחלק לפני החורף, רצוי לפתוח ערוגות לפני רדת הגשמים, ובכך לאפשר גם בחורף תנועת כלים חקלאיים בפסי הדריכה מבלי לגרום להידוק

הערוגות. עשבים הצומחים במשך החורף ניתן להדביר באמצעות קלטור בהפסקות שבין הגשמים, אולם אם השטח רטוב, ניתן לרסס בתכשירי הדברת עשבים, כמו במשטרים של אפס או מינימום עיבוד. בסמוך לזריעה ניתן לשפר את מצע הזרעים באמצעות תיחוח, ובעיבוד זה גם להצניע את הדשנים.

כרב נע (דו-גידול)

הכנת השטח בדו-גידול מותנית גם היא במשטרי העיבוד. במשטרים של אפס או מינימום עיבוד רצוי לרסס בקוטלי עשבים כדי להשמיד את עשבי החורף ואת שאריות הגידול הקודם. במשטר של מינימום עיבוד ניתן לדשן ולקלטר או לדסק את השטח כדי להיפטר משאריות הגידול הקודם, להצניע את הדשנים ולאפשר זריעה קלה יותר. הזריעה עצמה תיעשה לתוך השלף. חשוב לציין שבדו-גידול חשוב מאוד להנביט בהשקיה ולהבטיח את הרוויית חתך הקרקע בהשקיות הנבטה והשרשה. בכל משטרי הכנת הקרקע רצוי לרסס במונעי נביטת עשבים לאחר הזריעה ולפני ההצצה, כדי למנוע טיפולים כנגד עשבים בזמן הגידול.

דישון (ראה פרק הזנה ודישון התיירס)

בדיקות קרקע לחומרי הזנה (זרחן, אשלגן וחנקן) ייעשו שבועיים מקסימום לפני זריעת התיירס.

להלן ריכוזי חומרי ההזנה הנחוצים לגידול תקין של התיירס:

זרחן: הריכוזים הרצויים בקרקע יבשה בשכבה של 0-20 ס"מ הם 20-25 ppm.

אשלגן: הריכוזים הרצויים בקרקע יבשה בשכבה של 0-20 ס"מ הם 15 ml/l במיצוי תמיסת הקרקע ב-Calcium Chloride.

חנקן: הכמות הדרושה לגידול תירס לגרגרים ולמספוא היא 35-40 ק"ג חנקן צרוף לדונם.

כמות הדשן שיש להוסיף לשטח תיקבע על פי בדיקות הקרקע.

בשדות, שבהם ריכוז הזרחן בבדיקות הקרקע נמוך מ-20-25 ppm בשיטת אולסן, יש להוסיף 1.5 ק"ג/ד' P_2O_5 על כל 1ppm מתחת לרמה הנדרשת. לעתים רצוי להוסיף יותר דשן זרחני מהכמות הנדרשת להבטחת קבלת יבול מרבי. עודף זרחן לא יזיק, אלא יישאר לגידול הבא.

בשדות, שבהם ריכוז האשלגן קטן מ-15 ml/l ועומד על 10-15 ml/l, יש להוסיף כ-50 ק"ג אשלגן כלורי לדונם. אם ריכוז האשלגן בבדיקות קטן מ-10 ml/l, יש לדשן בכ-100 ק"ג אשלגן כלורי לדונם.

חנקן בכמות של 5-10 ק"ג צרוף לדונם ניתן לתת כדשן יסוד מוצק או נוזלי בסמוך לזריעה ולהשלים את החסר במספר מנות, החל מכ-25 ימים לאחר הצצה ועד תחילת שלילת המכבדים.

את מחסורי הזרחן והאשלגן רצוי להשלים כדשן יסוד בזמן הכנת השטח לזריעה. במקרים שבהם לא ניתן היה לבצע דישון יסוד, והשטח מוכן לזריעה אחרי כרב נח או שהזריעה מבוצעת לתוך השלף, ניתן להשלים את הדשנים החסרים בכמויות המתאימות לכל סוג דשן על ידי פיזורם במדשנות לדשנים מוצקים על פני השטח או להצניעם מתחת לשורות הזריעה או משני צדיהן לעומק של 15 ס"מ. בשדות המושקים בטפטוף, והגירעון ביסודות המזינים בהם הוא קטן, ניתן להשלים את החסר בתקופת הגידול הראשונה באמצעות מערכת ההשקיה.

בשדות המושקים בהמטרה (ממטרות או קונועים) יש סכנת צריבות של העלים כתוצאה מדישון בהשקיה.

את הדישון, שאינו דשן יסוד, ניתן לתת בשלבים הראשונים של הגידול על ידי מדשנות לדשן מוצק או להצניע דשן נוזלי באמצעות סיכות סמוך לשורות. בשלבים מאוחרים יותר ניתן ליישם דישון חנקני מעל לנוף באמצעות מרססים מתאימים ובתנאי שתופעל השקיה מיד לאחר יישום הדישון.

זריעה

זריעת תירס לגרגרים או לתחמיץ נעשית במזרעת שורות (פלנטר). את המרווח בין השורות יש להתאים לכלי הקציר ולשיטת ההשקיה (ראה פרק מרווחי שורות). עומק הזריעה ייקבע בהתאם לטמפרטורת הקרקע ולרטיבותה. באביב רצוי לזרוע באופן שטחי לעומק של 3 ס"מ, ובקיץ לעומק 5-6 ס"מ. בזריעות מוקדמות משך ההצצה ארוך, ויש סכנה לפגיעה בזרעים על ידי מזיקי קרקע. בשטחים המיועדים לזרוע גידול, שבהם פסי הדריכה קבועים, ניתן לזרוע ישירות לתוך השלף לאחר הורדת החיטה או כל גידול חורף אחר. בזמן הקציר או האסיף של גידול החורף יש להקפיד על כך שלא לדרוך על הערוגות ולמנוע הידוק במקומות שנועדו לזריעה. זריעה בשטחים שבהם נהוג משטר של אפס או מינימום עיבוד או בשטחי דו-גידול לתוך השלף, רצוי להשתמש במזרעה ייעודית עם פולחים מתאימים. כאשר חדירת הפולח אינה עמוקה מספיק ניתן להשקות השקיה טכנית של כ-40 קוב/ד' ולהשלים את ההרווייה בזמן השקיות ההנבטה וההשרשה עד לקיבול שדה.

עומד הצמחים

בניסויים רבים שנערכו בחו"ל ובארץ נמצא שהיבול המרבי לתחמיץ ולגרגרים התקבל בעומדים של 6500-8000 צמחים לדונם, במרווחים שונים בין השורות (ראה פרק מרווחי שורות). בתנאי הארץ נמצא שבמדשנים המתחילים ביולי ונמשכים במהלך הקיץ רצוי לזרוע בעומדים נמוכים מעט יותר של 6500-7000 צמחים לדונם. צפיפות זריעה דלילה יותר מאפשרת התפתחות קנים עבים יותר, ולכן עמידות טובה יותר לרביצה בתנאי הרוחות ולעתים גם בגשמים בשלהי הקיץ, בעת הקציר.

בכל עונות הזריעה, כדי לקבל את עומד הצמחים המתוכנן, יש לזרוע כ-10% יותר זרעים ממספר הצמחים הרצוי.

השקיה

צריכת המים של התירס משתנה בהתאם לשלבי הגידול ולאזורי הארץ השונים. מכיוון שהתירס רגיש מאוד למחסור במים, חשוב להרוות את חתך הקרקע לעומק של לפחות 1.2 מ' כבר בשלבי הגידול המוקדמים (ראה פרק דרישות התירס למים). הנחיות ההשקיה מבוססות על שתי שיטות עיקריות: האחת, השקיה לפי כמויות מים קבועות בהתאם לשלבי הגידול. השנייה, השקיה המבוססת על מקדם לפי פנמן-מונטיס, בהתאם לשיטת ההשקיה ולשלבי הגידול.

טבלת 9. כמויות מים להשקיית תירס לגרגרים ולמספוא בהמטרה ובטפטוף

שלב פנולוגי	מקדמי התאדות*	כמות מים קבועה לדונם (קוב) בהמטרה או בקונוע
הנבטה		40
השרשה I - 4 ימים לאחר הנבטה		40
השרשה II - 10 ימים לאחר השרשה I		40
התמיינות - כ-25-30 ימים מהצצה	0.4-0.6	30
עד גמר שלילת המכבד (תפרחת זכרית)	0.7-0.9	110
הפריה	1.0-1.2	80
מילוי קלח - עד שלב גמר חלב	0.7-0.8	110
סה"כ		450

* באזורים יבשים מומלץ בדרך כלל להשתמש במקדם הגבוה.

- בהשקיה במנות מים קבועות חשוב להנביט תוך כדי הקפדה על הרציפות בהרטבה ועל מילוי החתך עד שלב ההתמיינות.
- בהשקיה בהמטרה או בקונוע יש להשקות בתחילה כפי שצוין לעיל בשיטת הכמויות הקבועות, ובשלב ההתמיינות לעבוד לפי מקדמי פנמן-מונטיס.
- בשלב ההנבטה וההשקיה בטפטוף יש לוודא את השלמת מילוי החתך עד לשלב ההתמיינות, ולאחר מכן יש להשלים את מנות המים בהתאם למקדמי פנמן-מונטיס.
- על סמך ניסויים שנערכו בארץ ובעולם, שיא צבירת החומר היבש חל בשלב גמר חלב, ולכן ניתן להפסיק את ההשקיה בטפטוף כ-15 ימים לאחר ההפריה או 10 ימים לאחר ההפריה בהשקיה בהמטרה.

לקראת הזריעה יש להבטיח קיבול שדה עד עומק של 1.2 מטר. גירעון במים ניתן להשלים בהשקיה טכנית לפני הזריעה או בהשקיות ההנבטה וההשתרשות (30-40 קוב/דונם בכל השקיה).

יש להקפיד על התחברות הרטיבות בין שכבות הקרקע, ואם אינה קיימת לפני הזריעה, יש לשים לב להשתרשות טובה של השורשים האדוונטיביים. במהלך הגידול אין לרדת מתחת ל-50% מים זמינים. תדירות מחזורי ההשקיה בקרקעות כבדות ובינוניות יהיו: בהמטרה -12 10 ימים, ובטפטוף 1-5 ימים. סיום ההשקיה בהמטרה או בקונוע תהיה כשבועיים לאחר ההפריה; ובטפטוף כ-3 שבועות לאחר ההפריה (גמר שלב מילוי החלב).

השקיה בקולחים

כמויות המים בהשקיה בקולחים זהות לאלו הנהוגות במים שפירים. התירס סביל לריכוזים גבוהים יחסית של חנקן במים (ראה פרק דרישות התירס למים ולדשנים). השקיה בקולחים עם ריכוזים גבוהים מאוד של חנקן עלולה לגרום להצטברות גבוהה של חנקן באברי הצמח, אשר לעתים אינה נראית בזמן הגידול ועלולה להסב נזקים בעת החמצת התירס.

הערה: טכנולוגיות ושיטות ההחמצה של התירס אינן מעניינינו כאן. ניתן לקבל מידע בנושא ממנהלי מרכזי מזון ומתזונאי ענף הבקר.

בארצות רבות בצפון אמריקה, במערב אירופה ובמרכז אירופה השקיית התירס התבססה בעבר על גשמי קיץ. לאור השינויים האקלימיים וההתחממות הגלובלית של כדור הארץ, קיימות תופעות של תקופות יובש ממושכות. בשדות רבים באזורים אלה הותקנו בשנים האחרונות מערכות גיבוי לשקיה, בדרך כלל בקונועים מעגליים או חזיתיים.

משך הגידול וקביעת מועד הקציר

משך הגידול וקביעת מועד הקציר של התירס נמדד בימי מעלה. הנוסחה המקובלת לחישוב ימי המעלה בתירס היא:

(טמפרטורת מקסימום + טמפרטורת מינימום) חלקי 2 = טמפרטורה יומית ממוצעת בתקופת הגידול הרלוונטית.

כדי לחשב את ימי המעלה הדרושים לגידול התירס, מכפילים את הטמפרטורה הממוצעת בתקופת הגידול במספר ימי הגידול שנותרו עד גמר הבשלת דונג.

לדוגמה: טמפרטורת המקסימום = 36°C ; טמפרטורת המינימום היא 18°C ; ומכאן שהטמפרטורה הממוצעת היא 27°C , $(36+18)/2=27$. הזמן העומד לרשותנו עד גמר הבשלת הדונג הוא 3.5 חודשים, שהם כ-105 ימי גידול. וחישוב ימי המעלה הוא: $27 \times 105 = 2835$ ימי מעלה. ימי המעלה ומאפייני כל זן מופעים על התוויות הצמודות לשקי או מארזי הזרעים.

בארץ אכן אנחנו משתמשים בזנים בעלי אפיון של 2700 עד 3000 ימי מעלה. ברור שלאור שיטת חישוב זו, במזרעים מוקדמים בארץ משך הגידול יהיה ארוך יותר, ובמזרעים של אמצע הקיץ יהיה קצר. כמו כן, יש לקחת בחשבון שגידול מואץ של תירס יכול להתבטא גם בירידה בצימוח ובמשקל הקלחים.

בגידול תירס לגרגרים יש להוסיף עוד כשלושה שבועות עד התייבשות הקלח והתאמתו לקציר מכני.

בארץ עיקר גידול התירס (למעט תירס מתוק ופופקורן) מיועד לתחמיצים ולשחת, וחלק קטן שלו מיועד לגרגרים. גידול תירס לגרגרים בארץ מיועד להפקת מוצרים ותוספים לתעשיית המזון. מסיבה זו נהוג לגדל בארץ זנים מקבוצת 'שן הסוס', המתאימים למרבית המוצרים להזנת בעלי חיים ולתעשיית המזון.

קציר תירס לגרגרים

איסוף גרגרי תירס בארצות בלתי מפותחות נעשה לרוב בקטיף ידני, שבו נתלשים הקלחים מהצמח בשלמותם. קלחי התירס נקטפים בשלב סוף דונג ועד שלב של הבשלה מלאה, כלומר בגרגרים קשים. לאחר הקטיף נתלשים ידנית עלי העטיף, והגרגרים מופרדים ידנית מהשזרה או באמצעות מכונות דיש נייחות (מותנה באחוזי היובש של הגרגרים). באזורים רבים על פני כדור הארץ נהוג לקטוף את הקלחים ולדוש אותם באחוזי יובש גבוהים במקצת מהרצוי (מחשש לנזקי ציפורים ובעלי חיים אחרים), ולפרוס את הגרגרים על משטחי ייבוש או על גבי יריעות מסוגים שונים כדי לייבשם. לאחר הייבוש מאחסנים את הגרגרים בממגורות מסוגים שונים או מוכרים אותם.

בארצות מפותחות הקציר לגרגרים מתבצע בקומביינים, הקוצרים ודשים את הקלחים במהלך אחד. קיימים שני דגמים עיקריים של שולחנות קציר: שולחן אפים ושולחן רגיל (כמו קציר לתבואות). חשוב לדעת כבר לפני הזריעה באיזה דגם שולחן ייקצר השדה כדי להתאים את מרווחי השורות בדריעה לקומביין. אם בקומביין שולחן אפים - מרווחי השורות יהיו בד"כ 30 או 38 אינץ' (75 או 96.5 ס"מ). אם בקומביין שולחן תבואות, ניתן להחליט באיזה מרווח שורות נזרע כדי לקבל יבול מרבי.



תמונה 151. שולחן אפים לקציר תירס לגרגרים

מקור: John Deere Pictures from Goole.com



תמונה 152. שולחן קומביין לתבואות

מקור: John Deere Pictures from Google.com

הקציר לגרגרים ייעשה כאשר לחות הגרגרים תהיה כ-14% לחות. לחות גבוהה יותר עלולה לגרום לפגיעה בשלמות הגרגרים בזמן הדיש. כיוון של כל מערכות הקציר והדיש של הקומביין יעשה בהתאם לקציר גרגרי התירס, כדי להגיע לדיש טוב ולמינימום פחת בעת הקציר. אחסון הגרגרים לאחר הקציר יהיה בממגורות או במחסנים ייעודיים, כאשר הלחות המיטבית לאחסון היא 13.5-14 אחוזי לחות.

קציר תירס לתחמיץ ושחת

גידול התירס לתחמיץ או לשחת נעשה בדרכים שונות בהתאם לייעוד הגידול, לאגרונומיה המקומית ולמכשור הייעודי לקציר.

קציר לשחת

שדות המיועדים לשחת נזרעים במקרים רבים בזריעה צפופה, בדומה לזריעת חיטה. לעתים נהוג לזרוע בשורות תאומות (Twin Rows) כדי לקבל קנים דקים יותר, כאשר ממילא אין בקציר לשחת חשיבות לגודל או למשקל הקלחים. אפשרות נוספת היא זריעה בשורות, כמו בתירס לגרגרים ולתחמיץ. התירס לשחת בכל צורות הגידול נקצר בעת הופעת המכבדים או בתחילת יציאת הקלחים.

הקציר לשחת בארצות בלתי מפותחות נעשה בכלי קציר ידניים, כגון מגלים, מצ'טות וכדומה. את החומר הנקצר משאירים בשדה באומנים (וולים) או באלומות, ולאחר התייבשות הצמחים בהגיעם לכ-15% אחוזי לחות, הם נאספים ומאוחסנים באופנים שונים: ממתבנים ועד כיסוי ביריעות פלסטיק.

בארצות מפותחות השדות נקצרים לאומנים במקצרות מתאימות, ולאחר התייבשות של כ-10%-15% לחות, בהתאם לסוג החבילות (אחוזי החומר היבש בהן 85%-90%, בהתאמה), השחת נכבשת לחבילות ומאוחסנת במתבנים או במערומים המכוסים ביריעות פלסטיק.

בארצות קרירות נהוג במקרים רבים לעשות 'שחמיץ' (Haylage) - שיטת ההכנה דומה לזו של השחת, אך אחוזי הלחות בה בעת הכבישה הם כ-45%, או כ-55% חומר יבש. חבילות השחמיץ נעטפות ונאטמות ביריעות פלסטיק, כך שהפעילות הביוטית בהן נמנעת, ולכן יכולתן להישמר במשך תקופה ארוכה. בארצות חמות הפעילות הביוטית גבוהה, ובמקרים רבים חבילות השחמיץ מתעפשות.

קציר לתחמיץ

שימור מספוא בתחמיץ ידועה מזה אלפי שנים. היום שיטה זו מיושמת רובה ככולה בחוות גידול של בעלי חיים. כבר בשלבי תכנון הזריעה יש לקחת בחשבון את סוג הקומביין לירק ואת שולחן הקציר שלו - שולחן אפים, ואז יש לזרוע בשורות עם מרווחים מתאימים; או שולחן מסוג קמפר (kemper), שבו ניתן לקצור ללא תלות במרווחי השורות.



תמונה 153. שולחן מסוג קמפר (kemper) המיועד לקציר רב-תכליתי

מקור: Claas site from Google.com

את התירס לתחמיץ קוצרים בדרך כלל כאשר אחוזי החומר היבש (ח"י) הממוצעים בצמח הם כ-35%. יש הבדל בין אחוזי הח"י בקלחים לאברים הצמחיים. בעת הקציר אחוזי הח"י באברים הצמחיים נע בין 20% ל-25%, ובקלחים בין 50% ל-55%, תלוי בזן, במרווחי השורות ובאחוז משקל הקלחים מהמשקל הכללי. קיימות שיטות אחדות לקביעת מועד הקציר המיטבי:

האחת מבוססת על המצב הפנולוגי (לפי בחינה חזותית), כאשר הגרגרים בקלח מגיעים לשלב הדונג המאוחר. בשיטה זו יש חשש מכך שהאברים הצמחיים (ווגטטיביים) יתייבשו מעל הרצוי ולא יאפשרו החמצה טובה.

השיטה השנייה היא לבצע בדיקות אחוזי הח"י במעבדה החל משלב מילוי הגרגרים. בשיטה זו דוגמים אברים צמחיים בנפרד מהקלחים, בודקים מעת לעת את קצב ההתייבשות, ולפיו קובעים את מועד הקציר.

השיטה הנפוצה היום בארץ היא הבדיקה החזותית, ובמקרים רבים עדיף להקדים במקצת את מועד הקציר מאשר לאחר. משך הזמן מהנצת הקלחים עד שלב סוף חלב הוא כ-4 שבועות.

מניסויים שנערכו בארץ ובחו"ל עולה כי היבול המרבי של התירס לתחמיץ הוא בסוף שלב מילוי החלב. לאחר מועד זה יש תוספת קטנה במשקל הגרגרים, אך יש פחיתה במשקל היבש של האברים הצמחיים. לאור ממצאים אלה, רצוי להפסיק את ההשקיה בהמטרה כ-10 ימים לאחר ההפריה או כשבועיים לאחר ההפריה בהשקיה בטפטוף (ראה סעיף ההשקיה).

קציר התירס לתחמיץ נעשה לרוב באופן ישיר קומביין, ללא קציר להקמלה. הירק הנקצר עובר בקומביין קיצוץ (בהתאם לאורך הנדרש על ידי הצרכן, שהוא בדרך כלל כ-5 ס"מ) ומעיכה של הקלחים, ומשם במפוח (blower) דרך ארובה החומר הנקצר מועבר למשאיות, המובילות למקום ההחמצה.

הערה: טכנולוגיות ושיטות ההחמצה של התירס אינן מעניינינו כאן. ניתן לקבל מידע בנושא ממנהלי מרכזי מזון ומתזונאי ענף הבקר.

גידול תירס לתחמיץ, שחת וגרגרים בארץ

בארץ מגדלים בעיקר תירס לתחמיץ, ומקצת מהשטחים מיועדים לגידול תירס לגרגרים, בעיקר לתעשיית המזון (לא כולל תירס מתוק ופופקורן), וקיימות שתי סיבות עיקריות לכך: 1. קיים חשש גדול מיבוא מזון גס בלתי מעובד לבעלי החיים בארץ. החשש נובע מסיכון לכניסת מיני צמחים פולשים העלולים להסב נזקים לכלל הצומח בארץ, ובפרט לגידולים החקלאיים. כמו כן, יש חשש גדול לכניסת מזיקים ומחלות צמחים שאינן קיימות בארץ.

2. מחיר הגרגרים המיובאים זול יחסית לעלות גידול התירס בארץ בהשקיה מלאה. סך יבוא גרגרי תירס לארץ מדי שנה מסתכם בכמיליון ומאתיים אלף טון. גם אם עלות גרגרי התירס מגידול עצמי הייתה נמוכה, היה נדרש לגידול זה כדי לספק את הכמות הנצרכת, שטח של 1.2 מיליון דונם וכמות של 540 מיליון קוב מים.

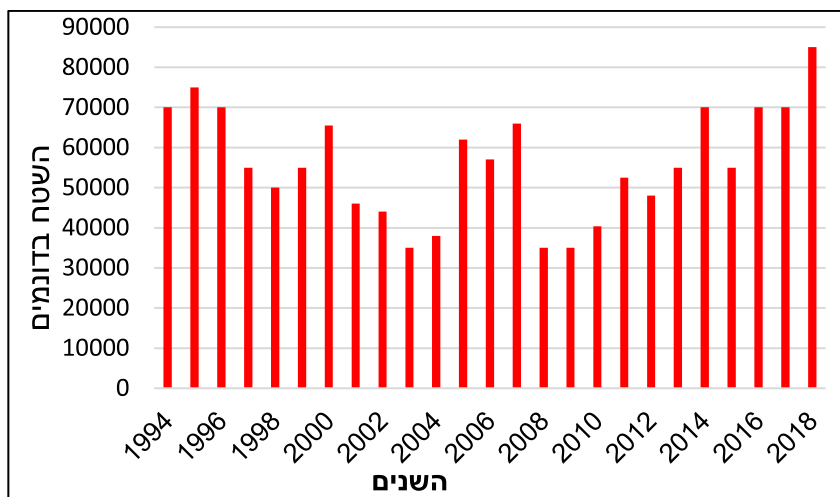
תחילת גידול התירס בארץ בהתיישבות היהודית החל בשנת 1912, כאשר זן תירס לבן (כנראה מהקבוצה הבוטנית 'שן סוס') הובא ממקסיקו ע"י אליעזר יפה. השם תירס בעברית - מקורו בשמו של תירס, בנו של יפת בן נח. גלגולו של השם התחיל ממזרח אירופה, לשם הובא מטורקיה ונקרא ביידיש "חיטה טורקית". בהמשך, מתוך הידוע כי צאצאיו של תירס המקראי התיישבו בטורקיה, הפך השם ל"חיטי תירס" או ל"דורה צהובה", ובהמשך לשם הקיצור: "תירס".

תחילה גודלו בארץ זני תירס מקבוצות בוטניות שונות, אך לא תירס מתוק ופופקורן. בהמשך רוב הגידול היה מקבוצת 'שן סוס', ומקצתו זני תירס קמחי. בתחילת גידולו בארץ שימש התירס לגרגרים, להזנה טרייה של מזון גס לבעלי חיים. קלחי תירס למאכל אדם נקטפו

ידנית, קולפו והתבשלו במשך זמן רב בדוודים, כדי לרכך במקצת את העמילן שבהם, ונמכרו בשווקים וברחובות.

שלושה אירועים מרכזיים שינו את אופי גידול התירס בארץ:

1. לאחר מלחמת העולם השנייה התחיל יבוא של גרגרי תירס לארץ, בעיקר מארה"ב, במחירים זולים, וכתוצאה מכך גידול התירס לגרגרים הופסק כמעט לחלוטין.
 2. חל מעבר של רפתות החלב מהאבסת הפרות במזון גס טרי למזון משומר (תחמיצים ושחתות), ולא היה נחוץ עוד התירס הירוק להזנה טריה של בעלי החיים למעט בתקופת הפסח.
 3. כניסת זני תירס מתוק ופופקורן לתעשיית המזון ולשיווק טרי.
- היום מגדלים בארץ כ-80,000 דונם תירס למספוא, שמהם מכינים 156,000 טון תחמיצים במונחי ח"י או 480,000 טון תחמיצים במונחי חומר רטוב. נוסף לכך, מגדלים עוד כ-3,000 דונם של תירס לגרגרים, שמהם קוצרים כ-2,800 טון גרגרים לצרכים תעשייתיים. חשוב לציין כי שאריות צמחי תירס מתוק לאחר הקטיף משמשים גם הם לתחמיצים. באיור 32 שלהלן ניתן לראות את היקף גודל שטחי התירס למספוא ולגרגרים בארץ.



איור 33. גודל שטחי התירס לתחמיץ בארץ

איור: אפרים צוקרמן

גידול התירס למספוא בארץ החל להצטמצם משנת 1997 עד שנת 2014 עקב מחסור במים, וכתוצאה מכך חל גידול בשטחי החיטה לתחמיץ. במקביל, הייתה כניסה הדרגתית של סורגום לתחמיץ.

השנים 2005-2007 היו שנים שחונות, והתוצאה הייתה עלייה בשטחי התירס לתחמיץ קיץ. בשנת 2015 התגלתה מחלת הארגוט בסורגום, הנגרמת על ידי הפטרייה *Claviceps* *Africans*, המסכנת את הבקר, ולכן הופסק גידול הסורגום בארץ, ושוב חל גידול בשטחי התירס לתחמיץ.

הגנת הצומח

הדברת עשבים (ראה פרק הדברת עשבים בתירס)

העשבים מהווים פגע רע בגידול התירס, לסוגיו השונים, כולל תירס לגרגרים, תחמיץ ושחת. העשבים הם צרכן של חומרי הזנה ומים, הם פוגעים בהתפתחות הצמחים, ולעתים משבשים את הקציר לגרגרים. עשבים גדולים ומסועפים נכרכים על מכלולי הקציר של הקומביין, סותמים אותם ולעתים גם מסבים נזקים מכניים לגרגרים.

מיני עשבים מכילים רעלנים המסוכנים לאדם ובעלי חיים. רעלנים אלה הנמצאים בתחמיצים או בשחתות עלולים לגרום להפרעות בתפקוד, לנזק בבריאות בעלי החיים ואף לתמותה (ראה פרק הדברת עשבים בתירס, פרק משני: סיכוני עשבים לגידול התירס, לאסיף ולתוצרי התירס).

ישנן דרכים רבות להתמודדות עם העשבים. דרכים אלה מפורטות בפרק הדן בהדברת עשבים בתירס.

שיטות הדברת העשבים נחלקות לשני סוגים עיקריים:

1. הדברה מכנית, כגון: חריש, דיסוק, קלטור ועישוב ידני.
2. הדברה כימית במגוון תכשירי הדברה, הפועלים על מנגנונים פיסיולוגיים שונים בעשב. ההדברה הכימית יכולה להתבצע בשיטות שונות, כמו: מניעת הצצה, הדברת נבטים, ריסוסי נוף לקטילת עשבים והגמעה, וכן בריסוס מעל הנוף או בריסוס מכון בין השורות.

בנוסף, קיימות גם שיטות ביוטכנולוגיות מתקדמות, כמו GMO (הנדסה גנטית) והשריית מוטציות המקנות לתירס עמידות לקוטלי עשבים (הרביצידים Herbicides). שימוש בזני תירס הנושאים עמידות לקוטלי עשבים, אם הוכנסו בהנדסה גנטית ואם במוטציות, הם בעלי עמידות לקוטל עשבים ספציפי ולא לכל קוטלי העשבים. מומלץ שהטיפול כנגד עשבים בשדות שבהם גדלים צמחי תירס, הנושאים גן לעמידות ספציפית, יעשה רק בקוטל העשבים הספציפי לעמידות זו.

הערות: תכשירי קוטלי העשבים ויעילותם בהדברת עשבים ממינים שונים, משתנה מעת לעת. לפיכך, יש חשיבות לבחירת קוטלי העשבים ומונעי הנביטה בהתאם למיני העשבים בכל שדה ושדה. חשוב לרשום מדי שנה ובמהלך העונות את שמות העשבים העיקריים בשדה, בעברית ובשםם הלטיני, כדי לעקוב אחר מיני העשבים בשדה ואחר השתנות האוכלוסייה ורמתה במשך השנים. פעולה זאת תאפשר גישה למידע זמין וקונקרטי ותקל בקבלת החלטות אפקטיביות באשר למניעה ולהדברת העשבים בעת גידול התירס המתוק. ממומלץ להיוועץ בנושא במדריכי הגידול ובנציגי חברות תכשירי ההדברה. אין בפרק זה המלצות ספציפיות לשימוש בתכשירים קוטלי עשבים.

הדברת מזיקים (ראה פרק מזיקי התירס)

גידול תירס לגרגרים ולתחמיץ חל תקופת האביב והקיץ. אוכלוסיית המזיקים והנוברים בשדות התירס מתחילה באזור מסוים וממנו עוברת משדה תירס אחד למשנהו במהלך

עונת הגידול כולה. תעופת העשים לשדה חדש מתרחשת בלילה במעלה הרוח הטיפוסית בכל אזור גיאוגרפי (בתנאי ישראל זה קורה בדרך כלל מכיוון מערב למזרח), בשל כך, זריעה של שדות חדשים ביחס לשדות ותיקים - מומלץ שתיעשה בכיוון הפוך למשב הרוח הטיפוסית בשעות הלילה, ובכך תקשה על העשים להגיע אליהם.

במקרים רבים מגדלים את התירס לגרגרים ולמספוא בדו-גידול מאמצע הקיץ, עד הקציר בסתיו, ללא טיפולי הדברה. רמת אוכלוסיית המזיקים, ובעיקר העשים, גדלה במהלך עונת הגידול ומגיעה לשיאה בסוף הקיץ. מעבר החורף של העשים מעונה לעונה, "תרדמת החורף", מתרחש בסוף הקיץ בשדות הנגועים בעשים בשאריות צמחים ובקרע, ומהווים מקור אילוח לשדות תירס בעונה הבאה. מיקוד המאמצים בשדות אלה להפחתת הישרדות המזיק בתקופת "תרדמת החורף" שלו, יפחית משמעותית את אוכלוסיית המזיקים באזור בתחילת עונת הגידול הבאה. שיתוף אזורי של ממצאי הניטור ועיבוד רב-שנתי שלהם יאפשרו את לימוד הדינאמיקה של התנהלות המזיקים בזמן ובמרחב וישמשו למיקוד פעולות הניטור וההדברה וליעילותן.

הדברה טובה של מזיקי התירס מושגת באמצעות שילוב מושכל של פעולות, כמו מחזור גידולים, טיפול נכון בשאריות הגידול מהעונה החולפת, בלבול עשים באמצעות פרומונים, ריסוס בתכשירים קוטלי חרקים, הדברה מקרוביאלית עם תכשירי Bt, ושימוש בוורוסים, בפטריות ובנמטודות תוקפי חרקים, וכן תגבור ועידוד התפתחותם של אויבים טבעיים. ממומלץ להיוועץ במדריכי הגידול ובפקחי מזיקים בכל הקשור באסטרטגיה של הדברת המזיקים, תוך התחשבות במיקום השדות, בעונת הגידול, באקלים ובאמצעי ההדברה העומדים לרשות המגדל.

הדברת מחלות (ראה פרק מחלות בתירס)

המחלות הפוגעות בכל הסוגים והמינים של התירס, פוגעים כמובן גם בתירס לגרגרים ולמספוא (ראה פרק מחלות התירס). מחלות התירס עלולות לגרום לירידת יבולים ולפגיעה באיכות הגרגרים. חשוב לציין שכמה מהמחלות הפטרייתיות עלולות לגרום להיווצרות רעלנים המסוכנים לאדם ולבעלי החיים. רעלנים אלה הנקראים מיקוטוקסינים (רעלנים פטרייתיים) יכולים להצטבר בגרגרים, ואינם מתכלים בתהליכי עיבוד הגרגרים ואחסונם בממגורות. הימצאות סימפטומים של מחלות אלה בצמח עלולה לפסול את שיווק הגרגרים ואת היותם ראויים למאכל אדם ובעלי חיים, ולכן חשוב לאבחן מחלות אלה ולהדבירן בהקדם.

הדברה מספקת של מחלות התירס מושגת על ידי שילוב נכון ומושכל של פעולות אגרוטכניות, הכוללות: מחזור גידולים, דישון מתאים, טיפול נכון בשאריות הגידול הקודם, שימוש במכלואים עמידים וטיפול מתאים בקוטלי מחלות. רצוי להיעזר בהמלצות לדברת מחלות ביועץ מקצועי באשר לשיטת הטיפול ולתכשירי ההדברה המתאימים למצב השדה ולגיל הצמחים.

גידול תירס מתוק

קלחי תירס מבושלים שימשו מאכל לאינדיאנים באמריקה עוד לפני מאות שנים. השימוש בקלחי תירס למאכל אדם אומץ על ידי הספרדים, ובהמשך, עם התפשטות התירס, אכילת קלחי תירס נפוצה לכל העולם. זני התירס המקוריים שימשו במקורם לגרגרים ולמספוא לבעלי חיים. המעבר לגידול תירס מתוק למאכל בני אדם החל עם גילוי של גן מוטנט רצסיבי (נשלט) SU (Sugary), המעבד בגרגרים את סינתזת הסוכרים הפשוטים (אוליגוסכרידים), המגיעים מהעלים בתהליך הפוטוסינתזה, לרב-סוכרים (פוליסכרידים) עמילן ופרוקטן (Boyer and Shannon 1983).

הופעת הזנים המתוקים וגידולם הביאו מחד, לאכילת קלחי תירס מתוק טריים, ומאידך, לפיתוח תעשיית המזון של התירס ולשימור מוצריו השונים בתעשיית השימורים בקופסאות או בהקפאה. החדרת מוצרי התירס השונים לשווקים הייתה קשה וארכה זמן רב, אך היום מוצרי התירס המתוק מצליחים לתפוס את מקומם בתפריט היום-יומי של הצרכנים.

טיפוסי זנים של תירס מתוק

קיימים כיום, למעשה, ארבעה טיפוסים של תירס מתוק:

1. SU1 (Sugary) - גן רצסיבי הפוגע בתהליך הסינתזה של עמילן מסוכרים, וכתוצאה מכך עולה אחוז הסוכר בזנים הנושאים אותו לכ-3%. יתרה מזאת, בנוסף לעלייה באחוז הסוכר, גרם הגן SU1 לסינתזה של פיטוגליקוגן - רב-סוכר (בדומה לגליקוגן), המקנה לגרגרי התירס טעם חמאתי עדין (קריספי), ולכן זני התירס שפותחו על בסיס הגן SU1, הצטיינו ברמת מתיקות, הגבוהה מזו של זני התירס למספוא, ובטעם חמאתי עדין.
2. בשנת 1974 זוהה בארה"ב גן נוסף - SE (Sugary Enhancer), הגורם להגדלת תכולת הסוכרים בתירס המתוק לעומת זני SU1, תוך שמירה על הטעם החמאתי. טיפוסי ה-SE מכילים עמילן ופיטוגליקוגן ברמה קרובה או זהה לזו של טיפוסי SU1, אך בעלת יתרון של רמת סוכרים גבוהה. נביטתם דומה לזו של זני SU1, ונראה היה שהם מתאימים להחליף את זני ה-SU1 ולשמש כטיפוס העיקרי בתעשיית השימורים והקפואים. זני ה-SE הראשונים היו בעלי צבע גרגר בהיר וקליפת גרגר (פריקרפ) עדינה מאוד, ובנוסף גילו רגישות לפגיעות מכניות.
- היום מצויים בשוק זני SE בעלי צבע צהוב רצוי ופריקרפ שאינו עדין מדי. זנים אלה, שתכולת הסוכר בהם מגיעה לכ-3.5%, משמשים במקרים רבים את השוק של התירס הטרי ומאפשרים גמישות יתר באסיף, בעיקר בעונה החמה.
3. זני מכלוא SU/SE - מכלוא זה מביא לידי ביטוי משמעותי יותר את הגן SE בנוכחות הגן SU.
4. בשנות החמישים התגלה גן רצסיבי נוסף - Sh2 (Shrunken), הנקרא מתוק-על (Suppersweet). הגן Sh2 מעבד ביתר שאת את סינתזת העמילן ומגביר הצטברות סוכרים לרמה כפולה מזו שבזני U1, כ-6% סוכר ויותר. בשנות השישים הופיעו זנים ראשונים, המכילים את הגן Sh2. הזנים הראשונים היו בעלי מבנה צמח הדומה לזה של

תירס המספוא. הגרגרים אמנם היו מתוקים מאוד ומימים יותר, אך הגרגרים בקלח לא היו מסודרים וקליפה הגרגר הייתה גסה. עקב העיכוב ביצירת העמילן, הגרגרים והזרעים היו מצומקים ואחוז הנביטה בהם היה נמוך. הזנים הראשונים שהופיעו בשוק לא תאמו את דרישות התעשייה בשל קליפתם העבה מאוד של הגרגרים, והגרגרים על הקלח לא היה מסודרים בצורה סימטרית.

בדורות הבאים של זני ה-Sh2 שופר מבנה הצמח והקלח בדומה לזה של זני ה-SU1. חשוב לציין, כי למרות השיפור הרב שחל בזני Sh2, טעמם אינו חמאתי וקליפת הגרגר המשופרת עדיין אינה מגיעה לדרגת העדינות של זני SU1. זני התירס העל-מתוק (סופר-סוויט) מיועדים כיום בעיקר לשיווק של קלחים טריים ברשתות השיווק או בשולי בבישים, לייצוא טרי וכן בתעשיית שימורי הגרגרים דלי הקלוריות (מזון בריאות) ללא תוספת סוכר לשימורים. השוק של תירס טרי בארה"ב מבוסס בעיקר על זני Sh2.

הפריה וטיפול זני תירס מתוקים

כל טיפוס הזנים של תירס מתוק הם מוטנטים רצסיביים (נשלטים), לכן האבקה זרה גורמת לפגיעה באיכות הגרגרים. אבקה שמקורה בתירס לגרגרים ולמספוא פוגעת באיכות הקלחים של כל סוגי התירס המתוק. האבקת זני תירס מתוק, בעיקר מאבקה שמקורה בשדות שכנים של תירס למספוא ולגרגרים, פוגעת במתיקות ובאיכות של גרגרי התירס. זני SU1 נפגעים פחות משאר טיפוס הזנים המתוקים, מכיוון שהצטברות העמילן בגרגרים נעשית בעיקר משלב הבשלת חלב עד הבשלת דונג, וההבדל בתכולת הסוכרים בין תירס מתוק SU1 לתירס לגרגרים אינו גדול.

פגיעה בולטת באיכות ובמתיקות הקלחים של תירס מטיפוס Sh2 תתקבל מהפריה (האבקה) שמקורה בשדות שכנים של תירס למספוא. זני תירס מטיפוס Sh2, שהוא בקו מזני תירס מטיפוס SU1 ו-SE, לא יגיעו לרמת הצטברות סוכרים כמקובל בזנים העל-מתוקים. מאידך, זני SU1 או SE, שיקבלו אבקה מזני Sh2, יהיו עמילניים קמחיים. האבקה בין טיפוס זנים SU1 ל-SE, ולהיפך, פוגעת רק באופן חלקי במתיקות של זנים אלו, אך לא בטעמם החמאתי, ואיכותם לעתים עולה.

כדי למנוע האבקה זרה בין טיפוס זני התירס המתוק, דרוש בידוד במרחק של 300 מטר לפחות בין שדה מטיפוס אחד לשדה מטיפוס אחר.

מטרות הטיפול

לפני שגילו את טיפוס התירס המתוק, המבוססים על גנים רצסיביים המעכבים את הצטברות עמילן בגרגרים, השתמשו בארץ ובעולם בזני תירס שנועדו לגרגרים. זנים אלה, בעודם צעירים ורכים, מכילים כמות סוכרים פשוטים ומתוקים, שלאחר מכן יסונתזו לעמילן, ולכן טעמם מתוק במקצת. בארצות רבות נהוג גם כיום להשתמש למאכל אדם בזנים לגרגרים הנקטפים במועד מוקדם (סוף חלב תחילת דונג) - להרתיחם במים כדי לרכך את העמילן שהצטבר ולעתים גם לקלותם על האש.

היום מסופק תירס מתוק למאכל אדם בכמה אופנים: תירס טרי המשווק ברשתות השיווק הגדולות, בדוכני מכירת ירקות ופירות ובדוכנים בשולי דרכים.

מוצרים תירס תעשייתיים:

- גרגרי תירס בקופסאות שימורים.
 - קלחים שלמים מקולפים בקופסאות שימורים.
 - גרגרי תירס בהקפאה.
 - קלחים שלמים או קלחונים מקולפים בהקפאה.
 - שימור גרגרים באריזות ואקום.
 - שימור קלחים באריזות ואקום.
- כדי לשווק תירס מתוק, בעיקר כמוצר תעשייתי, יש חשיבות רבה למראה הקלחים: אחידות בצבע, שורות סדורות וישרות וגרגרים שאינם פגועים. כמו כן, יש משמעות להתאמת אורך וקוטר הקלחים לאריזות שבהם הקלחים משווקים.
- למדדים אלו, אם כן, יש חשיבות רבה בטיפוח זנים חדשים.

המגמה העיקרית בטיפוח תירס מתוק:

1. שיפור איכות קלחי התירס (מתיקות, פריכות וקליפת גרגר עדינה).
2. התאמת זנים למוצרי התירס השונים (אורך, קוטר, צבע, עומק וגודל גרגרים).
3. הגמשת משך הגידול ועיתוי האסיף בהתאם למטרות השיווק של המוצרים השונים.
4. שיפור מבנה הצמח כדי להקנות לו עמידות טובה יותר בתנאי אקלים משתנים.
5. שיפור והחדרת גנים לעמידות למחלות שונות, ובעיקר למחלות קרקע.
6. החדרת גנים בשיטות ביוטכנולוגיות (כולל GMO ומוטציות) כנגד מזיקים ועשבים.

מרבית הזנים הנמכרים כיום הם מכלואים יחידים - F1, המתקבלים מהכלאת שני קווי הורים טהורים (הומוזיגוטיים). בשיטה זו (ראה פרק טיפוח זני תירס) מתקבלות התכונות הדרושות לאחידות מרבית הן במועד ההבשלה והן במיקום הקלחים על הצמח, גודלם ואיכותם, ובכך מתאפשר אסיף מכני יעיל ואחיד. דגש רב מושם בטיפוח טיפוס זני התירס על התאמת הזנים לשיווק טרי ולתעשייה:

לשיווק טרי נדרשת הקפדה בעיקר על טעם הגרגרים ועל גודל הקלח, שלא יהיה גדול מדי ולא בעל שזרה עבה, וכן על שורות ישרות וסדורות והפריה מלאה עד קצה הקלח; בנוסף לגודל הגרגרים ולצבע הזהוב או הלבן (יש אוהבים תערובת של גרגרים צהובים ולבנים). בארה"ב מרבית התירס הטרי המשווק ברשתות השיווק או בדוכנים שייך לתירס על-מתוק (Supersweet), ורק מקצתו מטיפוסים אחרים של תירס מתוק. בארץ מרבית השיווק הטרי של תירס הוא מטיפוסי הזנים המתוקים הרגילים.

בטיפוח זנים לתעשיית המזון מושם דגש על התאמת הזנים ומשך תקופת הגידול בהתאם למוצרים התעשייתיים השונים. מכיוון שהמוצרים התעשייתיים משומרים בקופסאות, בהקפאה או באריזות ואקום, יש חשיבות רבה להתאמת מועדי הגידול למועד קבלת היבול

המרבי ולהגדלת ניצולת הקלחים. קלחים שלמים או קלחונים המיועדים לשימור - רצוי שאורכם יהיה כ-19 ס"מ (מידה המותאמת לאריזות המקובלות). קלחים ארוכים יותר ייקטמו בקצותיהם והשימוש שייעשה בהם בתעשייה לא יהיה רב. את זני התירס המתוק נהוג לחלק לפי תקופת גידולם, לזנים בכירים בינוניים ואפילים, וכן לפי צבע הגרעין: צהוב, לבן או מעורב צהוב-לבן.

בטיפוח שמים דגש גם על זנים הייעודיים למוצרים הסופיים. המוצר התעשייתי העיקרי הוא גרגרי התירס המתוק, ולכן טופחו זנים בעלי קלחים גדולים וארוכים עם גרגרים גדולים. זנים אלה מגדלים בדרך כלל באמצע עונת גידול התירס. מכיוון שחיתוך הגרגרים מהשזרה אינו תלוי באורך הקלח, הרי שהיבול הגבוה והפחת הקטן מקנים להם יתרון כלכלי בתעשיית המזון. בעונות השוליים מגדלים במקרים רבים זנים שקלחיהם קצרים יותר, המתאימים לשימורי קלחים שלמים וקלחונים.

דגש נוסף מושם על התאמה לשיטות הקטיף. בעבר, כשהקטיף היה ידני, הועדפו זנים שהניבו כמה קלחים. יש לציין כי לרוב היה הקלח הראשון העליון עולה בגודלו ובאיכותו על אלה של הקלחים המתפתחים על הפרקים הנמוכים יותר. כמו כן, הקלח הראשון משך אליו את רוב תוצרי הפוטוסינתזה והחלבונים הנוצרים בעלים, ולכן איכותו עלתה על זו של הקלחים המשניים.

כיום נעשה עיקר קטיף התירס המתוק באמצעות קומביינים, ולכן שוקדים על טיפוח של זנים בעלי קלח אחד, מכיוון שהקלח השני אינו מגיע להבשלה נאותה בעת קטיף הקלח הראשון וגם איכותו נמוכה יותר. כמו כן, יש חשיבות רבה לאחידות הבשלת הקלחים הראשיים בשדה, כדי להבטיח גם אחידות בכל המדדים של גודל ואיכות הקלחים.

משך הגידול וקביעת מועד הקטיף

משך הגידול מנביטה עד קטיף מותנה בכמה גורמים, שהחשוב ביניהם הוא אורך תקופת גידולם של הזנים: תקופה קצרה (בכירים), בינונית או ארוכה (אפילים). משך גידול זני תירס לגרגרים (לא מתוקים) נמדד בימי מעלה, מנביטה עד שלב גמר דונג. תירס מתוק נקטף בשלב מילוי החלב, ולכן יש לבחון את מספר הימים עד יציאת הקלח הראשון (בתנאי הארץ כ-60 ימים לאחר נביטה) ולתכנן את הקטיף כ-3 שבועות לאחר מכן. בתנאים שבהם שורר חום רב, תקופת הגידול מתקצרת וכך גם זמן ההבשלה של הקלחים ממועד הצתתם ועד שלב אמצע מילוי החלב. לעומת זאת, בתנאים קרירים (יחסית) משך הגידול וגם הבשלת הקלחים מתארכים במקצת. בכל מקרה, יש לערוך תצפיות ובקרה אחר מועד הופעת הקלח הראשון וקצב התמלאות הגרגרים, ובהתאם לקבוע את המועד המיטבי לקטיף. חשוב לציין שקטיף מוקדם פוגע בגובה היבול וקטיף מאוחר מדי ובמיוחד בתירס המיועד לשיווק טרי או להקפאה פוגע גם באיכות וטעם הקלחים ובמקרים שבהם הקלחים נשלחים לתעשיית המזון ניתן גם לפוסלם לשיווק.

בזני תירס מתוק בהפריה חופשית (לא היברידי F1) המיועדים לזרעים, מועד הקציר מתארך בחודש וחצי, שלושה שבועות עד גמר הבשלת דונג ועוד כשלושה שבועות עד התייבשות הגרגרים ומוכנותם לקציר בקומביין תבואות רגיל (ראה קציר תירס לגרגרים ולפופקורן).

השקיה

צריכת המים של התירס המתוק משתנה בהתאם לשלבי הגידול ולאקלים האזורי. הנחיות ההשקיה מבוססות על שתי שיטות עיקריות (ראה פרק דרישת התירס למים):

1. כמויות קבועות בהתאם לשלבי הגידול.
2. השקיה לפי פנמן-מונטיס בהתאם לשלבי הגידול.

טבלה 10. כמויות מים להשקיית פופקורן לפי כמות קבועה ולפי פנמן-מונטיס בהמטרה ובטפטוף

שלב פנולוגי	מקדמי התאדות	כמויות מים קבועות לדונם (קוב) בהמטרה או בקונוע*
הנבטה		40
השרשה I - 4 ימים לאחר הנבטה		40
השרשה II - 10 ימים לאחר השרשה I		40
התמיינות - כ-25-30 ימים מהצצה	0.4-0.6	30
עד גמר שליפת המכבד (תפרחת זכרית)	0.7-0.9	110
הפריה	1.0-1.2	80
מילוי קלח - עד שלב גמר חלב	0.7-0.8	110
סה"כ		450

* יש לעדכן את כמויות המים בהתאם לרטיבות הקרקע ולמשך הגידול.

לקראת הזריעה יש להבטיח קיבול שדה עד לעומק של לפחות מטר אחד. במהלך הגידול אין לרדת מתחת ל-50% מים זמינים בקרקע. באביב המוקדם, על גבי כרב נח, כאשר עומק ההרטבה הוא כ-1 מטר עומק (קיבול שדה), ניתן לבצע את הזריעה ברטוב. ברוב המקרים לא יהיה צורך בהשקיה נוספת עד שלב ההתמיינות.

משלב ההתמיינות תדירות מחזורי ההשקיה בהמטרה או בקונוע בקרקעות כבדות ובינוניות יהיו 10 עד 12 ימים, ובטפטוף – בין יומיים ל-5 ימים.

ההשקיה תסתיים בכל שיטות ההשקיה כשהגרעין נמצא בהבשלת חלב. חשוב להדגיש שבארצות רבות בצפון אמריקה, במערב אירופה ובמרכז, השקיית התירס התבססה בעבר על גשמי הקיץ. לאור השינויים האקלימיים וההתחממות הגלובלית של כדור הארץ, קיימות תופעות של תקופות יובש ממושכות. בשדות רבים באזורים אלה הותקנו בשנים האחרונות מערכות גיבוי לשקיה, בדרך כלל באמצעות קונועים מעגליים או חזיתיים.

קטיף תירס מתוק

תירס מתוק נקטף בדרך כלל בשלב אמצע הבשלת החלב, כ-20 עד 22 ימים מההפריה. בשלב זה מגיעה תכולת הסוכרים לשיא במרבית הטיפוסים הגנטיים, אחוז החומר היבש בגרגרים נע בין 20% ל-30% והגרגרים עסיסיים ופריכים. לאחר מועד זה וככל שהקלחים מתבגרים, פוחתת תכולת הסוכרים, אחוז החומר היבש עולה, ומכאן חלה פחיתה באיכות הגרגרים. משום כך, יש חשיבות בהקפדה על עיתוי נכון של הקטיף.

בארצות חמות קצב פעילות האנזימים, ההופכים את הדל-סוכרים לעמילן במשך תהליך מילוי הגרגרים לפני הקטיף ולאחריו, הוא מהיר יותר. מסיבה זו איכות קלחי התירס באזורים אלה ירודה יחסית, בעיקר בזנים המבוססים על הגן SU1. במקרים רבים, משך הזמן הארוך, העובר מהקטיף להובלה (כולל הובלה ימית ביצוא), ומההובלה לשיווק, משפיע על איכות קלחי התירס ועל טעמם, אשר בחלוף הזמן נעשה טפל.

בעבר, כפי שצוין, נעשה קטיף התירס המתוק באופן ידני; והיום, כשקטיף התירס המתוק מתבצע באמצעות קומביינים, יש חשיבות לשמירה על איכות הקלחים לאחר הקטיף. שהות ממושכת של הקלחים בשדה מרגע הקטיף ועד שיווקם הטרי בדוכני ירקות או עד הגעתם לרשתות השיווק לאחר שנארוזו, פוגעת באיכותם וגורמת לחיי מדף קצרים. קלחים, שכעבור זמן רב משהייתם בשדה, לעתים בטמפרטורות גבוהות, נשלחים למפעלי המזון, נפגעים באיכותם ולעתים בתהליכי השימור התעשייתי מוסיפים להם תוספים שונים לשיפור הטעם ומייקרים את המוצר הסופי.

ציוד קטיף והתאמת הזנים לקטיף

היום כמעט כל התירס המתוק, במיוחד התירס המיועד לתעשייה, נקטף בקומביינים ייעודיים התולשים את קלחי התירס מהצמח ומעבירים אותם למכלי איסוף. קומביינים אלה אינם אוספים את הקלחים המשניים מסיבות מכניות, ולא פחות חשוב, הקלח המשני אינו בשל דיו ואיכותו נמוכה מהקלח הראשי העליון. מסיבה זו, כפי שהוזכר לעיל, אחד מיעדי הטיפוח הוא ליצור זנים בעלי קלח אחד. חשוב לציין שמספר הקלחים לצמח מותנה בזן, בצפיפות הזריעה ובתנאי הגידול.

הקומביינים היום הם קומביינים בעלי אפים (ראה תמונה) התולשים את הקלח הראשי (העליון), הנשלח לעגלה צמודה. כשהעגלה מתמלאת, מרוקנים את הקלחים שנאספו למכלי שינוע להובלת היבול למרחקים ארוכים.



תמונה 154. קומביין לקטיפת תירס מתוק

מקור: hadasim.co.il from Google.com

בארץ נהוג לקטוף את התירס המתוק בלילה, כשהטמפרטורות יחסית נמוכות, ולהוביל את הקלחים במהירות האפשרית במכלים (גונדולות) לבתי האריזה או למתקנים התעשייתיים. בכמה ארצות מפותחות, ובעיקר בארה"ב, התירס המתוק הנקטף נכנס מיד למשאיות או למכולות קירור, ובשיטה זו יכולים קלחי התירס מהשדה להישלח למרחקים ארוכים, במשך שעות רבות יחסית, מבלי שאיכות הקלחים תיפגע בצורה משמעותית.



תמונה 156. הובלת תירס לאחר הקטיפה במשאיות או במכולות קירור

מקור: move-il.co.il from Google.com



תמונה 155. מכל (גונדולה) עם קלחי תירס מתוק

מקור: hadasim.co.il from Google.com

הערך התזונתי

הגורמים, המשפיעים על הערך התזונתי, לפי סדר חשיבותם, הם: התכונות התורשתיות, עונת הגידול, התנאים האקלימיים באזור הגידול, זמינות חומרי ההזנה ומשטר הרטיבות בקרקע (ראה פרקים השפעת אקלים, השקיה והזנה).

תכולת הדל-סוכרים בתירס המתוק רבה יחסית לזו שבתירס למספוא (גרגרים ותחמיץ). שיא תכולת הסוכרים היא בהבשלת חלב כ-18 עד 22 ימים לאחר גמר ההפריה. בשלב זה מגיעה תכולת הסוכר בגרגרים לכ-150 מל"ג סוכרוז ב-1 גרם חומר יבש. גרגר תירס מתוק שצבעו צהוב מכיל כמות קרוטן גדולה יותר מאשר גרעין שצבעו לבן. עם התבגרות הצמח, גדלה כמות הקרוטן בעלים. בזמן ההפריה ובשלב מילוי האשכול, ריכוז הקרוטן משתווה בין הצמח כולו לקלחים. יש לציין כי תכולת הקרוטן גבוהה בכל זני התירס המתוק, אם כי יש הבדלים לא גדולים בין הזנים.

טבלה 11. מרכיבי ההזנה הממוצעים ב-100 גרם גרגרי תירס מתוק טרי (לא מבושל)*

המרכיב	ערך תזונתי ומשקל	המרכיב	משקל
מים	73 g	אלקטרוליטים	
אנרגיה	86 Kcal	נתרן	15 mg
פחמימות	18.70 g	אשלגן	15 mg
חלבונים	3.27 g	מינרלים	
שומנים	1.35 g	סידן	2 mg
כולסטרול	0.00 g	נחושת	0.054 mg
סיבים תזונתיים	2.00 g	ברזל	0.52 mg
		מגנזיום	37 mg
ויטמינים		מנגן	0.163 ng
חומצה פולית - ויטמין B ₉	42 µg	סלניום	0.6 µg
חומצה ניקוטינית - ויטמין B ₃	1.770 mg	אבץ	0.46 mg
חומצה פנטוטנית - ויטמין B ₅	0.717 mg		
פירידוקסין - ויטמין B ₆	0.093 mg	חומרי הזנה צמחיים	
ריבופלבין - ויטמין B ₂	0.055 mg	קרוטן B	47 µg
תיאמין - ויטמין B ₁	0.155 mg	קרוטן a	16 µg
ויטמין A	187 IU	קריפטוקסנטיין β	115 µg
ויטמין C	6.8 mg	לוטאין - זיאקסנטיין	644 µg
ויטמין E	0.07 mg		
ויטמין K	0.3 µg		

* בזמן הבישול משתנים ערכי המרכיבים התזונתיים.

לעתים יש חפיפה בין המרכיבים התזונתיים, וסך המרכיבים עולה על מאה.

מקור: USDA מאגר המידע הלאומי למזון

קביעת איכות התירס המתוק לתעשייה

השיטה המקובלת כיום בעולם היא השיטה האורגנוליפטית, שמשמעותה 'טעימה ולעיסה'. מזה שנים אחדות קיים ניסיון לפיתוח שיטה מעבדתית, אשר תיקבע את איכות התירס, אך עדיין לא נמצאה אף שיטה שהתקבלה כתקן בינלאומי. קיימות כמה בדיקות, העשויות לסייע בקביעת האיכות, כגון: בדיקת אחוז הסוכרים או קביעת אחוז המוצקים המסיסים בכוהל, וכן שיטה לסחיטת התירס וקביעת כמות הנוזל היוצאת מן הגרעינים. השיטות הללו לבדיקת איכות התירס הן איטיות מאוד ואינן מאפשרות חיזוי של מועד הקטיפה, אך חסרונן הגדול מתבטא באחוז הסטיות הגדול ממה שמתקבל בטעימת התירס. כך לדוגמה, שיטות אלה אינן מביאות בחשבון את הקשיות של קליפת הגרגר, שהינו גורם חשוב בטעימות ובאיכות התירס.

גם בארץ ניסו מוסדות המחקר במשך כמה שנים לפתח שיטה, שתותאם לתנאי הארץ, אך התברר כי השיטה שפותחה לא פתרה את הבעיות ורמת דיוקה הייתה קטנה ולא אפשרה את יישומה בשדה.

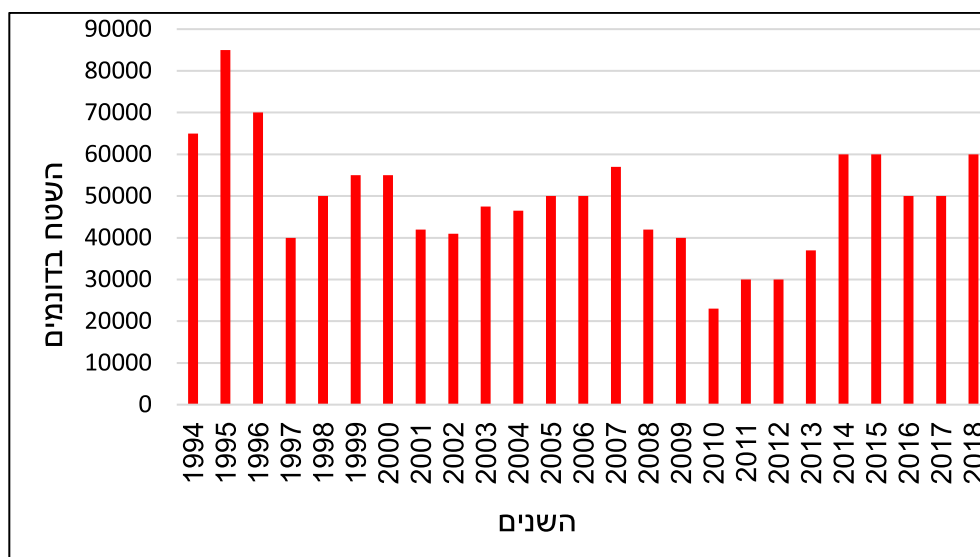
מכון התקנים הישראלי (מת"י) פרסם בשנת 1994 תקן ישראלי לגרגרי תירס בשימורים, ת"י 705. תקן זה, המתבסס על מדדים פיסיקליים, אינו תואם את מדדי האיכות והטעם הנערכים ע"י טעימות בשדה או במפעלי השימורים. באופן מעשי, ערכם של מבחני הטעימה עולה לעתים בעשרות מונים על התקנות הרשומות.

בישראל נערכים מבחני טעימה של זני התירס המתוק לסוגיו בשדה, לאחר הקטיפה, ובמקרים רבים גם לאחר העיבוד התעשייתי, הכולל טעימות לאחר חליטה במים חמים. אם כן, קיים הבדל מהותי בין ההגדרות בתקנים השונים לבין תחושת הטעם הכוללת ואיכות המזון, כפי שנקבעות על ידי הגורמים המקצועיים והמסחריים בענף התירס המתוק.

גידול תירס מתוק בישראל

גידול תירס מתוק בארץ החל בשנות השישים של המאה ה-20. תחילה גודל התירס מטיפוח מקומי ויועד למפעלי עיבוד המזון בשימורים ולאחר מכן לתעשיית הקפואים. זנים אלה בדיעבד לא התאימו לצורכי התעשייה מכמה סיבות: קלחים קצרים ועבים, שורות בלתי סדורות, גרגר רחב והבשלה שאינה אחידה. מסיבות אלה של חוסר התאמה לתעשיית המזון ואי-התאמה לקטיפה מכני, הזנים הללו לא התאימו לגידול מסחרי נרחב. במבחני זנים שנערכו בשנת 1969 בכפר שמואל ובחוות לכיש, נבחנו לראשונה כמה זני מכלוא F1 אמריקאים ונמצא כי הזן ג'ובילי (Jubilee) הוא בעל פוטנציאל יבול גבוה ומתאים במיוחד לעיבוד תעשייתי.

מבחיני זני תירס מתוק וסופר מתוק נערכים מדי שנה באתרים שונים בארץ, כדי לבדוק זנים חדשים מטיפוח מקומי ומחו"ל במטרה לאתר זנים בעלי יבול גבוה ואיכויות משופרות, בהשוואה לטיפוס הבוטני, וכן לבחון אותם בתנאי הגידול בארץ.



איור 34. גודל שטחי התירס המתוק בישראל בדונמים לפי שנים

איור: אפרים צוקרמן

כפי שניתן לראות באיור 33 גודל שטחי התירס המתוק בישראל משתנים משנה לשנה. בסוף שנות ה-90 של המאה הקודמת הגיעו שטחי התירס המתוק לשיא גודלם, בעיקר בגלל ייצוא תירס מתוק איכותי לאירופה. עם גידול שטחי התירס המתוק באירופה כולה, כולל הגוש המזרחי לשעבר, והכנסת זנים איכותיים שטופחו על ידי חברות הזרעים הגדולות, חל פיחות בייצוא התירס, והיום רובו נקטף ונארז לשוק המקומי.

תירס גמדי

תירס גמדי (תירס ננסי) אינו שייך לקבוצה הבוטנית של התירס המתוק. מכיוון שהוא משווק למאכל אדם, הוא נכלל במוצרי התירס למאכל טרי או כמוצר תעשייתי של שימורים וקפואים.

את התירס הגמדי מגדלים כתירס לגרגרים או כתירס מתוק, אך קלחיו נקטפים מיד לאחר ההפריה. זני התירס הגמדי הם למעשה זנים בעלי מאפיינים פרימיטיביים, המניבים מספר גדול יחסית של קלחים על כל צמח. בעבר השתמשו בזני פופקורן, שמספר הקלחים בהם היה רב. כיום קציר זני הפופקורן נעשה בקומביין, ולכן מגמת הטיפוח של זני הפופקורן היא ליצירת קלח אחד גדול ובעל איכויות פופינג גבוהות. הצצת הקלחים, כפי שצוין לעיל, מתחילה מהקלח העליון וממשיכה כלפי מטה בסדר יורד, לפי המפרקים. הצצת הקלחים המשניים מתרחשת במרווח של ימים אחדים בין קלח אחד למשנהו, ולכן הקטיפה מדורג

ונעשה באופן ידני כל כמה ימים. הורדת הקלח הראשון מעודדת התפתחות של קלחים משניים. יבול התירס הגמדי (מספר הקלחים ליחידת שטח) מותנה בזן, בצפיפות הזריעה ובתנאי הגידול.

קלחי התירס הגמדי נקטפים מיד לאחר הצאתם, ולכן לא חשוב אם הופרו או לא. הקטיפה כאמור נעשה באופן ידני, וכך גם כל שלבי הכנת הקלחים עד שימורם בקופסאות או הקפאתם. מסיבה זו, ועד שתפותח מערכת מכנית לקטיפה ולהורדת עלי העטיפה מקלחי התירס הקטנים, עיקר גידול התירס הגמדי מתרכז בארצות שאינן מפותחות, שבהן יש שפע עובדים בשכר נמוך ביותר, אשר בעבודה ידנית קוטפים את התירס ומסירים את עלי העטיפה. לאחר הקטיפה והסרת עלי העטיפה, הקלחים עוברים תהליך חליטה במים חמים ונאזרים בקופסאות שימורים או מוקפאים בשקיות.

הגנת הצומח בתירס מתוק

הדברת עשבים (ראה פרק הדברת עשבים בתירס)

העשבים מהווים פגע רע בגידול התירס לסוגיו השונים, ובמיוחד בתירס מתוק. העשבים הם צרכן של חומרי הזנה ומים, הם פוגעים בהתפתחות הצמחים, ולעתים משבשים את קטיפת קלחי התירס המתוק, מה שגורם לפגיעה בקלחים. צמחי התירס המתוק הם עדינים יותר מזני התירס האחרים, ולכן עלולים להיפגע בגודל, בצורה ובמילוי הקלחים. עשבים גדולים ומסועפים, הנכרכים על מכלולי הקטיפה, סותמים אותם ומונעים תלישה של הקלחים או נזקים מכניים לקלחים, ועלולים להסב נזק כלכלי גדול למגדל. יש דרכים רבות להתמודדות עם העשבים. דרכים אלה מפורטות בפרק הדין בהדברת עשבים בתירס.

שיטות הדברת העשבים נחלקות לשני סוגים עיקריים:

הדברה מכנית, כגון: חריש, דיסק, קלטור ועישוב ידני.
הדברה כימית במגוון תכשירי הדברה, הפועלים על מנגנונים פיסיוולוגיים שונים בעשב. ההדברה הכימית יכולה להתבצע בשיטות שונות, כגון: מניעת הצצה, הדברת נבטים, ריסוס נוף לקטילת עשבים, הגמעה וכן ריסוס מעל הנוף או ריסוס מכוון בין השורות. בנוסף, קיימות גם שיטות ביוטכנולוגיות מתקדמות, שביניהן GMO (הנדסה גנטית) והשריית מוטציות המקנות לתירס עמידות לקוטלי עשבים (הרבצידים Herbicides). שימוש בזני תירס הנושאים עמידות לקוטלי עשבים, אם הוכנסו על ידי הנדסה גנטית או מוטציות, הם בעלי עמידות לקוטל עשבים ספציפי ולא לכל קוטלי העשבים. מומלץ שהטיפול כנגד עשבים בשדות שבהם גדלים צמחי תירס, הנושאים גן לעמידות ספציפית, ייעשה רק בקוטל העשבים הספציפי לעמידות זו.

הערות: תכשירי קוטלי העשבים ויעילותם בהדברת העשבים ממינים שונים משתנים מעת לעת, ולכן יש חשיבות לבחירת קוטלי העשבים ומונעי נביטה, בהתאם למיני העשבים בכל שדה ושדה. חשוב לרשום מדי שנה ולאורך העונות את שמות העשבים העיקריים בשדה

בעברית ובשם הלטיני. זאת, כדי לעקוב אחר מיני העשבים בשדה והשתנות האוכלוסייה וכמותה במהלך השנים.

פעולה זאת תספק מידע זמין וקונקרטי ותקל עלינו בקבלת החלטות מועילות באשר למניעה ולהדברה של עשבים בעת גידול התירס המתוק. ממומלץ להיוועץ בנושא במדריכי הגידול ובנציגי חברות תכשירי ההדברה. אין בפרק זה המלצות ספציפיות לשימוש בתכשירים קוטלי עשבים.

הדברת מזיקים (ראה פרק מזיקי התירס)

תירס מתוק לשוק הטרי מגדלים בכל עונות השנה. תירס לתעשיית המזון (שימורים וקפואים) גדל בחודשי האביב והקיץ. אוכלוסיות המזיקים והעשים עוברת משדה תירס אחד למשנהו במשך כל עונת הגידול. תעופת העשים לשדה חדש מתרחשת בלילה במעלה הרוח הטיפוסית לכל אזור גיאוגרפי (בתנאי ישראל בד"כ ממערב למזרח). לפיכך, זריעה של שדות חדשים ביחס לשדות ותיקים, מומלץ שתיעשה בכיוון ההפוך למשב הרוח הטיפוסית, בעיקר בשעות הלילה, מה שיקשה על העשים להגיע לשדות. במקרים רבים מגדלים את התירס מתוק בקיץ המאוחר או בסתיו, והשדות נקטפים בסוף עונת הגידול.

רמת אוכלוסיית המזיקים בשדות עולה במהלך עונת הגידול ומגיעה לשיאה בסוף הקיץ. מעבר החורף, בעיקר של העשים, מתרחש בסוף הקיץ בשדות נגועים, בתוך שאריות צמחים ובקרע. פעולות מושכלות וממוקדות בשדות אלה, שמטרתן להפחית את הישרדות המזיקים בתקופת "תרדמת החורף", יקטינו בצורה משמעותית את אוכלוסיית העשים הנוברים באזור בתחילת עונת הגידול הבאה.

שיתוף אזורי של ממצאי הניטור ועיבוד רב-שנתי שלהם יאפשרו ללמוד את הדינאמיקה של העשים הנוברים בזמן ובמרחב וישמשו למיקוד פעולות הניטור וההדברה. הדברה טובה של מזיקי התירס מושגת באמצעות שילוב מושכל של פעולות הכוללות: מחזור גידולים, טיפול נכון בשאריות הגידול מהעונה החולפת, בלבול עשים באמצעות פרומונים, ריסוס בתכשירים קוטלי חרקים, הדברה מקרוביאלית באמצעות תכשירי Bt, ושימוש באויבים טבעיים כמו: וירוסים, פטריות ונמטודות תוקפות חרקים, וכן תגבור ועידוד התפתחותם של אויבים טבעיים.

ממומלץ להיוועץ במדריכי הגידול ובפקחי המזיקים בכל הקשור לאסטרטגיית הדברת המזיקים ביחס למיקום השדות, לעונת הגידול, לאקלים ולאמצעי ההדברה העומדים לרשות המגדל.

הדברת מחלות (ראה פרק מחלות בתירס)

המחלות הפוגעות בכל סוגי ומיני התירס פוגעות גם בתירס המתוק (ראה פרק מחלות התירס). מחלות התירס המתוק במקרים רבים רגיש יותר למחלות בהשוואה לסוגי תירס

אחרים. פגיעת מחלות בתירס המתוק יכולה לגרום לירידת יבולים ופגיעה באיכות הקלחים עד כדי פסילתם למאכל אדם ובעלי חיים.

הדברה מספקת של מחלות התירס המתוק מושגת ע"י שילוב נכון של פעולות אגרוטכניות הכוללות: מחזור גידולים, דישון מתאים, טיפול נכון בשאריות הגידול הקודם, וכן שימוש במכלואים עמידים וטיפול מתאים בקוטלי מחלות.

אזהרה - קיימות מספר מחלות בעיקר פטרייתיות התוקפות את התירס ומייצרות מיקוטוקסינים (רעלנים פטרייתיים) המסוכנים לאדם ולבעלי חיים. הימצאות סימפטומים של מחלות אלה עלולה לפסול את הקלחים למאכל טרי או פסילת מכלים הנשלחים לתעשיית המזון. חשוב לאבחן מחלות אלה ולהדבירן בהקדם. רצוי להיעזר בהמלצות להדברת מחלות ביועץ מקצועי באשר לשיטת הטיפול ותכשירי ההדברה בהתאמה למצב השדה וגיל הצמחים.

גידול פופקורן



תמונה 157. פופקורן מוכן לאכילה

מקור מימין: Google.com

תירס קלי "פופקורן" (*Zea mays everta*) הינו אחד מהקבוצות הבוטניות של התירס שטופחו במהלך השנים. הגרגרים שלו מכילים עמילן קשה במיוחד, האוגר בתוכו גם מים. בעת חימום הגרגרים, אדי המים שבתוך האנדוספרם הופכים לאדים היוצרים לחץ גבוה ומפוצצים את הגרעין. גרגר הפופקורן לאחר הפיצוץ מגדיל את נפחו עד פי 30.

זנים קדומים של פופקורן התגלו באתרים היסטוריים במרכז אמריקה ובצפון אמריקה. שרידים של גרגרי פופקורן נתגלו באתר במקסיקו ותוארכו לכ-3600 שנים לפנה"ס. לאחר גילוי אמריקה נצפו שבטים אינדיאניים שניזונו מפופקורן לאחר קליתו ואף השתמשו בגרגרים צבעוניים לעשיית מחרוזות. המתיישבים האירופיים באמריקה קלו גרגרי פופקורן והגישו אותם כדגני בוקר עם חלב או שמנת. במהלך מלחמת העולם השנייה הופנה חלק ניכר מהסוכר בארה"ב למאמץ המלחמתי, והפופקורן שימש כתחליף לממתקים.

לאחר מלחמת העולם השנייה וטיפוח זני מכלוא F1 של פופקורן, חל גידול מתמיד בשטח, ויבול הפופקורן הגיע לשיאו בשנות ה-90 של המאה ה-20, ומאז הייצור נשאר יציב יחסית במשך השנים. מכירות הפופקורן הואצו בשנות ה-80 של המאה הקודמת כתוצאה מטיפוח זני פופקורן המותאמים לקלייה במיקרוגל.

גרגרי הפופקורן נמכרים הן מוכנים לאכילה והן כגרגרים גולמיים לפני הקלייה. שיווק הגרגרים נעשה בשקים או בשקיות פלסטיק אטומות, בצנצנות זכוכית ובכדים אטומים. כל האריזות מיועדות לשמירת הגרגרים בלחות המתאימה להכנת קלי פופקורן בטיגון בסיר או במיקרוגל.

את הטעם של קלי הפופקורן (פופינג) ניתן לשפר, כל אחד לפי טעמו, על ידי תוספת מלח, חמאה וכו'. בנוסף לקלי המקובל, ניתן להשתמש בפופקורן במתכונים שונים. בארצות הברית נכתב ספר הכולל 200 מתכונים שונים שבהם משולב פופקורן. מבחינה תזונתית הפופקורן הוא אחד המזונות הטובים ביותר לארוחה קלה (ראה ערכים תזונתיים בהמשך).

גידול וייצור פופקורן בעולם ובארץ

גידול הפופקורן אינו שונה מהותית מגידול תירס לגרגרים או לתחמיץ. השוני העיקרי הוא בזנים וברגישותם לפגעים שונים, כגון מחלות, מזיקים ורגישות לחומרי הדברת עשבים. ארצות הברית היא יצרנית הפופקורן הגדולה בעולם. בעבר גודל בארה"ב פופקורן בשולי אזור חגורת התירס (Corn Belt). עם הכנסת זני מכלוא, החל משנות ה-70 של מאה ה-20, עבר עיקר הגידול למדינת נברסקה. בעולם מגדלים מדי שנה כ-800,000 דונמים, כאשר

רק בארה"ב מגדלים כ-760,000 דונמים. היבול העולמי בשנים האחרונות נאמד בכ-170,000 טון, שמהם רק בארה"ב - 161,000 טון. היבול הממוצע לדונם בעולם הוא כ-210 ק"ג/ד'. במכלואי הפופקורן אפשר לצפות למחצית מפוטנציאל היבול של מכלואי תירס לגרעינים.

בארץ מגדלים כ-3,000 עד 6,000 דונם פופקורן בשנה לצריכה מקומית, ובשנים של מחסור משלימים את המלאי מייבוא. היבולים בארץ נעים בין 400 ל-700 ק"ג גרגרים לדונם. למרות חשיבותו הדיאטטית, הצריכה ביתית בארץ אינה מגיעה לממדי הצריכה המקובלים בארה"ב.

טבלה 12. מרכיבי ההזנה ממוצעים של 100 גרם גרגרי פופקורן

המרכיב	ערך תזונתי ומשקל
אנרגיה	382 Kcal
פחמימות	78 g
חלבונים	12 g
שמן כללי	4 g
סיבים תזונתיים	15 g
ויטמינים	
ריבופלבין - ויטמין B ₂	0.3 mg
תיאמין - ויטמין B ₁	0.2 mg
מינרלים	
ברזל	2.7 mg

מקור: USDA מאגר המידע הלאומי למזון

בחירת הזנים

בבחירת הזנים יש להתחשב בגורמים שונים, כגון: טיב הקרקע, משך הגידול, האקלים ועוד. מבחינת בחירת הזנים, יש יתרונות הן ביבול והן באיכות לזני המכלוא F1, על פני זנים בעלי הפריה חופשית. בעבר זני הפופקורן היו עתירי קלחים לצמח (3-5 קלחים לצמח). היום זני המכלוא נושאים קלח אחד או שניים, ולכן הגודל והאיכות של הגרגרים בקלחים דומה. מסיבה זו מרבית הזנים הנזרעים בשנים האחרונות הם זני מכלוא. בזני המכלוא יש התאמה טובה בין הגודל והמבנה של הקלחים לקציר הממוכן באמצעות קומביינים מודרניים, מה שמתבטא ביבול גבוה יותר, בפחת קציר נמוך ובשפיכה מועטה של הגרגרים בעת ההבשלה. בנוסף לכך, יש לזני המכלוא עמידות גבוהה יותר למחלות ולרביצה, ובמקרים שבהם משתמשים בשיטות טיפוח ביוטכנולוגיות מתקדמות, ניתן להקנות לצמחים גם עמידות למזיקים ולהדברת עשבים. כפי שצוין, לזנים אלה יתרונות איכותיים המתבטאים בהתבקעות גרגר טובה יותר, בנפח גרגר מבוקע גדול יותר, בגרגרים בגודל ובצורה אחידים, ובהבשלה אחידה.

הפופקורן משווק בשלושה טיפוסים גרגרים: לבן, צהוב בהיר וצהוב חזק. גרגר הפופקורן הלבן בעל מראה הטיפוסי לגרגר אורז; גרגר הפופקורן הצהוב נראה כפנינה. לשלושת טיפוסים הגרעין יש בתעשייה ובשיווק דרישות שונות בהתאם למוצר הסופי לצרכנים. המגדלים והמטפחים חייבים להתחשב בדרישות אלו בעת בחירת המכלואים.

גודל הגרעין שונה בין המכלואים ותלוי בזן. אין עדיין סטנדרטיים תעשייתיים לקביעת גודל הגרגר וצורתו. בדרך כלל משתמשים במידות המבוססות על מספר הגרעינים ב-10 גרם.

Large - 52 עד 67 גרגרים ב-100 גרם.

Medium - 68 עד 75 גרגרים ב-100 גרם.

Small - 76 עד 105 גרגרים ב-100 גרם.

תכונה חשובה נוספת לבחירת הזנים היא, משך ימי הגידול עד הבשלה מלאה. מקסימום התפצחות של הגרעין ניתן להשיג רק אם הגיע להבשלה מלאה בתנאים נאותים. גורמים שונים יכולים לגרום להפסקת התפתחות הצמח לפני זמנו (עקת יובש, מחלות, כפור וכדומה). במקרים שתיארנו, פוטנציאל ההתבקעות של הגרעין עלול להינזק עד כדי פסילת גרגרי הפופקורן לשיווק. לפיכך, המגדלים חייבים לבחור במכלואים, אשר בתנאי הגידול הקיימים אצלם יוכלו להגיע להבשלה מלאה. אם לא ניתן לזרוע בתאריך הזריעה האופטימלי (ראשית אפריל), יש לשקול בחירת זנים בכירים חליפיים.

בעת גידול פופקורן לזרעים יש חשיבות למניעת האבקה זרה בטיפוסי תירס המכונים Dent steril, שבהם האבקה זרה משבשת את תכונות טיפוס התירס הספציפי. הפריה זרה של קלחי פופקורן מטיפוסים אחרים של תירס לגרגרים או של תירס מתוק, הנמצאים בשכנות לתירס מטיפוס Dent steril, עלולה לפגוע בדורות הבאים בכושר ההתבקעות ובנפח הפופינג של גרגרי הפופקורן.

בשדות המיועדים לגידול גרגרי פופקורן לפופינג, להאבקה זרה מטיפוסי תירס אחרים אין השפעה על כושר ההתבקעות של הגרגרים, ולכן בידוד שדות שייעודם לייצור גרגרי פופקורן למאכל מטיפוסי תירס אחרים, מיותר לחלוטין, גם כשהפופקורן הוא מטיפוס Dent steril.

הכנת הקרקע ועיבודים

נתונים מהעולם ומהארץ מעידים על כך שסוג הקרקע המתאים לגידול הפופקורן אינו שונה מזה של תירס למספוא או לגרעינים בהשקיה מלאה, תוך התאמת משטרי המים והדישון לגידול.

הכנת הקרקע

השיטה, הכלים ומערך העיבודים, שישמשו להכנת הקרקע לקראת זריעת פופקורן, צריכים להישקל לאור העובדה שמערכת השורשים של הפופקורן הינה פחות מפותחת מאשר זו של התירס למספוא ולגרגרים. אם כן, בקרקע כבדה או בלתי מנוקזת תהיה התפתחות מערכת השורשים לקויה. מערכת שורשים שטחית תגרום לירידה ביבול ותפגע בטיב התוצר.

הכנת הקרקע לקראת זריעת פופקורן על גבי כרב נח באביב המוקדם תחל בסתיו. מיד לאחר פינוי הגידול הקודם יינתנו עיבודי היסוד. מטרת עיבודים אלה היא לפורר את השכבה המהודקת ולהצניע היטב את השאריות מהגידול הקודם. מכאן, שעומק העיבוד מותנה במידת הידוק הקרקע, בטיב שאריות הצמחים מהגידול הקודם וברטיבות הקרקע. לאחר עיבודי היסוד רצוי כבר בסתיו להחליק את הערוגות ולסמנן בעוד הקרקע יבשה. יש להקפיד על כך שבעת עיבודי החורף ימנע ככל האפשר הידוק הקרקע. לשם כך, נהוג לסמן את שבילי הדריכה של הטרקטורים, כדי שבכל העיבודים שיעשו בהמשך, ייסעו הטרקטורים וכלי העיבוד רק בשבילים, ויימנע הידוק הקרקע במקומות המיועדים לזריעה. רוחב הערוגות יקבע על פי המרווחים המקובלים במשק בשאר גידולי הקיץ. זרעי תירס הפופקורן נובטים לאט יותר מאשר התירס למספוא וגם התפתחות הצמחים לאחר ההצצה איטית יותר. לכן, מצע זרעים צריך להיות מפורר, מוחלק ומונחת ובכך יאפשר זירוז הנביטה וההצצה ויאפשר הדברת עשבים טובה ע"י שימוש בתכשירים מונעי נביטה.

פוריות הקרקע ודישון

המידע על תגובת מכלואי הפופקורן למידת פוריות הקרקע הוא מצומצם. נהוג לחשוב שרמת הפוריות של שכבת הקרקע העליונה בעלת חשיבות גדולה יותר בגידול פופקורן מחשיבות הדבר בתירס למספוא וגרגרים.

כמות חומרי ההזנה N . P . K בגידול פופקורן בהשקיה מלאה לפני הזריעה בשכבת הקרקע בעומק של 0 עד 30 ס"מ יהיו דומים לאלו הנהוגים בגידול תירס לתחמיץ או גרגרים. זאת למרות שכמות החומר היבש שיוצר הפופקורן נמוכה מזו של התירס למספוא.

את האשלגן והזרחן ניתן לתת כבר בשלבי הכנת הקרקע לפני הזריעה, אך אפשר לדשן חלק מכמות הדישון, במיוחד מנה ראשונה של חנקן, בהצנעה מתחת לשורת הזריעה בעומק של כ-15 ס"מ.

לגידול פופקורן בשכבת הקרקע שבין 0-20 ס"מ דרוש אשלגן בריכוז של 15 מ"ל/ליטר במיצוי תמיסת הקרקע בקלציום כלוריד; וריכוז הזרחן באותה שכבת קרקע יהיה בין 20-25 חלקי מיליון.

בשדות, שבהם נמצא שריכוזי האשלגן והזרחן נמוכים מהרמה הנדרשת, יש להוסיף דשן בהתאם. כמות הדשנים שיש להוסיף תיקבע לאחר קבלת התוצאות של בדיקות הקרקע ובהתאם להמלצות בכל אזור גידול. כמות החנקן הנדרשת ליצירת היבול בהשקיה מלאה היא 30 עד 35 ק"ג חנקן צרוף לדונם. את הדשן החנקני רצוי להוסיף כלהלן: 1/3 מהכמות כדשן יסוד, אשר יינתן במהלך הכנת מצע הזרעים, ו-2/3 הנותרים ניתן לתת במנות קצובות במהלך הגידול כדשן מוצק או באמצעות מערכת ההשקיה, עד תחילת הופעת המכבדים.

הזריעה ועומד הצמחים

עיתוי הזריעה של הפופקורן הוא בעל חשיבות מרובה, עקב הנביטה האיטית, הצימוח האיטי בתחילת הגידול והצורך להגיע להבשלה מלאה בזמן הדישן, כדי לקבל נפח התבקעות מקסימלי.

זרעי הפופקורן הם קטנים ביחס לשאר גידולי התירס. כדי להבטיח את הנביטה, יש חשיבות מיוחדת להכנת מצע זרעים ללא רגבים שיאפשר כיסוי טוב של הזרעים. זריעה בעומק של 3 עד 4 ס"מ והצמדה טובה של הקרקע לזרעים תאפשר קליטה מהירה של הרטיבות מהקרקע הדרושה לנביטה והצצה מהירה. זריעה במרווח אחיד בין הזרעים לאורך השורה מאפשרת צמיחה אחידה של הצמחים וקבלת מירב היבול ללא סכנת רביצה. המידע, שהתקבל בניסויים שנעשו בארץ ובחו"ל, על השפעת עומד הצמחים לאורך השורות והצפיפות בין השורות על היבול, לוקה בחסר. גודל הצמחים והעלים חסר אחידות בין הזנים, ולכן שונה גם העומד המיטבי של הצמחים. מסיבה זו יש להתאים את מרווח הצמחים בשורה ובין השורות לתכונת הזן, לאוגר המים בשטח לפני הזריעה, לשיטת ההשקיה, לכמויות המים העומדת לרשותנו, לפוריות הקרקע ולעונת הזריעה. בתנאי גידול מיטביים בזני המכלוא הקיימים היום נצפתה מגמת עלייה ביבול כשהעומדים גבוהים במקצת. לאור הניסיון שהצטבר נראה שאת היבול המירבי ניתן לקבל בעומדים של 7000 עד 8000 צמחים לדונם (ק"מ שורה) בעונת הזריעה המוקדמת. עומד צפוף יותר עלול לגרום לסכנת רביצה.

הדברת עשבים

בתחילת גידול ההתפתחות של צמח הפופקורן איטית, והוא אינו יכול להתחרות בהצלחה בעשבי הבר. התחרות עם עשבי בר על חומרי הזנה, אור ולחות עלולה לפגוע בהתפתחות הצמחים, שבעקבותיה עלולה להיגרם פגיעה בגובה היבול. כמו כן, עשבים מסוימים יכולים לשמש כפונדקאים למחלות ולחרקים המזיקים לפופקורן. השיטות להדברת העשבים בפופקורן דומות לאלו שמשמשים בהן להדברת העשבים בתירס לתחמיץ ולגרורים.

אזהרה: יש להשתמש בקוטלי העשבים בהתאם להמלצות ולהגבלות המצוינות בתווית הרישוי.

ניתן להדביר עשבים גם באמצעות קלטור בין השורות בשלבי הגידול הראשונים. הקלטור יכול בנוסף לשבור את קרום הקרקע לאחר ההשקיות ולמנוע את היסדקותה ולפיכך מגביר את אידוי המים משכבות הקרקע העליונות. בעת הקלטור יש להימנע מלפגוע בשורשי התירס.

השקיה

צריכת המים של הפופקורן משתנה בהתאם לשלבי הגידול ולאקלים האזורי. הנחיות ההשקיה מבוססות על שתי שיטות עיקריות (ראה פרק דרישת התירס למים):

1. כמויות קבועות בהתאם לשלבי הגידול.
2. השקיה לפי פנמן-מונטיס, בהתאם לשלבי הגידול.

טבלה 13. כמויות מים להשקיית תירס מתוק לפי כמות קבועה ולפי פנמן-מונטיס בהמטרה ובטפטוף

שלב פנולוגי	מקדמי התאדות	כמות מים קבועות לדונם (קוב) בהמטרה או קוונט *
הנבטה		40
השרשה I - 4 ימים לאחר הנבטה		40
השרשה II - 10 ימים לאחר השרשה I		40
התמיינות - כ-25-30 ימים מהצצה	0.4-0.6	30
עד גמר שליפת המכבד (תפרחת זכרית)	0.7-0.9	110
הפריה	1.0-1.2	60
מילוי קלח - עד שלב גמר חלב	0.7-0.8	50
סה"כ		350

* יש לעדכן את כמויות המים בהתאם לרטיבות הקרקע ולמשך הגידול.

לקראת הזריעה יש להבטיח קיבול שדה עד לעומק של לפחות 1 מטר. במהלך הגידול אין לרדת מתחת ל- 50% מים זמינים בקרקע.

באביב המוקדם, על גבי כרב נח, כאשר עומק ההרטבה הוא כ-1 מטר עומק (קיבול שדה), ניתן לבצע את הזריעה ברטוב. ברוב המקרים לא יהיה צורך בהשקיה נוספת עד שלב ההתמיינות.

משלב ההתמיינות תדירות מחזורי ההשקיה בהמטרה או בקוונט בקרקעות כבדות ובינוניות יהיו 10 עד 12 ימים; ובטפטוף - בין 2-5 ימים.

סיום ההשקיה - בהמטרה, כשהגרעין נמצא בהבשלת סוף חלב; ובטפטוף בהבשלת דונג. משלב ההתמיינות תדירות מחזורי ההשקיה בהמטרה או בקוונט בקרקעות כבדות ובינוניות יהיו 10 עד 12 ימים; ובטפטוף - בין 2-5 ימים.

סיום ההשקיה - בהמטרה כשהגרעין נמצא בהבשלת בסוף חלב; ובטפטוף בהבשלת דונג.

גידול הפופקורן רגיש ליובש, אשר עלול לפגוע ביבוליו. בארצות רבות בצפון אמריקה, במערב אירופה ובמרכז אירופה השקיית התירס התבססה בעבר על גשמי קיץ, אך לאור השינויים האקלימיים וההתחממות הגלובלית של כדור הארץ קימות תופעות של תקופות יובש ממושכות. בשדות רבים באזורים אלה הותקנו בשנים האחרונות מערכות גיבוי לשקיה בדרך כלל בקוונטים מעגליים או חזיתיים.

איסוף (קציר) הפופקורן

בעולם נהוגות שתי שיטות אסיף: קציר ודיש ישירים של הקלחים באמצעות קומביין לגרגרים; ואסיף הקלחים באמצעות קטפת קלחים בהבשלה מלאה, בדומה לקטיף תירס מתוק, ולאחר מכן מאחסנים את הקלחים במקום יבש ודשים רק לפני האריזה לשיווק או לשימוש ישיר.

בארץ נהוגה שיטת הקציר והדיש הישיר בקומביין. בשיטה זו הלחות בגרעין חייבת להיות בין 14% ל-18% אחוזי לחות. הלחות האופטימלית בעת הקציר היא 17%-18%. לחות גבוהה מ-18% תגרום לקשיים בקילוף עלי העטיף וכן לנזקים ולפציעות מכניות לגרגרים.

בארצות שבעונת הקציר קיימת בהן סכנת קרה (כתוצאה מהקרה נפח הפופינג יכול לקטון בצורה משמעותית במיוחד כשלחות הגרעין היא מעל 20%), רצוי לקטוף את הקלחים בקומביין, בדומה לתירס מתוק, לייבש את הקלחים בצורה מלאכותית ולדוש אותם רק לאחר שאחוז הלחות בגרגרים הגיעה ללחות האופטימלית.

בארץ בעונת קציר הפופקורן תנאי מזג האוויר נוחים למדי ומאפשרים להגיע לקציר ולדיש בלחות אופטימלית בתכולה של 14 אחוזי לחות בגרגר. חשוב לציין כי בתכולת רטיבות הנמוכה מ-14% הגרעינים רגישים לנזקים מכניים בדיש, ובמקרים רבים יש גם ירידה בנפח הפופינג.

כיוון מערכות הקציר, הדיש והניפוי של הקומביין הקוצר פופקורן

המערכות והכיוון של הקומביין לקציר פופקורן שונים מאלה של הקומביין המיועד לקציר תירס לגרגרים. לפני הקציר חייבים להתאים את המערכת לקציר פופקורן, כלהלן: כיוון מהירות התוף, ניקוי פנימי של מערכות הדיש והתאמת יתר המערכות לקבלת איזון נכון בין קילוף יעיל של עלי העטיף, הקטנת הנזק המכני לגרגרים, כיוון למהירות תוף נמוכה והרחקת הברים עד כמה שאפשר (בתנאי שטיב הדיש לא יפגע), ובכך להקטין את הנזק לגרגרים ולהקטין את פחת הקציר. כמו כן, בעת כיוון הקומביין יש להתייחס גם למשתנים מיוחדים, כמו עדינות עלי העטיף, הלחות בזמן הדיש ועדינות קליפת הגרגרים.

אחסון הפופקורן

אחסון נכון של גרגרי הפופקורן מחייב לחות נמוכה כך שתכונות הפופינג של הגרגרים לא ייפגעו, והתפתחות פטריות ופעילות מיקרוביאלית ימנעו. מאידך, חשוב שהלחות לא תהיה נמוכה מדי, כך שתוכל לפגוע בפוטנציאל נפח הפיצוח. כדי לקבל איכות גבוהה, הפופקורן חייב להיות נקי מחיידקים, ממזיקים ומנזקי מכרסמים. בנוסף, הגורם החשוב ביותר המשפיע על הכדאיות הכלכלית של הגידול הוא נפח הפיצוח (נפח של פצפוצי הפופקורן מיוצר ממשקל נתון של גרגרים). הגורמים שהוזכרו עלולים לפסול לשיווק גרעינים שלא מגיעים לנפח פופינג שמוגדר במינימום. כאמור, נפח הפיצוח יכול להינזק מדיש ומאחוזי לחות בלתי מתאימים של הגרגרים בעת האחסון. מניסויים עולה כי נפח פופינג מקסימלי מתקבל כשרמת הלחות בגרעין היא

13.5%-14%, כשהאופטימום הוא 13.5%. לגרגרי פופקורן המיובשים יתר על המידה (מתחת ל-11%-13.5% לחות) אפשר להחזיר את לחות הגרגרים ל-13.5%, אך הם לא ישיגו את נפח הפיצוח המקסימלי. יש לאחסן את הגרגרים בתנאים שיאפשרו שמירת לחות מתאימה לאורך זמן. עבור אחסון ממושך, חשוב להקפיד על אחוז הייבוש המיטבי שהוא 13.5% לחות. כדי למנוע את עליית הלחות ולשמור על טיב הגרגרים, חייבים במקרים רבים להשתמש בשיטת אוורור המבוקרת על ידי בקר לחות שכולל עבור גרגרי הפופקורן.

מקום האחסון של הגרגרים חייב בניקוי ובחיטוי מוקדם כנגד חרקים עוד בטרם אחסנת הגרגרים. כמו כן, ניתן לטפל בגרגרים המיועדים לאחסון בקוטלי חרקים (Insecticides), ובתנאי שהחיטוי ייעשה רק בקוטלי החרקים המומלצים והמאושרים למטרה זו, ובמינון המומלץ בתוויות. גרעיני פופקורן שלא עברו טיפול בקוטלי חרקים חייבים להישאר תחת השגחה מתמדת מפני פעילות חרקים, במיוחד כשהם מאוחסנים בתקופת האביב שבה הטמפרטורות מתחילות לעלות. אחסון במחסן או במכולות מקוררות מונע נזקים הנגרמים ע"י חרקי ממוגורות.

כל מקומות האחסון חייבים להיות חסינים בפני פעילות מכרסמים. יש לשמור את סביבת המחסן נקייה מעשבים ומפסולת, היכולים לשמש מזון, מחילות ומקומות ריבוי למכרסמים למיניהם. יש ליישם את כל הנחוץ והמאושר כנגד מכרסמים, כדי למנוע התפתחות נזקים במתקני האחסון.

שאריות בשדה לאחר דיש

לאחר שנדושו ונאספו גרגרי הפופקורן, ניתן להשתמש באברי הצמח שנשארו בשדה (גבעולים, עלים, מבדדים, שזרות וגלומות) כמספוא טוב להזנת עגלות ברפת החלב, ובמיוחד לעדרי הבקר לבשר (לא מתאים להזנת בקר מתפטם).

יבול הקש הוא בין 650-800 ק"ג לדונם. חלקם של הגרגרים בשאריות הפופקורן בשדה ביחס לשאר חלקי הצמח הנותרים הינו נמוך יותר מאשר בתירס לגרגרים, ולכן גבעוליו ועליו בעלי ערך תזונתי גבוה יותר.

טבלה 14. הרכב ותכולת חומרי מזון נעכלים בקש (הרכב כללי ממוצע)

הגידול	כלל ח"י (%)	חלבון (%)	שומן (%)	תאית (%)	אפר (%)	חלבון נעכל (%)	כלל חומרי מזון נעכלים (%)
קש חיטה	90.6	3.0	2.0	35.1	11.0	0.9	43.0
קש ש"ש	89.7	4.1	2.2	36.1	6.3	0.7	44.7
קש פופקורן	90.6	5.0	1.6	32.0	5.8	1.8	51.9

לפי הערכים המופיעים בטבלה 14 שלעיל, עולה כי הערך התזונתי של קש הפופקורן רב מזה של קש החיטה ושל קש שיבולת השועל.

הגנת הצומח

הדברת עשבים (ראה פרק הדברת עשבים בתירס)

עשבים מהווים פגע רע בגידול התירס לסוגיו השונים, כולל הפופקורן. העשבים הם צרכן של חומרי הזנה ומים, הם פוגעים בהתפתחות הצמחים, פוגעים ביבול הגרגרים ובאיכותם, ולעתים משבשים את קציר הגרגרים. עשבים גדולים ומסועפים נכרכים על מכלולי הקציר של הקומביין, סותמים אותם ולעתים גם מסבים נזקים מכניים לגרגרים. ישנן דרכים רבות להתמודדות עם העשבים. דרכים אלה מפורטות בפרק על הדברת עשבים בפופקורן.

שיטות הדברת העשבים נחלקות לשני סוגים עיקריים:

הדברה מכנית, כגון: חריש, דיסק, קלטור ועישוב ידני.
הדברה כימית במגוון תכשירי הדברה הפועלים על מנגנונים פיסולוגיים שונים בעשב. ההדברה הכימית יכולה להתבצע בשיטות שונות, כגון מניעת הצצה, הדברת נבטים, ריסוס נוף לקטילת עשבים, הגמעה וכן ריסוס מעל הנוף או בריסוס מכוון בין השורות. בנוסף, קיימות גם שיטות ביוטכנולוגיות מתקדמות, שביניהן GMO (הנדסה גנטית) והשריית מוטציות המקנות לתירס עמידות לקוטלי עשבים (הרבצידיים Herbizides). שימוש בזני תירס הנושאים עמידות לקוטלי עשבים בעקבות הנדסה גנטית או מוטציות, הם בעצם בעלי עמידות לקוטל עשבים ספציפי ולא לכל קוטלי העשבים. מומלץ לטפל כנגד עשבים בשדות, שבהם גדלים צמחי תירס הנושאים גן לעמידות ספציפית, ייעשה רק בקוטל העשבים הספציפי לעמידות זו.

הערות: תכשירי קוטלי העשבים ויעילותם בהדברת עשבים ממינים שונים משתנים מעת לעת, ולכן יש חשיבות לבחירת קוטלי העשבים ומונעי הנביטה, בהתאם למיני העשבים בכל שדה. חשוב לתעד מדי שנה ובכל עונה את שמות העשבים העיקריים בשדה בעברית ובשמן הלטיני, כדי לעקוב אחר מיני העשבים בשדה ואחר השתנות האוכלוסייה וכמותה במשך השנים. פעולה זאת תאפשר מידע זמין ותקל עלינו בקבלת החלטות אפקטיביות באשר למניעה ולהדברה של עשבים בעת גידול הפופקורן. ממומלץ להיוועץ בנושא במדריכי הגידול ובנציגי חברות תכשירי ההדברה.
בפרק זה אין מפורסמות המלצות ספציפיות לשימוש בתכשירים קוטלי עשבים.

הדברת מזיקים (ראה פרק מזיקי התירס)

המזיקים התוקפים את הפופקורן הם אלו התוקפים את התירס לתחמיץ ולגרגרים. דרכי ההתמודדות עם המזיקים דומה לזו של תירס לגרגרים.
גידול פופקורן מתרחש במשך כל תקופת האביב והקיץ. אוכלוסיית המזיקים והנוברים בשדות התירס נוצרת באזור מסוים ועוברת משדה תירס אחד למשנהו במהלך הגידול. תעופת העשים לשדה חדש מתרחשת בלילה באמצעות הרוח הטיפוסית בכל אזור גיאוגרפי

(בתנאי ישראל לרוב ממערב למזרח), לכן זריעת שדות חדשים - מומלץ שתיעשה בכיוון ההפוך למשב הרוח הטיפוסית בשעות הלילה ובכך תקשה על העשים להגיע אליהם. במקרים רבים מגדלים את הפופקורן בשלהי הקיץ וקוצרים בסתיו, בסוף עונת הגידול, ולעתים ללא טיפולי הדברה. רמת אוכלוסיית המזיקים, ובעיקר עשים, עולה במהלך עונת הגידול ומגיעה לשיאה בסוף הקיץ. מעבר החורף של העשים - "תרדמת החורף" - מתחיל בסוף הקיץ בשדות הנגועים בעשים בתוך שאריות צמחים ובקרקע, והם מהווים מקור אילוח לשדות תירס בעונה הבאה. אם ייעשו מאמצים בשדות אלה להפחתת הישרדות המזיק בתקופת "תרדמת החורף", תיקטן משמעותית אוכלוסיית הנוברים באזור בתחילת עונת הגידול הבאה.

שיתוף אזורי של ממצאי ניטור ועיבוד רב-שנתי שלהם מאפשרים לימוד הדינמיקה של הנוברים בזמן ובמרחב, והם ישמשו למיקוד פעולות הניטור וההדברה. הדברה טובה של מזיקי התירס מושגת לרוב באמצעות שילוב נכון של פעולות הכוללות מחזור גידולים, טיפול נכון בשאריות הגידול מהעונה החולפת ובלבול עשים באמצעות פרומונים. ריסוס בתכשירים קוטלי חרקים, וירוסים, פטריות ונמטודות תוקפות חרקים וכן הדברה מקרוביאלית בתכשירי Bt יעודדו התפתחות של אויבים טבעיים. ממומלץ להיוועץ במדריכי הגידול ובפקחי המזיקים בכל הקשור לאסטרטגיה של הדברת המזיקים, תוך התחשבות במיקום השדות, בעונת הגידול, באקלים ובאמצעי ההדברה העומדים לרשות המגדל.

הדברת מחלות (ראה פרק מחלות בתירס)

המחלות הפוגעות בתירס מתוק ובתירס למספוא, פוגעות גם בפופקורן (ראה פרק מחלות התירס). מחלות התירס עלולות לגרום לפחיתה ביבולים ולפגיעה באיכות הגרגרים. חשוב לציין שכמה מהמחלות הפטרייתיות עלולות לגרום להיווצרות רעלנים המסוכנים לאדם ולחי. רעלנים אלה, הנקראים מיקוטוקסינים (רעלנים פטרייתיים), יכולים להצטבר בגרגרים ואינם מתכלים בתהליכי עיבוד הגרגרים ובזמן פיצוץ הגרגרים בחום. הימצאות סימפטומים של מחלות אלה בצמח עלולה לפסול את שיווק גרגרי הפופקורן. חשוב לאבחן מחלות אלה ולהדבירן בהקדם.

הדברה מספקת של מחלות הפופקורן מושגת באמצעות שילוב נכון של פעולות אגרוטכניות, הכוללות מחזור זרעים, דישון מתאים, טיפול נכון בשאריות הגידול הקודם, וכן שימוש במכלואים עמידים וטיפול מתאים בקוטלי מחלות. רצוי להסתייע בהמלצות להדברת מחלות וביועץ מקצועי באשר לשיטת הטיפול ולתכשירי ההדברה, בהתאם למצב השדה ולגיל הצמחים.

גידול תירס אורגני

גידול תירס אורגני כולל את כל הקבוצות הבוטניות של התירס, ובהן תירס לגרגרים, גידול תירס למספוא גס, תירס מתוק למאכל אדם ופופקורן. אין הבדל מהותי בין גידול תירס אורגני לתירס בגידול חקלאי רגיל, הן מבחינת הדרישות האקלימיות והן מבחינת חומרי ההזנה והמים, למעט שיטות הגידול של תירס אורגני הכפופות לתקנות הגידול האורגני הבינלאומיות.

מרבית שטחי התירס אורגני בעולם מיועדים לגידול גרגרים ולמספוא גס ומיעוטם תירס מתוק למאכל אדם. כל תוצרי התירס האורגני המיועדים למאכל בני האדם ובעלי החיים גדלים על פי עקרונות החקלאות האורגנית. עקרונות החקלאות האורגנית, כפי שהוגדרו על ידי העמותה הבינלאומית לחקלאות אורגנית IFOAM, הם כלהלן:

עקרון הבריאות: חקלאות אורגנית חייבת לשמר ולטפח את בריאות הקרקע, הצמחים, בעלי החיים, בני האדם ואת העולם כמערכת אחת, בלתי ניתנת לחלוקה; עקרון הסביבה: חקלאות אורגנית חייבת להתבסס על מערכות סביבתיות חיות ועל מחזורי חיים, ולפעול להשתלב בהן, לטפח אותן ולשמרן. עקרון ההוגנות: חקלאות אורגנית חייבת לבנות יחסי הוגנות עם הסביבה הכללית והזדמנויות החיים. עקרון האחידות: חקלאות אורגנית חייבת להיות מנוהלת בצורה זהירה ואחראית, בכדי להגן על הבריאות ועל איכות החיים של הדורות הנוכחים, הדורות הבאים והסביבה.

היקף גידול התירס האורגני בארץ ובעולם

גודל שטחי התירס האורגני בעולם נכון לעשור השני של המאה ה-21 הוא 300 מיליון דונם, שמתוכם כ-270 מיליון דונם גדלים בארה"ב. כפי שנכתב, רוב התירס האורגני בעולם מיועד לגרגרים, ורק מיעוטו הוא תירס מתוק למאכל אדם. בארץ היקף הגידולים האורגניים הוא כ-70 אלף דונם, שמתוכם כ-100 דונם תירס מתוק למאכל אדם, הנזרע בכמה מחזורי גידול המאפשרים אספקה סדירה של קלחים טריים. בארץ אין גידול של תירס אורגני למספוא וגרגרים, וכן אין אספקה לחברות שימורי המזון והקפואים של ירקות. אספקת גרגרי תירס אורגני ומוצרים משומרים בארץ מתבססת על יבוא.

תנאים מוקדמים לגידול תירס אורגני

ראשית, כמו בכל הגידולים האורגניים, יש להכין את השדה בהתאם לתקנים הבינלאומיים. הכנת השדה לקראת גידול אורגני מחייבת תקופה של שלוש שנים ממועד היישום האחרון בתכשירים האסורים לשימוש, על פי תקנות הגידול האורגני, ועד למועד שניתן לאשר את השדה לגידולים אורגניים. בתקופת מעבר זו יש לנהל את הגידולים על פי דרישות הגידול האורגני. יש לראות בתקופת מעבר זו של שלוש שנים כתקופת הכשרה עבור החקלאי וכן כתקופת "הבראה" של הקרקע. קיימות כמה

אסטרטגיות למעבר משדה רגיל לשדה אורגני, תוך מזעור הבעיות הכרוכות בשינוי זה. במקרים רבים ניתן לגדל גידולי מספוא וגרעינים עם מינימום סיכונים כלכליים וללא שימוש בתכשירים שונים להדברת פגעים.

גידול תירס אורגני

שיטת העיבוד

יישום שיטות עיבוד הקרקע הבסיסיות, כגון: עיבוד שמרני (רגיל), מינימום עיבודים ואפס עיבודים, חלות גם על גידול התירס האורגני. בכל אחת משיטות העיבוד שהוזכרו ניתן ליישם אסטרטגיות גידול של תירס אורגני או לשלב ביניהן.

מחזור גידולים הוא היישום המקובל ביותר בקרב החקלאים האורגניים. מרבית היצרנים האורגניים משתמשים במחזור גידולים בכדי למזער את נזקי העשבים, החרקים והמחלות וכדי להעשיר את המגוון הביולוגי. מחזור גידולים המורכב מקבוצות וממינים בוטניים שונים, ומועדי גידול בעונות השנה השונות - מפחיתים בצורה טובה את נזקי הפגעים התוקפים את התירס.

שיטה נוספת היא זריעת גידולי כיסוי במסגרת מחזור הגידולים בעונה שלפני זריעת התירס. זריעה של קטניות הקושרות חנקן אטמוספרי (בנוכחות של חיידקי ריזוביום) מעשירה את הקרקע בחנקן ומונעת נביטת עשבים. יתר על כן, מניסויים שנעשו בעולם עולה כי גידולי כיסוי שכוסחו לפני זריעת התירס וכאשר התירס נזרע ישירות לתוך השלף - מנעו הצצת עשבים בשלבי הגידול המוקדמים של התירס. גידול תירס בשיטת אפס עיבודים (ראה בפרק עיבודי יסוד) תרם להפחתת הצצת העשבים ולהפחתה בנזקי מחלות קרקע.

הדברת עשבים בשדות תירס אורגניים יכולה להיעשות גם בשיטות מכניות באמצעות חריש וקלטור עשבים טרם זריעת התירס, ולאחר הזריעה - באמצעות קלטור בין השורות.

הזנה ופוריות הקרקע

הקפדה על פוריות הקרקע ואספקת חומרי הזנה, היא בעלת חשיבות קריטית בגידול תירס אורגני. רמת פוריות הקרקע נמדדת לפי היבול שהקרקע מסוגלת לייצר בלי שימוש בתשומות חיצוניות תוך שמירה על סביבה טובה להתפתחות מערכת שורשים ואספקת מים וחומרי הזנה לצמח בהתאם לצרכיו. הגישה בחקלאות האורגנית היא טיפוח ושימור הפוריות הטבעית של הקרקע והוספת תשומות אורגניות ומחזור גידולים. בדרך זו תעלה תכולת החומר האורגני בקרקע ותופחת הנגיעות במחלות ומזיקים.

הגישה החסכונית ביותר היא להסתמך על חנקן (N) שמקורו בקטניות שגודלו טרם זריעת התירס ולעתים גם כגידול כיסוי בין שורות התירס בעת גידולו.

במקרים רבים אין די בכמות החנקן הנדרשת על ידי התירס שמקורו בגידול קטניות, וכן יש להוסיף מקורות לאספקת זרחן (P), אשלגן (K) ויסודות הזנה נוספים שכמותם הנצרכת מזערית.

המקורות הנפוצים ביותר לאספקת חומרי ההזנה הם זבל בעלי חיים שעבר תהליך קומפוסציה ללא שימוש בזרזים סינטטיים, ומחצבים שלא עובדו בתהליכים כימיים. חשוב לציין שישנם זבלים, כגון זבל עופות, המכילים כמויות גדולות של חנקן, אך גם רמות גבוהות של זרחן, העלולות לגרום לשיבוש קליטת חומרי ההזנה על ידי הצמח. דרך נוספת לאספקת חומרי הזנה היא שימוש במים מושבים (קולחים) ברמת טיהור שניונית ובהתאם לתקנות משרד הבריאות (ראה סעיף השקיה).

השקיה

שיטות ההשקיה וקביעת כמויות המים בתירס אורגני אינן שונות מאלו הנהוגות בהשקיית תירס שאינו אורגני (ראה פרק השקיה). תירס אורגני ניתן להשקות בכל סוגי המים, ובתנאי שאיכות המים וטיהורם עומדים בתקנות איכות המים, כפי שקבע משרד הבריאות. מקורות מים רלוונטיים הם: מים שפירים (מי בארות, מי המוביל ומים מותפלים), מי שיטפונות ממאגרים, מים מליחים וכן קולחים בטיהור שניוני ושלישוני. קולחים בטיהור שניוני מכילים חומרי הזנה, בעיקר חנקן, אך גם אשלגן וזרחן. כמות חומרי ההזנה בקולחים השניוניים יכולה להילקח בחשבון כחלק מחומרי ההזנה הדרושים לגידול התירס האורגני.

הגנת הצומח בתירס אורגני

הדברת עשבים (ראה פרק הדברת עשבים בתירס)

עשבים מהווים פגע רע בגידול התירס לסוגיו השונים, במיוחד בתירס אורגני, עקב הגבלת השימוש בתכשירים קוטלי עשבים הנהוגים בחקלאות הקונבנציונלית. העשבים הם צרכן של חומרי הזנה ומים, הם פוגעים בהתפתחות הצמחים, ולעתים משבשים את אסיף התירס האורגני. עשבים גדולים ומסועפים, הנכרכים על מכלולי הקטיף, סותמים אותם ומסבים נזקים מכניים לקלחים ולגרגרים, ובשל כך עלול להיגרם נזק כלכלי חמור למגדל. ישנן כמה דרכים להתמודדות עם העשבים בשדות תירס אורגני, והן נחלקות לשני סוגים עיקריים:

הדברה מכנית, כגון: חריש, דיסוק, קלטור ועישוב ידני.

הדברה כימית במגוון תכשירי ההדברה המורשים לשימוש בגידולים האורגניים. ממומלץ להיוועץ בנושא זה במדריכי הגידולים האורגניים ובנציגי חברות תכשירי ההדברה האורגניים.

אין בפרק זה המלצות ספציפיות לשימוש בתכשירים קוטלי עשבים.

הדברת מזיקים (ראה פרק מזיקי התירס)

מזיקי התירס פוגעים בכל סוגי ומיני התירס, ובהם גם התירס האורגני (ראה פרק מזיקי התירס). הדברת מזיקים בתירס אורגני נעשית בשני אופנים: שימוש בתכשירים המורשים לשימוש בחקלאות האורגנית והדברה ביולוגית. המושג "לוחמה ביולוגית" או "הדברה

ביולוגית" מוגדר כשימוש ביצורים חיים לשם הפחתת צפיפות אוכלוסיותיהם של בעלי-חיים מזיקים.

הדברת מזיקים זו נעשית בכמה דרכים:

תגבור ועידוד התפתחותם של אויבים טבעיים.
באמצעות טפילי חרקים (פאראזיטואידים) הגורמים לתמותת המזיקים ע"י וירוסים, פטריות, ונמטודות תוקפות חרקים.
באמצעות חרקים הטורפים את החרקים מזיקים.
כמו כן, ניתן להשתמש בשיטות ההדברה הקונבנציונליות, שאינן נוגדות את כללי החקלאות האורגנית, כגון:
בלבול עשים באמצעות פרומונים.
עיקור זכרים המפחיתים את התרבות אוכלוסיית המזיקים.
ניקוי השדות משאריות צמחים בסתיו ומעשבים באביב.
ריסוס בתמיסות סבון, פריתרום טבעי ומיצוי נים.
הדברה מקרוביאלית בתכשירי Bt.

הדברת מחלות (ראה פרק מחלות בתירס)

המחלות הפוגעות בכל סוגי ומיני התירס פוגעות גם בתירס האורגני (ראה פרק מחלות התירס). מחלות התירס פוגעות ביבול ובאיכותו, אך ישנה סכנה נוספת בכך שחלק מהמחלות הפטרייתיות התוקפות את התירס מייצרות רעלנים (מיקוטוקסינים), הפוגעים במערכות שונות בגוף האדם ובעלי החיים ומסכנים את בריאותם עד כדי מוות (ראה בפרק מחלות בתירס טבלה 8 - רעלנים פטרייתיים (מיקוטוקסינים) והשפעתם על האדם ובעלי חיים).

ההתמודדות עם מחלות התירס והדברתן בעת גידול תירס אורגני היא בעייתית בשל המגבלות ומיעוט התכשירים הניתנים ליישום. חשוב לאבחן מחלות אלה ולהדבירן בהקדם. הדברת המחלות בתירס אורגני מבוססת על שילוב נבון של מחזור גידולים, דישון מתאים, טיפול נכון בשאריות הגידול הקודם, וכן שימוש במכלואים עמידים וטיפול בקוטלי מחלות המורשים בחקלאות האורגנית. רצוי להיעזר בהמלצות להדברת מחלות ביועץ מקצועי באשר לשיטת הטיפול ותכשירי ההדברה האורגניים, בהתאם למצב השדה ולגיל הצמחים.

סיכום

התירס הוא גידול הגרגרים הגדול בעולם. תפוצתו בעולם התפשטה לאחר גילוי אמריקה, וכושרו הגנטי אפשר את התאמתו לאזורים חקלאיים נרחבים בעולם. טיפוח טיפוסי התירס הביא ליצירת קבוצות בוטניות המתאימות למגוון גדול של שימושים.

חוברת זו סוקרת את התפשטות התירס בארץ ובעולם, את הקבוצות הבוטניות השונות של התירס התרבותי ואת השימוש המסחרי בסוגי התירס השונים. החוברת כוללת פרקים על האנטומיה והפיסיולוגיה של התירס, התנאים האקלימיים הדרושים לגידול התירס וכן דרישות התירס למרכיבי הזנה ומים. בחוברת מוצגים מזיקי התירס ומחלותיו העיקריות הנפוצים כיום בארץ ובעולם וכן שיטות להתמודדות עם עשבים.

הפרקים המעשיים של גידול התירס עוסקים בגידול תירס לגרגרים ולמספוא, בתירס מתוק למאכל אדם, כולל פופקורן, ובתירס בגידול אורגני. בכל פרק מודגשות שיטות בסיסיות של עיבוד הקרקע, אספקת חומרי הזנה והשקיה, והשלכותיהם על גידול התירס לפי ייעוד הגידול.

המידע המוצג בפניהם כולל את אפשרויות הגידול של התירס למיניו השונים, בהתאם לשיטות העיבוד והתנאים האקלימיים, ומקנה כלים בידי החקלאי לבחירה ולהעדפה של מתווה הגידול בהתאם לתנאיו ולצרכיו הכלכליים.

חוברת זאת אינה מתיימרת להיות חוברת הדרכה למגדל, ולכן אין בה המלצות ספציפיות. יישום שיטות גידול ושימוש בתכשירים מסוימים ובטכנולוגיות חקלאיות אחרות - מטבעם שהם משתנים במשך השנים, ולכן לא ראינו לנכון לפרט ברמת ההמלצות והדרכת המגדל, אלא להתמקד בעקרונות הבסיסיים והקבועים. החומר המוגש בחוברת מאפשר לחקלאי לקחת בחשבון את כלל השיקולים בבחירת מתכונת הגידול לפי תנאי האקלים, הקרקע, המים והתכשירים העומדים לרשותו, ולגבש עם מדריך מקצועי את תוכנית הגידול.

אנו מקווים שחוברת זו תהיה לעזר לחקלאים, תעשיר את הידע שלהם על גידול התירס ותעזור לחקלאים לברור מבין האפשרויות המוצגות בה את הגידול והטכנולוגיה המתאימים לייעוד הגידול, לתנאי הגידול ולצרכיו של כל חקלאי.

מקורות הצילומים והאיורים

ברצוני להודות לכל החקלאים החוקרים והחברות המסחריות שנתנו היתר לשימוש בידע, בצילומים ובאיורים המופיעים בחוברת.

תודה לכל האנשים והמוסדות שאישרו בכתב ובע"פ את השימוש בצילומים המופיעים בחוברת. מקור הצילום (הקרדיט) מצוין ליד כל צילום.

תודה מיוחדת:

לאוניברסיטת מדינת איובה על ההיתר להשתמש בצילומים שבחוברת

How a Corn Plant Develops

Special Report No. 48

Iowa State University of Science and Technology

Cooperative Extension Service Ames, Iowa

Reprinted June 1993

www.ag.iastate.edu/departments/agronomy/corntitle.html

למפיקי חוברת הסימפטומים של השפעת חוסרים ועודפים בחומרי הזנה לתירס

Nutrient Deficiency Guide For Crops (With Pictures)

Saved from google.com

<https://croppnuts.com/contact-us>

תודות

ברצוננו להודות לכל החברים שסייעו בכתיבה ובעצה טובה והביאו להוצאת החוברת לאור.

תודה לכל מדריכי גידולי השדה בשירות ההדרכה והמקצוע (שה"מ) במשרד החקלאות ופיתוח הכפר, על הידע שיצרו וצברו בניסויי שדה שהיווה חלק חשוב בכתיבה החומר המקצועי בחוברת זו.

תודה להנהלת שה"מ במשרד החקלאות על העזרה הארגונית והמימון בהפקת החוברת.

תודה מיוחדת לענת לוינגרט אייז'יצ'יי מנהלת אגף אגרואקולוגיה וגידולי שדה בשה"מ, על הדחיפה והעזרה בהפקת החוברת.

לד"ר דוד בן יקיר על כתיבת הפרק על מזיקי התירס. תודתנו גם לד"ר דגנית שדה וליעל נבו על תרומתן הרבה לתוכן ולעריכה של פרק זה.

לפרופ' יגאל אלעד על ההגהה המדעית של פרק מחלות התירס.

לאשר אייזנקוט, מנהל תחום שירות שדה בשה"מ, על הייעוץ בנושא עיבודים, דישון והשקיה.

תודה ענקית ללובה קמנצקי, על עימוד הגרפי ובעיקר שערכה את החוברת והקפידה על כל פרט כדי שהחוברת תהיה נאה וברורה לעין הקורא.

תודות מכל הלב לעדי סלוניקו על עריכת החוברת, ההגהה ובמיוחד על הערותיה המשכילות בכל נושא, כדי להציג לקורא את תוכן הכתוב בצורה ברורה ומובנת.

