

תוכן העניינים

מבוא.....	2
א. המשמעות העמוקה של החקלאות הביולוגית-אורגנית, וזיקתה ליהדות השורשית.....	5
ב. התהליכים ההיסטוריים שבבסיס החקלאות האורגנית.....	9
ג. עקרונות החקלאות האורגנית.....	18
ד. גידול ושיווק של תוצרת אורגנית בעולם.....	21
ה. התנועה האורגנית העולמית IFOAM.....	33
ו. הארגון לחקלאות אורגנית בישראל.....	36
3. השפעת החקלאות האורגנית על איכות הסביבה.....	39
חקלאות אורגנית ובריאות - האם מזון המיוצר בשיטות אורגניות אכן בריא יותר?.....	44
פוריות הקרקע בחקלאות האורגנית.....	52
יצור קומפוסט והשימוש בו בחקלאות האורגנית.....	73
עקרונות בקרת עשביה בחקלאות האורגנית.....	84
בריאות הגידול האורגני - עקרונות הגה"צ בחקלאות האורגנית.....	90
הדברה ביולוגית של פרוקי רגליים (חרקים ואקריות) בחקלאות האורגנית.....	94
הדברה ביולוגית - הלכה ומעשה בממשק האורגני.....	100
מיקרוביולוגיה של הקרקע והדברה ביולוגית של מחלות צמחים.....	106
גידול ירקות אורגניים.....	115
מטעים אורגניים בישראל.....	122
גידול בע"ח אורגניים בישראל.....	135
התעשייה האורגנית.....	139
חקלאות אורגנית יכולה להזין את העולם.....	144

מבוא לחקלאות אורגנית: עקרונות, חוקים, תקנות ופיקוח אורגני

אורי אדלר - מועצת הצמחים

גידול אורגני מבוסס על ההגדרה והעקרונות שהוגדרו על ידי העמותה הבין לאומית לחקלאות אורגנית **IFOAM**:

"חקלאות אורגנית הינה מערכת ייצור התומכת בבריאות הקרקע, המערכת הסביבתית ובני האדם. חקלאות זו מסתמכת על תהליכים אקולוגיים, מחזור ושימור מגוון המינים תוך התאמה לתנאים המקומיים - מבלי להשתמש בחומרים מזיקים לאדם ולסביבה. החקלאות האורגנית משלבת ומעודדת מערכות יחסים הוגנות ואיכות חיים לכל המעורבים, ידע מסורתי, חדשני ומדעי לטובת הסביבה המשותפת"

הגדרה זו באה לידי מימוש על ידי יישום ארבעת העקרונות של החקלאות האורגנית. עקרונות אלה הנם בגדר שורשיה של החקלאות האורגנית, והם מבטאים את תרומתה האפשרית של החקלאות האורגנית לעתיד העולם ולשיפור החקלאות העולמית. החקלאות מהווה את אחת הפעילויות הבסיסיות של התרבות האנושית מתוך הצורך וההכרח של כל בני האדם לספק לעצמם מזון. היסטוריה, תרבות וערכים קהילתיים - נטועים כולם בעשייה החקלאית.

העקרונות ישימים לחקלאות באשר היא, בהיבט הנרחב ביותר האפשרי, כולל הדרכים, שבהן מתייחסים בני אדם לקרקע, למים, לצמחים ולבעלי חיים, כדי לייצר, להכין ולהפיץ מזון ומוצרים נוספים. העקרונות נוגעים לאופן התייחסותם של בני האדם לסביבה החיה, בהיותם קשורים זה בזה ושוברים ומטפחים את זכויותיהם של הדורות הבאים. על העקרונות להיות ישימים לכלל התנועה האורגנית, על כל גווניה, והם מדריכים את התנועה האורגנית העולמית בעמדותיה, תכניותיה ובתקניה, מההיבט הגלובלי.

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 ומחזורי חיים, לפעול להשתלבות בהן, לטפח אותן ולשמרן.

עקרון ההוגנות: חקלאות אורגנית חייבת לבנות יחסי הוגנות עם הסביבה הכללית והזדמנויות החיים.

עקרון האחריות: חקלאות אורגנית חייבת להיות מנוהלת בצורה זהירה ואחראית, בכדי להגן על הבריאות ואיכות החיים של הדורות הנוכחים, הדורות הבאים והסביבה.

חקלאות אורגנית ישראלית היא הליך חוקי ומבוסס על החוק האורגני הישראלי שאושר בכנסת ישראל בשנת 2005 ועל התקנות הנגזרות ממנו. החוק האורגני הישראלי ותקנותיו המותאמות לחקיקה האירופאית. החוק והתקנים מפורסמים באתר השירותים להגנת הצומח של משרד החקלאות. על כל חקלאי אורגני להחזיק עמו עותק מעודכן של התקן האורגני הישראלי.

עקרונות הגידול האורגני בשדה מבוססים על:

1. טיפוח פוריות קרקע בעזרת קומפוסט ותוספי הזנה מאושרים בתקנות וברשימת חומרי ההזנה שמפרסמים השירותים להגנת הצומח וביקורת של משרד החקלאות
2. יצירת איזון ביולוגי בסביבת הגידול תוך התערבות מינימלית דרושה לקבלת סביבת גידול בטוחה ויציבה תוך שימוש באמצעים הבאים:
 - א. הגנה מכאנית: רשתות נגדל חרקים, חיפויים וכד'.
 - ב. עידוד הדברה טבעית ואיזון ביולוגי טבעי.
 - ג. פיזור אויבים טבעיים.
 - ד. שימוש בחומרים המורשים בתקן האורגני ומפורטים ברשימות המפורסמות על ידי השירותים להגנת הצומח במשרד החקלאות.

הסבה לאורגני ופיקוח אורגני

במדינת ישראל, העיסוק בחקלאות אורגנית מוסדר בחקיקה: החוק להסדרת תוצרת אורגנית, התשס"ה-2005,

http://www.ppis.moag.gov.il/NR/rdonlyres/B79C57D0-ADD3-4C38-9DE1-E205FDF4BB03/0/OrganicPlantAnimallawandregulations_Reg2Final1862015.pdf

והתקנות שהותקנו לפיו. החוק מסדיר את כל נושא הייצור והמכירה של תוצרת אורגנית ובכלל זה, אופן הגידול, המיון, האריזה, ההובלה והסימון הראוי לידיעת הצרכן. החוק נועד להגן על הצרכן מפני זיוף ומגדיר מהי "תוצרת אורגנית".

בנוסף, החוק קובע תקן אורגני אחיד ואישור עמידה בו על ידי גופי אישור ובקרה פרטיים שהוסמכו לעניין.

בקרה שוטפת על העוסקים בחקלאות אורגנית מבוצעת על ידי גופי אישור ובקרה. פיקוח על מתבצע על ידי השירותים להגנת הצומח ולביקורת המפקחים על גופי האישור והבקרה באמצעות מנהלה להסמכה תוצרת אורגנית תסומן בסמלים: סמליל אורגני אחיד וסמל בקרה.



הסמליל האורגני האחיד של מדינת ישראל

הסמכת גופי בקרה - חקלאות אורגנית

החוק להסדרת תוצרת אורגנית, התשס"ה-2005 קובע, כי למנהל השירותים להגנת הצומח ולביקורת הסמכות לאשר גופי אישור ובקרה לפקח ולאשר תוצרת אורגנית. לשם כך, הוקמה מנהלה להסמכת גופי אישור ובקרה.

על פי החוק: "תוצרת אורגנית" חייבת להיות מסומנת בסמלים (סמל אורגני אחיד + סמל בקרה) ולכן, צרכן הצורך תוצרת אורגנית הנושאת את הסמלים יכול לדעת בבטחה שהתוצרת גודלה ויוצרה על פי דרישות החוק והיא מפוקחת על ידי אחד מגופי האישור והבקרה המוסמכים על ידי השירותים להגנת הצומח ולביקורת.

אכיפת החוק בנקודות מכירת תוצרת מבוצעת על ידי מפקחים, עובדי השירותים להגנת הצומח ולביקורת שמונו על ידי שר החקלאות, על מנת לאכוף את התקנות ולהעמיד לדין את העוברים עליהן.

במדינת ישראל ישנם היום שלושה גופי אישור ובקרה המוסמכים על ידי השירותים להגנת הצומח וביקורת במשרד החקלאות:



אגריאור בע"מ

כתובת: הבוסם 3 אשדוד ת.ד. 12755

טלפון: 08-6212263

פקס: 08-9317240

דוא"ל: isaac@agrior.co.il

אתר: <http://www.agrior.co.il>



סקאל ישראל פיקוח והתעדה בע"מ

אזור תעשייה קריית ביאליק

טלפון 04-8758400

אתר: <http://www.secal.co.il>

PPIS Accreditation
No.9720101



המכון לבקרה ואיכות איי.קיו.סי בע"מ

רח' רבניצקי 6, בית שהם

א.ת. סגולה, פתח תקוה 4900617

טלפון: 03-9313555

פקס: 03-9044406

אימייל: info@iqc.co.il

מגדל שמעונין להסב את חלקתו לקבלת אישור אורגני חייב להתקשר עם אחד מגופי הבקרה ולפעול על פי הנחיותיהם. בנוסף מומלץ למגדל להתקשר עם הארגון לחקלאות אורגנית שמייצג את כל החקלאים האורגניים ומאפשר לחברים בו לסמן את מוצריהם בסמליל הארגון כערך מוסף של מחויבות לאמינות האורגנית.



א. המשמעות העמוקה של החקלאות הביולוגית-אורגנית, וזיקתה ליהדות השורשית

מריו לוי

החקלאות הביולוגית-אורגנית היא חלק בלתי נפרד מתפיסת עולם שרואה את כל הבריאה כיצירה אחת שלמה. כל פגיעה משמעותית בטבע פוגעת באיזונה, ופוגעת ביצירה כולה, בעיקר בבריאות הקרקע, האוויר, המים, הצמח, בעלי החיים וכמובן האדם. כל כיוון מחשבותינו ופעולותינו חייב למנוע עד למקסימום את הפגיעות הללו.

המגמה הכללית של החקלאות האורגנית היא שמירה מרבית על איזון בכל מערכות הטבע: אוויר, מים, קרקע, צמח, בעלי חיים ואדם, ובמידת האפשר אפילו לשפר אותם. לשם השגת מטרות אלו אנו חייבים לשמר את כללי איכות הסביבה. אנו חייבים לחתור באופן מתמיד להבנה ולקיום – לא רק של החוקים הכלליים של החקלאות האורגנית, אלא מתוך הבנה אקולוגית עד כמה שיותר רחבה. על העוסק בחקלאות אורגנית או במוצר אורגני, ועל המוסדות המטפלים בכך, להיות רגילים לטבע ולמה שנעשה בו, להגן עליו, לאהוד אותו, ולהשתדל להבין אותו לעומקו ובכלל מהותו.

השגיאה הגדולה של רובנו היא לראות רק את עניין השימוש בחומרי הדברה רעילים בחקלאות כדבר החמור ביותר. יש לדעת שבחקלאות שנזקים המתבטאים במשך הזמן של הפרת האיזון הטבעי, והם משנים את פנימיות חיי הצמח, למשל השימוש בדשנים כימיים. צמח או פרי הגדלים בצורה טבעית הם כסם רפואי, מוצר אורגני טבעי הוא היום יסוד לריפוי המחלות הקשות ביותר. המוצר ה"כימי" הוא ההפך מכך.

"בשעה שברא הקדוש ברוך הוא את האדם הראשון, נטלו והחזיר על כל אילני גן עדן ואמר לו: ראה מעשיי כמה נאים ומשובחים הם. כל מה שבראתי – בשבילך בראתי. תן דעתך שלא תקלקל ותחריב את עולמי, שאם קלקלת אין מי שיתקן אחריך" (מדרש קהלת ט). פירוש הדבר הוא שעלינו לשמור על האיזון בטבע, וכל דבר שיכול הפריע, עלינו להימנע ממנו. תוך כדי הטיפול בה ועבודה, יש לשמור על האדמה. והכוונה להשתמש רק באמצעים שלא יזיקו ליקום. כשישב עם ישראל בארצו הוא שמר על הציווי הזה. עדויות רבות יש לנו, דרך המשנה, התלמוד והמדרשים. ואולם כיום, לצערנו, רוב רובו של הציבור חי בחוסר ידיעה והבנה של הנקודות הללו, ומביא לשבירה חמורה של האיזון בטבע.

אילו הם הגורמים שבאמצעותם אנו מגיעים לשבירה חמורה של האיזון בטבע?

החקלאות המודרנית התחילה, לפני כ-150 שנה, להשתמש בחומרים כימיים-סינטטיים. במבט ראשוני, ההצלחה הייתה רבה. לאור זאת, העולם החקלאי התחיל להשתמש בחומרים

סינטטיים בכמויות גדולות יותר ויותר: דשנים כימיים, חומרי הדברה, קוטלי עשבים, מווסתי צמיחה (הורמונים), חומרים אנטיביוטיים ועוד.

במקביל, החקלאות ה"מודרנית" התחילה לראות את הקרקע כבית קיבול לדשנים כימיים בלבד, ובדרך כלל שכחו שהקרקע מלאת חיים, שהיא גוף חי. כל אלו הובילו את החקלאות לפסים שהם רחוקים מהמציאות בטבע, השיבושים הלכו והתרחבו, והופרו האיזונים בכל מערכות הטבע.

ניקח לדוגמה את הגורמים השליליים העיקריים, ונסביר מדוע החקלאות האורגנית מתנגדת להם:

דשנים כימיים סינטטיים

במבט ראשון, הדשן הכימי מצמיח ביתר שאת את הצמח, ועל כן בדרך כלל הוא יכול להניב יבולים יותר גבוהים. אם כן, מהם החסרונות?

- כשבודקים תחת מיקרוסקופ צמח שניזון מדשן כימי, רואים שרקמת הצמח פחות סימטרית לעומת אותו צמח שגדל בצורה טבעית. בדרך כלל גם הגוון פחות חזק אצל צמח שעבר טיפול כימי. סימנים אלו מצביעים על שימוש באיזון הפנימי של הצמח. אנו יודעים שמוצר שגדל בצורה טבעית יכול להיות כסם תרופה לבני אדם. דשן כימי, אף אם ניתן כמורכב, הוא מכיל רק חלק מסודות ההזנה שהצמח זקוק להם, ולכן המאזנים בקרקע ובתוך הצמח מופרים.
- פירות וירקות שגדלו באופן טבעי – חיי המדף שלהם, בלא התערבות, הם יותר ארוכים מאשר מוצרים "כימיים".
- דשנים חנקתיים שניתנים לקרקע מחלחלים בחלקם לעומק הקרקע וגורמים להעשרת ניטרטים (חנקות) במי השתייה. הניטרטים נחשבים גורם שלילי מאוד ביחס לבריאות האדם.
- הדשן יכול לגרום לצמיחה חזקה ומוגזמת של עלוות הצמחים. על ידי כך הם מאבדים את כושר התנגודת הטבעית שלהם, ובעקבות כך – להיתקף באופן קשה יותר בידי גורמי מחלות ומזיקים.
- ייצור הדשן החנקני, שהוא הדשן הכימי הנפוץ ביותר בשימוש, דורש אנרגיה רבה. כל אלה ועוד הם חסרונות של השימוש בדשנים הכימיים. מכאן אפשר לראות את הפרדוקס: הדשן הכימי מראה בתחילה יתרונות רבים, אך בטווח הארוך ניכר כי הם אינם יתרונות אלא חסרונות.

חומרי הדברה סינטטיים ורעילים

השימוש בחומרי הדברה אלו מסוכן מאוד לבריאות האדם. חומרי הדברה, אפילו בכמויות זעירות ביותר, מצטברים בגוף האדם. רוב חומרי ההדברה הם קרצינוגניים (יכולים לגרום לסרטן). הוכח שהם יכולים לשנות את הרכב הדם ולגרום למחסור באנזימים מסומים, כמו למשל **Cholinesterase**, שאחראים לפעולות הסדירות של גוף האדם, ובעיקר לפעולות העיכול. לפעמים נפגעות גם מערכות העצבים.

רחל קרסון, סופרת וחוקרת מארצות הברית, כתבה בשנות ה-60 את סיפרה האביב הדומם לאור ה"הצלחה" של המהפכה הירוקה. היא מאירה בספרה את כל החסרונות שיש בשימוש בחומרי הדברה: **(Rachel Cerson, The Silent Spring)**

- הפרעות באספקת החמצן לתא (הפרעות אנזימטיות).
- חומרי הדברה נשמרים בחלקי הריבוי של התא.
- חומרי ההדברה יכולים לגרום נזקים לכבד.
- הם יכולים לגרום לתגובות אלרגיות.
- יכולים לגרום נזקים למערכת העצבים.
- רוב חומרי ההדברה הם קרצינוגניים.

התנגדותנו כחקלאים "אורגניים" לשימוש בחומרים הדברה כימיים-סינטטיים נובעת מהסיבות האלה:

- סכנה לבריאות האדם ולבהמה.
- הפרעות איזון בטבע, כמו למשל השמדת אויבים טבעיים.
- הפרעות איזון בקרקע.
- סכנת חלחול של חומרי הדברה למי התהום.

כנגד טענות אלו, האחראים לרישוי חומרי הדברה אומרים: אם משתמשים בחומרי הדברה לפי ההוראות, הסכנות אינן קיימות. ועל כך יש לומר: אפילו כמויות זעירות מצטברות ברקמות השונות בגוף האדם. בנוסף, קשה לחקלאי לשמור על הכללים של מינון, של זמנים שיש לחכות בין טיפול הדברה לאסוף. עצם הייצור, האחסנה והשימוש בחומרי הדברה מסוכן.

לכל אלו יש להוסיף את הבעיות הנגרמות לנו על ידי ההרביצידים (קוטלי עשבים):

- רוב קוטלי העשבים רעילים לקרקע ובעלי שארתיות.
- רוב קוטלי העשבים רעילים לבני אדם (רובם קרצינוגניים=גורמים לסרטן)

- רוב קוטלי העשבים מפירים את האיזון בקרקע ובצמח.
- קוטלי עשבים גורמים בדרך כלל להתחזקות עשבי בר קשי-הדברה.
- שימוש רב בקוטלי עשבים גורם לחלחול שלהם למי התהום.

כל אלה ועוד הם חסרונותיה של החקלאות הקונבנציונלית. באה החקלאות האורגנית ומציעה תפנית חדה מהדרך המקובלת. יש צורך לא רק בשינוי טכניקות, אלא גם בשינוי יסודי של כיווני מחשבה, של שינוי ערכים, של מבט רחב יותר על הסביבה, על הטבע, על ערך קדושת חיי האדם. החקלאות האורגנית בעולם, ובמיוחד בארץ, הוכיחה שזאת שיטה חקלאית בת-קיימא שיכולה להצליח להזין את האוכלוסייה.

דעותיו של ה"נשר הגדול" (הרמב"ם רבי משה בן מימון) בענייני בריאות ורפואה מונעת מאוד מקובלים עלינו. יש אמנם להביא בחשבון שמתקופתו ועד היום נוספו סכנות חמורות ביותר לבריאות, גם בטיפול בבני אדם ובבעלי חיים – נכנסו לשימוש חומרים ותרופות שבאמצעותם אבד האיזון הפנימי, התנגודת והחוזק הטבעי של בעלי החיים והאדם. לכן יש לבדוק את דעותיו בהתאם למציאות של היום. למשל אכילת הרבה ירקות ופירות "כימיים" תשיג היום בדיוק תוצאה הפוכה. התפיסה של החקלאות האורגנית מקבילה לתפיסה ולהבנה היהודית השורשית לחיים, לסביבה, לבריאות האדם. ההוכחות על הפגמים שיש בחקלאות הקונבנציונלית הם כיום כה ברורים, שכל אדם בעל מצפון, כל אדם שקדושת החיים יקרה לו, צריך להתקומם נגדם.

העוסק ב"אורגני" חייב התנסות והבנה רחבה לטבע ולכל הסביבה. הוא חייב ברגישות גם כלפי בעלי החיים, ומעל הכול הוא חייב בהתחשבות בבריאות בני האדם. לכן, אל לנו לראות את העיסוק בחקלאות אורגנית רק כ"ענף חקלאי" נוסף או כ"גידול אחר", אלא כעסק חקלאי-כלכלי. על העוסק בחקלאות אורגנית לדעת שהוא שותף אנושי ממדרגה ראשונה, על אף שרוב האנושות עדיין אינה יודעת ואינה מכירה בכך.

השכר שלנו יבוא עם הזמן, וזאת כאשר הלקוחות שלנו, בארץ ובחו"ל והמוסדות השונים שיש לנו קשר אתם, ישוכנעו מרצינות גישתנו. גם לאחר שהדברים הללו יהיו מקובלים, נדרשת ביקורת על הביצוע של החקלאי ועל התוצרת החקלאית, כדי להבטיח אמינות מוחלטת. תפיסה זו של חקלאות אורגנית, מבחינה מחשבתית ומעשית, היא חיונית כדי להבטיח את אמינות המוצר וכן את ההצדקה של החקלאות האורגנית במובנה הרחב, ולא רק בזכות העובדה ש"לא נמצאו בתוצרת שאריות רעלים".

* מריו לוי הוא חבר קיבוץ שדה אליהו מראשוני החקלאים האורגניים בישראל וממייסדיו של הארגון לחקלאות אורגנית

ב. התהליכים ההיסטוריים שבבסיס החקלאות האורגנית

פרופ' מיכאל רביב

1. כושר נשיאה, צפיפות אוכלוסיה וקיום מתמשך

תקופתנו מתאפיינת בהתפתחות דרמטית שעדיין אין אפשרות להעריך את תוצאותיה במלואן: בפעם הראשונה הגיעה האנושות לגודל ולאמצעים המאפשרים לה לפגוע באורח משמעותי ב**כושר הנשיאה** של כדור הארץ (4). אין המדובר באירוע אפוקליפטי כדוגמת שואה גרעינית למשל, אלא בשורת תהליכים אטיים, כמעט בלתי מוחשיים, המבזרים במקום ובזמן. פעילויות שונות פוגעות בחוליות רבות של שרשרת הקיום של המין האנושי ושל מינים אחרים המאכלסים את כדור הארץ. גם אם יוגדרו כל גורמי הנזקים ויופסק השימוש בהם, תיקון הנזקים שכבר נגרמו יארך עוד זמן רב. במקרים מסוימים, כגון אלה של מינים שנכחדו, אין התיקון אפשרי כלל ועיקר. אין לשכוח כי החקלאות היא רק אחת מהפעילויות האנושיות הרבות הגורמות לפגיעות אלו. לפעילויות לא-חקלאיות כגון בירוא יערות לצורך שימוש בעץ, זיהום אוקיינוסים, שימוש בתרכובות הפוגעות בשכבת האוזון, פליטת "גזי חממה" לאטמוספירה ועוד - יש השפעות הרסניות לא פחות מאשר לגרועים שבנוהלי העבודה החקלאיים. עם זאת, אין בכך כדי לפטור את קובעי המדיניות החקלאית, את העוסקים במחקר החקלאי ואת החקלאים עצמם מאחריות לדרך שבה הפעילות החקלאית משפיעה על עתיד כדור הארץ והמין האנושי.

חשוב לזכור כי הפחתת זיהום ממקורות חקלאיים (וקל וחומר - מניעתו) היא משימה קשה מאוד. הקושי נובע מהפיזור העצום של ציבור החקלאים על פני כדור הארץ מחד גיסא, והיעדר חלופות סבירות לחומרים מזהמים שונים הנתפסים כחיוניים לייצור סדיר של תוצרת חקלאית מאידך גיסא. למשל, קל יחסית לאכוף את הפסקת השימוש בגזים הפוגעים בשכבת האוזון שבסטרטוספירה מאשר לחדול מהשימוש במתיל-ברומיד החשוד בגרימת פגיעה דומה. המקרה הראשון כרוך באי נוחות מסוימת ובהפסד לכמה בתי חרושת, ואילו המקרה השני עלול להשפיע באופן מיידי על "פוריותם" (לפחות בטווח הקצר) של שדות חקלאיים רבים, אגב גרימת הפסדים ניכרים למגדלים והיווצרות מחסור במזון.

אוכלוסיית כדור הארץ מונה כ- 6.5 מיליארדי תושבים, וקצב גידולה השנתי הוא כ- 1.7%. רוב האוכלוסייה חיה בארצות לא מפותחות באופן יחסי, שקצב ריבויין השנתי (להוציא סין) מגיע לכ- 2.5%. תחזיות סטטיסטיות של האו"ם (המביאות בחשבון גם את האטת קצב הריבוי הצפוי במקביל לעלייה ברמת החיים) צופות אוכלוסייה של כ- 8.5 מיליארדים בשנת 2025, והתייצבות ברמה של כ- 11.5 מיליארדים בשנת 2150 (10). מלבד הגידול בצפיפות האוכלוסייה, גם

העלייה המתמשכת ברמת חייהם של אוכלוסי העולם גורמת לניצול מוגבר של משאבי העולם. מאחר שרוב אוכלוסי העולם חיים כיום ברמת חיים נמוכה באופן יחסי, וחלקם אף סובלים מתת-תזונה, אין הצדקה מוסרית או אפשרות מעשית למתן את המשך העלייה ברמת החיים. המאמץ המדעי והחברתי אינו יכול להסתפק, אפוא, בייצוב המערכות המספקות את וצרכי המין האנושי, ועליו לחתור להשגת **התפתחות בת-קיימא**. התפתחות כזו מאפשרת את השגת הצרכים והמאווים של ההווה מבלי לפגוע ביכולתם של הדורות הבאים לספק את צורכיהם (2).

ניתוח היסטורי מלמד כי המין האנושי הצליח להגדיל את כושר הנשיאה של המערכות המקיימות אותו על פי קצב גידולו, פחות או יותר. התיאור "פחות או יותר" מבליע בתוכו התייחסות שוות נפש, משהו, למצבי רעב ומגיפות שגרמו לאסונות אימים לאורך ההיסטוריה. אמות המוסר המדריכות את האנושות היום, וזמינות המידע המעביר כהרף עין כל אסון כזה לבתיים של רבים, יחייבו את האצת קצב התפתחותם של המשאבים כדי שאסונות כאלה לא יישנו. עם זאת, אין לשכוח כי המין האנושי מנצל כבר היום חלק חשוב ממשאבי הטבע העומדים לרשותו בקצב מהיר מקצב חידושם הספונטני. דוגמות לכך פזורות לרוב מסביבנו, ונזכיר רק את השימוש בדלק מחצבי (פוסילי), הכריתה המהירה של יער הגשם הטרופי והרס קרקעות פוריות שגרר תהליכי מידבור בכמה אזורים על פני כדור הארץ. התפתחות בת-קיימא מחייבת מניעת הישנותם של תהליכים כאלה, ללא הפחתה בקצב העלייה ביצור המזון.

המודעות הגוברת של הציבור בארצות המפותחות לתהליכים ולגורמי הנזק שנמנו לעיל מביאה בהדרגה לשינויים במנהגים ובחוקים שגרמו למצב הנוכחי. אחת הדרכים החשובות ביותר להחדרה מהירה של השינויים הנדרשים תתבסס על תמחור המביא בחשבון את ערך השימוש העתידי של משאבים. סיבות פוליטיות ושיקולים כלכליים מידיים גורמים לקביעת מחירי-חסר למשאבים שונים. למשל, רמת המחירים המאפיינת את מחירי האנרגיה השוררים כיום אינה מעודדת מאמצים לפיתוח ולניצול של מקורות אנרגיה מתחדשים. בדרך זו מסבסדים הדורות הבאים, שלא מדעת, את רמת חיינו הנוכחית. בהקשר החקלאי, מחירי אנרגיה נמוכים מעודדים שימוש בפליחה ובדשנים וחומרי הדברה שמחיריהם מושפעים ממחירי דלקים פוסיליים. שיטת תימחור המגלמת בתוכה את ערך השימוש העתידי תחייב צמצום של השימוש במשאבים אלו, ותעודד חדשנות ופיתוח תחליפים. באמצעות תמחור אפשר, למשל, לגרום לצריכת מי תהום בקצב השווה לקצב המילוי החוזר. כל שיטת תמחור אחרת גורמת לשאיבת-יתר ולהמלחת מי התהום, תהליך שאנו עדים לו באזורים נרחבים בעולם, לרבות באזורנו. מיתון ניצולם של משאבי טבע בעזרת תמחור ריאלי ניתן ליישום כמעט מידי בארצות העשירות בשל יכולת הספיגה של עליית המחירים על ידי אוכלוסי ארצות אלו, שהתוצרת החקלאית תופסת אחוז לא גדול, באופן יחסי, מסל התצרוכת שלהם. בנוסף, תמחור ריאלי יהווה מניע לזירוז פיתוחם של חידושים מדעיים וטכנולוגיים שיפתרו בעתיד את בעיית ניצול-היתר של משאבים מתכלים. פיתוחים אלו ישרתו בעתיד גם את תושבי המדינות הלא מפותחות. תקופת הביניים תחייב

מציאת פתרון של תמחור דיפרנציאלי, שימנע פגיעה בכלכלתן של המדינות הלא-מפותחות וברמת התזונה של תושביהן. יישומם של כלים כלכליים מהסוג הזה בקנה מידה עולמי הוא עדיין בגדר חזון לעתיד. עד להגשמתם יש לבחון את האפשרות להטיל מסים ייחודיים על מנצלי משאבים מתכלים ועל יצרני זיהום, תוך כדי בחינה זהירה של השפעתם המקומית.

במקביל לפעילויות בעלות אופי כלכלי, יש להעמיק את מודעות הצרכנים להשפעות של נוהלי העבודה החקלאיים על בריאותם ועל יציבות המערכות האקולוגיות שעל פני כדור הארץ. מודעות זו עשויה לשמש כמניע העיקרי ליישומן המקיף של שיטות חקלאיות שיבטיחו את יציבותו של בית-הגידול.

השפעת הצרכנים עשויה להתבטא ב-2 דרכים:

א. הפעלת לחץ על גופי הרישוי, התקינה והחקיקה לבקרה מרבית של השימוש בחומרים הפוגעים בסביבה.

ב. העדפת מותגים "נקיים".

פיתוח ממשק חקלאי בר-קיימא (**Sustainable agriculture**) הוא פועל יוצא מתבקש של הדברים שהועלו עד כאן. מלבד עצירת הפגיעה בסביבה ובפוריות הקרקע, ממשק זה יהיה חייב, כאמור, להבטיח את יכולתנו להמשיך ולספק בהצלחה תוצרת חקלאית גם לדורות הבאים, ולהביא בחשבון הן את המשך ריבוי הטבעי והן את השלמת סל המוצרים החקלאיים שיצרכו עד לרמה המקובלת כמספקת (8). גישה זו מתייחסת למצב השורר באזורי חקלאות שלא נפגעו מפעילות אנושית או משינויי אקלים. אזורי שנפגעו עקב ניצול-יתר בעבר או מסיבות אחרות מחייבים ממשק שונה, המוגדר כ"חקלאות משקמת" (**Regenerative agriculture**). ממשק זה אמור לאפשר את שחזור כושר הנשיאה המקורי של הקרקע שנפגעה.

רבים תופשים את החקלאות בת-הקיימא, ובכלל זה את החקלאות האורגנית, כשיטת ייצור מפגרת באופן יחסי, שיבוליה נמוכים ואיכותם ירודה. מכאן נובעת ההתייחסות לשיטות אלו כאל מותרות המתאימים לעשירים מפונקים המתעלמים מן הצורך להאכיל מספר גדל והולך של פיות רעבים, ואשר דואגים רק לאיזו איכות עלומה, ואולי מדומה, של סביבתם ומזונם. מבחנה העליון של החקלאות בת-הקיימא יהיה בהוכחה שביכולתה גם לספק מזון לאוכלוסיית העולם בעלות תחרותית, וגם להעלות עם הזמן את כושר הנשיאה של מערכות הייצור החקלאיות הקיימות.

2. התפתחות התנועות השוללות את החקלאות המקובלת

שיטות העיבוד המקובלות לא פגעו, בדרך כלל, בכושר הייצור של המערכות החקלאיות עד לראשית המאה ה-20. מכיוון שהחקלאות היוותה את עמוד השדרה הכלכלי של הציוויליזציות העתיקות, חריגות מכלל זה לוו בניוון ממלכות. דוגמה לכך היא המקרה של מלכות מצרים, שקרסה לאחר שהמלחת אדמות דלתת הנילוס - עקב השקיה בלתי מבוקרת ובעיות ניקוז - גרמה לירידה חדה בכושר יצור המזון. כריתה בלתי מבוקרת של יערות, רעיית-יתר ועיבוד אינטנסיבי ותכופ בלא הוספת חומר אורגני לקרקע גרמה לתוצאות דומות במקומות אחרים בעולם.

בראשית המאה ה-19 קבע מלתוס כלכלן ידוע, אבי תאורית התפוצצות האוכלוסין אורי כי כדור הארץ הגיע למרב כושר הנשיאה שלו, וכי ריבוי אוכלוסין יגרום לפריצת מלחמות ומגפות, עקב אי יכולת של האנושות לייצר די מזון. עד אמצע המאה ה-19 היה קצב הריבוי של אוכלוסי כדור הארץ נמוך מאוד. התפתחות מדע הרפואה האיץ מאוד את קצב הריבוי, ועקב כך נוצר צורך לספק מזון למספר גדל והולך של אוכלוסין. הופעת כלי עיבוד כבדים, בעיקר לאחר מלחמת העולם הראשונה, וכן השימוש ההולך וגובר בדשנים, החלו לפגוע במרקם העדין של יחסי קרקע-צמח, שנשמר עד אז. לימוד תפקידם של יסודות ההזנה וייצורם ההמוני עקב הוזלת מחירי האנרגיה איפשרו את הפסקת השימוש במחזור גידולים הכולל קטניות וכרוב, ואת השתלטות המונוקולטורה על אזורים נרחבים. ממשק זה הוריד בהדרגה את שיעור החומר האורגני בקרקע, (חומר אורגני זה מוצא עצמו באטמוספירה ותורם את חלקו בתהליך התחממות כדור הארץ (העורק)) ופגע בפוריות וביציבות תלכידה. האסון שפקד את "המישורים הגדולים" במרכז ארצות הברית, שהפכו ל"קערת האבק" באמצע שנות ה-30 של המאה ה-20, ובכך נעקר מטה לחמן של עשרות אלפי משפחות, הביא בפעם הראשונה לידיעת הציבור את הבעייתיות הכרוכה בשיטות העיבוד החדשות.

עם זאת, ראוי לציין שהארגון הראשון שהטיף לשיטות גידול משמרות נוסד כבר בשנות ה-20, ודווקא באירופה, בעקבות הגותו של הפילוסוף רודולף שטיינר, ובלי כל קשר להתרחשויות בארצות הברית. התורה האנתרופוסופית, שהובילה לייסוד החקלאות הביודינמית, חרתה על דגלה את הפוליקולטורה לרבות עירוב גידולים, את השימוש בפסולות חקלאיות לצורך מיחזור מרבי של יסודות ההזנה, ואת ההימנעות המרבית משימוש בכימיקלים סינתטיים. העובדה שתנועה זו לא חדרה לזרם המרכזי של ההוויה החקלאית נבעה, בין היתר, מהחשיבות שהוגיה מייחסים לתכשירים שונים ובלתי מוגדרים, וכן לכוחות קוסמיים המשפיעים על הריתמוס הביולוגי של האורגניזמים השונים. שיטות אלו לא עמדו במבחן של ביקורת מדעית אובייקטיבית (7). עיקר כוחה של תנועה זו מצוי עד היום במרכז אירופה (דמטר). הזרם הבא, שלא התארגן לכלל תנועה אך הייתה לו השפעה מחשבתית רבה, היה "חקלאות ההומוס",

אשר לה הטיפו בשנות ה-30 והא-40 וקסמן (14), סר אלברט הווארד (6), ליידי בלפור (1), פוקנר (5) ורודאל (11). אלה הוכיחו את חשיבות החומר האורגני בקרקע, והדגימו את אפשרות טיובה על ידי הוספת קומפוסט. תרומתם של מחברים אלו הייתה בעיקר בגישתם המכלילה, ההוליסטית, שראתה בפעילות החקלאית חלק ממכלול אקולוגי שביר.

התקדמות המדע והטכנולוגיה מאז תום מלחמת העולם השנייה הניבה את פיתוחם של חומרי הדברה רבים ויעילים. במקביל הירידה במחירי הדלק גרמה לירידה מקבילה במחירי הדשנים. שתי תופעות אלו הביאו לעלייה דרמתית בפוריותן של מערכות חקלאיות ולהרגשה שלפחד המלתוסיאני, שליווה עד אז את המחשבה האנושית, אין עוד הצדקה. האדם חש כי התמודד עם הטבע ויכול לו. הטראומה של "קערת האבק" גרמה לתנופת מחקר בתחום מדע הקרקע והעיבודים, ולהצלחות במניעת סחיפתה על ידי רוח או מים. עם זאת, הוקדש פחות מאמץ ללימוד התהליכים שיאפשרו הימנעות מהיווצרות תופעה זו מלכתחילה. סמוך לסינומה של תקופה זו חל גם קידום עצום בתחום ההשבחה, שהוביל ל"מהפכה הירוקה" - יצירת זנים עתירי-יבול במקביל להפצה יעילה ומסיבית של ידע חקלאי מתקדם לארצות העולם המתפתח. למרות תחזיות קודרות קודמות, הגיעו בתקופה זו ארצות כמו סין, הודו, אינדונזיה, פיליפינים ועוד ליכולת אספקת מזון עצמית ואף ליכולת לייצא תוצרת חקלאית עודפת. ההצלחות החקלאיות הבולטות של תקופה זו דחקו הצידה גישות המחייבות מאמץ ארוך-טווח, כגון זה הדרוש לשמירת כושר הנשיאה של הקרקע או אף להגברת פוריותה על ידי הגדלת תכולת החומר האורגני שבה.

החל בשנות ה-60 החלו להתברר סיכונים של גישת השימוש הליברלי בחומרי הדברה ודשנים כימיים. שאריות חומרי הדברה נתגלו בתוך חוליות שונות בשרשרת המזון, ואף במזוננו. מזיקים וגורמי מחלות פיתחו עמידויות נגד חומרי הדברה, דבר שגרם לחקלאים להגביר את תכיפות השימוש בחומרי הדברה ולהגדלת המינון שלהם. כאשר גם זה לא עזר, נזעקו חברות הכימיקלים לשחרר לשוק חומרי הדברה חדשים, אלימים יותר, והמעגל טרם נסגר. במקביל, נמצאו ריכוזים גבוהים של יסודות הזנה במים עיליים, דבר שגרם לתהליכי אוטריפיקציה-התפחות מואצת של אצות ול"מות" מקווי מים ונחלים. גם במי תהום נמצאה לעתים עלייה בריכוז החנקות, עד לרמה המסכנת את בריאות הציבור. ספרה של רחל קרסון, "האביב הדומם" (3), הביא בצורה דרמתית כמה מעובדות אלו ומהשלכותיהן האפשריות למודעות של ציבור גדול בעולם המערבי. רגישותו של ציבור זה לסביבה התחדדה בעת משבר הדלק של שנת 1973, שהיה לו תפקיד הדגמתי חשוב לתודעת הציבור: בפעם הראשונה הובן, לא רק בקרב אקולוגים, כי משאב מתכלה זה ותוצריו אינם יכולים להילקח כמובנים מאליהם לפרק זמן בלתי מוגבל, ומושג **המשאב המתכלה** נהפך לנחלת הכלל.

השימוש בחומרי הדברה קיבל הקשר שלילי בחוגים המתקדמים בארצות הברית שהתנגדו למלחמת וייטנאם, כשחיל האוויר האמריקני השתמש ב-**Agent orange** לריסוס הג'ונגלים, במטרה למנוע מקומות מסתור מלוחמי הווייטקונג. מעבר לנזק הסביבתי הנורא, התברר במהרה כי ההרביציד, התמים לכאורה, הכיל שאריות דיוקסין, והם גרמו נזקים חמורים לבריאותם של תושבים המקומיים ואף של חיילי ארצות הברית שנחשפו לחומר.

3. החקלאות האורגנית היום

הצטברות העדויות והתובנות הללו הביאו לתחייתה של הגישה האגרו-אקולוגית מחד גיסא, ולחלחול ההבנה בדבר הצורך שקובעי המדיניות ינקטו פעולה ממוסדת, מאידך גיסא. עדות מרשימה לכך ניתנה בשלוש המהדורות האחרונות של חוק החקלאות האמריקני, שכלל את החקלאות בת-הקיימא כיעד מרכזי לפיתוח של חקלאות העתיד. ההתפתחות, על פי חוק זה, צריכה להוביל ליעדים האלה:

(1) החקלאות צריכה להתקיים כאורח חיים מספק לחקלאים. יש לשמור על תנאי סביבה נאותים לאדם ולמרב מיני האורגניזמים. יש להגן על מקווי המים ועל מי התהום. לשם כך יש למזער את השימוש בדשנים ובחומרי הדברה.

(2) יש לשאוף להגדלת הפוריות על ידי טיפוח זנים פוריים העמידים למגוון תנאי סביבה קשים, על ידי שמירה על תכולת החומר האורגני בקרקע ועל מחזור זרעים.

(3) יש לפעול לצמצום השימוש בחומרי הדברה רעילים על מנת למזער את הפגיעה בסביבה ולהבטיח מזון נקי ואיכותי. להשגת מטרה זו יש להשביח זנים העמידים למחלות ולמזיקים.

(4) יש להבטיח את האפשרות להמשך ההתפתחות על ידי: מניעת הרס הקרקע עקב סחף רוח ומים, מניעת שאיבת-יתר של מים, חיסכון באנרגיה, ושמירה על מלוא מגוון המינים (**Biodiversity**). מתוך מגוון המינים המאוקלם לתנאיו של כל בית גידול בצורה המיטבית ימצא החומר הגנטי הדרוש לטיפול זנים העמידים למחלות, למזיקים ולתנאי עקה.

התפתחות המודעות הסביבתית, שבאה לידי ביטוי בחקיקת חוקים אלו, לוותה בהתפתחות מרשימה, בכל ארצות העולם המערבי, של איגודי חקלאים המנסים ליישם את עקרונות החקלאות בת-הקיימא **(12)**. איגודים אלו התאגדו לתנועה בינלאומית הקרויה

International Federation of Organic Associations and Movements (IFOAM). יש להדגיש כי החקלאות האורגנית עדיין אינה מייצרת כמויות ניכרות של תוצרת חקלאית. בארצות שבהן אחיזתה חזקה באופן יחסי, ושבהן היא נהנית

מתמיכה ממשלתית מסיבית, חלקה בתוצר החקלאי מגיע עד ל-10%. ביתר הארצות המפותחות מגיע חלקה ל-3-1%. כזה הוא המצב גם בישראל, אף כי קצב גידולו של מגזר חקלאות זה גבוה יחסית למצב במגזרי החקלאות האחרים. הדבר נובע בחלקו מעלייה מסוימת בביקוש לתוצרתו בשוק המקומי, אך בעיקר מגידול הביקוש בשוק הייצוא.

מקובל לפטור את המגמה ליישם ממשק חקלאי בר-קיימא בקביעה שממשק זה יגרור, בהכרח, פחיתה ביבולים אגב עלייה ניכרת במחיר התוצרת. בכך יוחרף האי-שוויון שכבר קיים כיום בחלוקת משאבי כדור הארץ ותיפגענה האוכלוסיות החלשות, הסובלות בחלקן מתת-תזונה. הפרמיה המקובלת היום לתוצרת אורגנית בשוקי העולם המערבי משמשת לטוענים כך כהוכחה לאי-יכולתה של החקלאות בת-הקיימא לייצר במחירים תחרותיים לאלה של החקלאות הקונוונציונלית. לצורך בחינת דעה זו נסקור בקצרה את מצבה של החקלאות בת-הקיימא היום.

בהכללה אפשר למנות 3 שיטות ממשק שונות בתחום החקלאות בת-הקיימא:

(א) **(LISA) low input sustainable agriculture**, המקובלת בעיקר בצפון אמריקה.

(ב) חקלאות אורגנית קלאסית, המקובלת בעיקר בצפון אירופה ובמרכז.

(ג) חקלאות אורגנית אינטנסיבית, דוגמת זו הנהוגה בארץ ובכמה מארצות אירופה.

מטרת השיטה הראשונה היא למנוע הברת שטחי חקלאות אגב מניעת זיהום הסביבה. הייצור החקלאי כשלעצמו מהווה מטרה משנית בארצות שבהן כושר הייצור עולה במידה כה רבה על הביקוש לתוצרת, עד שלמדינה יש עניין לסבסד הפחתת יבולים. ואמנם, שיטה חקלאית זו כרוכה בפחיתת יבולים, הגוררת עלייה במחירי המזון. יש להניח כי צורכי השוק העולמי יביאו, עם הזמן, להיעלמות המצב המלאכותי הגורם לממשלות ארצות הברית וקנדה לעודד שיטת ממשק זו.

שיטת הממשק השנייה אינה כרוכה, ככל הנראה, בפחיתה משמעותית ביבולים. **Stanhill** (13) השווה את הפוריות של הממשק האורגני לזו של הממשק המקובל, והראה שהממשק האורגני השיג, בממוצע, 90% מהיבול המתקבל בממשק המקובל. בכשליש מהמקרים הושגו בממשק אורגני יבולים גבוהים יותר מאשר בממשק המקובל בתנאי ייצור זהים. יש להניח כי עם התקדמות המחקר והרחבת הידע, המפגרים בהרבה בממשק האורגני לעומת הממשק המקובל, ייסגרו אף פער זה. מעניין לציין בהקשר זה כי **Pimental et al. (9)** מעריכים, ברמת הידע המצוי כיום, כי הימנעות מוחלטת משימוש בחומרי הדברה תביא לעלייה ממוצעת של 10% באבדן יבול הנובע ממחלות וממזיקים.

למיטב ידיעתנו, טרם נערך מחקר כלכלי מסודר, בדומה לזה שצוטט לעיל, בדבר פוריותו היחסית של מגזר החקלאות האורגנית האינטנסיבית בארץ לעומת המגזר המקביל בחקלאות המקובלת. בגידולים אחדים, שבהם הושקע מאמץ מחקרי מזערי גם במגזר האורגני (למשל בגידול גזר ואבוקדו), השתוותה פוריותן של שתי שיטות הגידול. יש מקום לבדוק את הנחת העבודה האומרת כי ברמת תשומות דומה ובליוי מחקרי והדרכתי נאות, החקלאות האורגנית עשויה לספק תוצרת חקלאית במחיר וברווחיות דומים לאלה של החקלאות המקובלת.

מראי מקום

- 1. Balfour, E.B. (1943). The Living Soil. Faber and Faber, London. 246 pp.**
- 2. Brundtland, G.H. (1987). Our Common Future. Oxford University Press. New York, N.Y.**
- 3. Carson, R. (1962). Silent Spring. Houghton Mifflin. Boston, MA.**
- 4. Daily, G.C. and P.R. Ehrlich (1992). Population, sustainability and earth's carrying capacity. BioScience 42:761-771.**
- 5. Faulkner, E. (1952). Soil development. University of Oklahoma Press, Norman. OK 232 pp.**
- 6. Howard, A. and Wad, Y.D. (1931). The Waste Products of Agriculture. Oxford University Press. London. 167 pp.**
- 7. Kirchmann, H. (1994). Biological Dynamic Farming - An occult form of alternative agriculture? J. Agric. Envir. Ethics 7:173-187.**
- 8. Lehman, H. Clark, E.A. and Weise, S.F. (1993). Clarifying the definition of *Sustainable Agriculture*. J. Agric. Envir. Ethics 6:127-143.**

- 9. Pimentel, D. Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J. *et al.* (1992). Environmental and economic costs of pesticide use. *BioScience* 42:750-760.**
- 10. Population Reference Bureau (1991). World population data sheet. Washington, D.C.**
- 11. Rodale, J.I. (1945). *Pay Dirt*. Rodale Press, Inc. Emmaus, PA 242 pp.**
- 12. Sansavini, S. and Wollesen, J. (1992). The organic farming movement in Europe. *HortTechnology* 2:276-281.**
- 13. Stanhill, G. (1990). The comparative productivity of organic agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.* 30:1-26.**
- 14. Waksman, S. (1936). *Humus: Origin, Chemical Composition, and Importance in Nature*. Williams and Wilkins Co. Baltimore, MD. 526 pp.**

* פרופ' מיכאל רביב הוא חוקר (גמלאי) בכיר בחקלאות וחקלאות אורגנית, שימש כמנהל מרכז המחקר נווה יער של מנהל המחקר החקלאי.

ג. עקרונות החקלאות האורגנית

תרגום: אורי אדלר וגיא רילוב

החקלאות היא אחת הפעילויות הבסיסיות של התרבות האנושית, מתוך הצורך וההכרח של כל בני האדם לספק לעצמן מזון. ההיסטוריה, התרבות והערכים הקהילתיים – כולם נטועים בעשייה החקלאית.

העקרונות המפורטים כאן ישימים לחקלאות באשר היא, בהיבט הנרחב ביותר האפשרי, כולל הדרכים שבהן בני האדם מתייחסים לקרקע, למים, לצמחים ולבעלי החיים כדי לייצר, להכין ולהפיץ מזון ומוצרים נוספים. העקרונות נוגעים לאופן התייחסותם של בני האדם לסביבה החיה, בהיותם קשורים זה בזה ושומרים ומטפחים את זכויותיהם של הדורות הבאים.

החקלאות האורגנית מבוססת על 4 עקרונות:

1. עקרון הבריאות.
2. עקרון הסביבה.
3. עקרון ההוגנות.
4. עקרון האחריות.

ארבעת העקרונות גם יחד מהווים מכלול אחד, והם מנוסחים כבסיס מוסרי לפעילותה של החקלאות האורגנית.

עקרון הבריאות

חקלאות אורגנית חייבת לשמר ולטפח את בריאות הקרקע, הצמחים, בעלי החיים, בני האדם ואת העולם כמערכת אחת, בלתי ניתנת לחלוקה.

עיקרון זה מצביע על כך שבריאות הפרטים והקהילות היא בלתי נפרדת מבריאות המערכות הסביבתיות: קרקע בריאה מייצרת גידולים "בריאם" התורמים לבריאותם התקינה של בעלי החיים ובני האדם.

הבריאות כוללת ומשלבת בתוכה את כל מערכות החיים. אין פירושה מניעת מחלות בלבד, אלא תרומה לשמירה ולשיפור המצב הפיזי, הנפשי, החברתי והסביבתי, המאפשר איכות חיים טובה, עמידות והתחדשות.

תפקידה של החקלאות האורגנית – בייצור, החקלאי, בעיבוד התוצרת, בהפצתה או בצריכתה – הוא שימור וטיפול בבריאות הסביבה והפרטים החיים בה, מהגורם החי הקטן ביותר בקרקע ועד לבני האדם. החקלאות האורגנית מתחייבת לייצר מזון מזין באיכות גבוהה, התורם

לבריאות הצרכנים ולאיכות חייהם. ראייה זו מחייבת מניעת שימוש בדשנים, בחומרי הדברה, בתרופות וטרינריות ובתוספי מזון העלולים לפגוע בבריאות.

עקרון הסביבה

חקלאות אורגנית חייבת להתבסס על מערכות סביבתיות חיות ומחזורי חיים, לפעול להשתלבות בהם, לטפח אותן ולשמרן.

עיקרון זה מציב את החקלאות האורגנית כחלק בלתי נפרד ממרכיבי הסביבה החיים. העיקרון קובע כי ייצור חקלאי חייב להתבסס על תהליכים סביבתיים ומיחזור. זמינות המזון ואיכות החיים יכולים להיות מושגים באמצעות גישה לסביבת הייצור היעודית. לדוגמה, במקרה של גידולים צמחיים, הכוונה למרכיב החי בקרקע; לבעלי חיים – הסביבה האקולוגית של המשק; לדגים ויצורי ים – הסביבה המימית.

חקלאות אורגנית, מרעה ואיסוף מן הבר חייבים להתאים עצמם למחזורי הביולוגיים ולאיזון הטבעי. מחזורי אלו הם עולמיים, ואולם פעילותם ייחודית לאתר העשייה החקלאית. על הממשק האורגני להיות מותאם לתנאים המקומיים – סביבה, תרבות והיקף. תשומות מיובאות צריכות להצטמצם באמצעות מיחזור וניהול יעיל של חומרים ואנרגיה, כדי לשמר ולשפר את המקורות הסביבתיים. חקלאות אורגנית צריכה ליצור איזון סביבתי, תוך כדי לתכנן הממשק החקלאי, יצירת סביבות חיים ושמירה על המגוון הגנטי והחקלאי. כל המעורבים בייצור, בעיבוד ובמסחר של מוצרים אורגניים חייבים להגן ולשפר את הסביבה הכללית, כולל נוף הארץ, האקלים, סביבות החיים, מגוון המינים, האוויר והמים.

עקרון ההוגנות

חקלאות אורגנית חייבת לבנות יחסי הוגנות עם הסביבה הכללית והזדמנויות החיים.

הוגנות מאופיינת ביושר, שקיפות, הערכה הדדית וצדק בעולמנו המשותף, בקרב בני האדם ובקשריהם עם שאר הגורמים החיים.

בעיקרון זה מושם דגש על כך שהמעורבים בחקלאות האורגנית צריכים לטפח יחסי גומלין שיבטיחו הוגנות עם כל השותפים ובכל הרמות – חקלאים, עובדים, עובדי ייצור, משווקים, סוחרים וצרכנים. חקלאות אורגנית צריכה לאפשר לכל המעורבים איכות חיים טובה, להשפיע על זמינות המזון, ולהקטין את העוני. החקלאות האורגנית שואפת לייצר כמות מספקת של מזון ושאר מוצרים.

עיקרון זה קובע שיש לאפשר לבעלי חיים איכות חיים טובה והזדמנויות חיים הוגנות, בהתאם לפיזיולוגיה שלהם ולאופי התנהגותם הטבעי.

מקורות טבעיים וסביבתיים המשמשים בתהליכי הייצור האורגניים צריכים להיות מנוהלים בדרך הוגנת – מבחינה חברתית וסביבתית – כדי לשמרם גם לדורות הבאים. הוגנות מחייבת מערכות ייצור הפצה ומסחר פתוחות וזמינות, מתוך שקלול עלותן הסביבתית הכוללת.

עקרון האחראיות

חקלאות אורגנית חייבת להיות מנוהלת בצורה זהירה ואחראית, כדי להגן על הבריאות ואיכות החיים של הדורות הנוכחיים, הדורות הבאים והסביבה.

חקלאות אורגנית היא סביבת ייצור חיה ודינמית המגיבה לתנאים פנימיים וחיצוניים. העוסקים בחקלאות האורגנית יכולים לטפח יעילות ויצרניות, ואולם צריכים להימנע מלבצע זאת אם נשקף סיכון לבריאות ולאיכות החיים. טכנולוגיות חדשות וקיימות צריכות להיבדק, מתוך הכרה בכך שרוב הנסתר על הנגלה בהבנת תהליכים סביבתיים וחקלאיים, ויש לנקוט בהן משנה זהירות.

עיקרון זה מדגיש כי זהירות ואחראיות הן מרכיב משמעותי בממשק הגידול, בפיתוח ובבחירה של טכנולוגיות ליישום בחקלאות האורגנית. המדע הוא כלי חיוני להוכחת הטענות שהחקלאות האורגנית בריאה, בטוחה ומשתלבת בסביבה. ואולם מידע מדעי כשלעצמו אינו מספק. ניסיון מעשי מצטבר, מסורת וידע מקומי מציעים מגוון פתרונות שהוכחו לאורך זמן. חקלאות אורגנית חייבת למנוע סיכונים משמעותיים באימוץ טכנולוגיות חדשות – יש לדחות כאלה שאינן מתאימות או צופות סיכונים שעדיין לא הוכחו, כגון הנדסה גנטית. ההחלטות חייבות להביא בחשבון את כל הצרכים והערכים שעלולים להיות מושפעים, וכל זאת מתוך שקיפות ותהליכים משותפים.

* אורי אדלר היה מדריך לירקות בחקלאות אורגנית; גיא רילוב הוא חקלאי אורגני, סגן נשיא הארגון האורגני הים-תיכוני.

** מבוסס על עקרונות החקלאות האורגנית העולמית, שאושרו על ידי הפדרציה העולמית לחקלאות אורגנית **IFOAM**. המסמך זמין באתר הפדרציה, בכתובת: www.ifoam.org

ד.גידול ושיווק של תוצרת אורגנית בעולם

ד"ר יעל קחל, החטיבה למחקר, כלכלה ואסטרטגיה, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

צריכת הבצל

האורגני במערב אירופה הסתכם ב-2004 בכ-75,000 טון. ממדינות מחוץ לאזור יובאו כ-8,000 טון, בעיקר מארגנטינה, ניו-זילנד וצ'ילה.

צריכת העגבניות האורגניות הגיעה ב-2004 לכמעט 60,000 טון. מדינות מערב אירופה מספקות את מאמר זה מבוסס על עבודה על השוק האורגני העולמי שמוגשת למנהלת ההשקעות של משרד החקלאות במרץ 2007 תפרסם בקרוב על-ידי היחידה לחקר שווקים במשרד החקלאות.

התפתחות השוק העולמי למזון אורגני

השוק העולמי למזון אורגני מאופיין על-ידי שיעורי הגידול גבוהים שהם הגבוהים ביותר בענף המזון העולמי. המכירות הקמעוניות של מזון אורגני (כולל משקאות) בעולם כמעט והכפילו את עצמם תוך 5 שנים, מ-14.3 מיליארד אירו ב-2000 ל-26 מיליארד אירו ב-2005 (**Organic Monitor 2006**).

השווקים העיקריים הם מערב אירופה ובצפון אמריקה המהווים 97% מהמכירות. המכירות בשוק האירופי הגיעו ב-2005 ל-13.4 מיליארד אירו כאשר השווקים החשובים ביותר הם גרמניה ואנגליה. השוק הצפון אמריקני גדל בשנים אחרונות בקצב המהיר ביותר, והמכירות מעורכות בכ-12 מיליארד אירו, רובן בארה"ב. השוק הגדול ביותר למזון אורגני באסיה הוא ביפן. ביפן נמכר ב-2005 מזון אורגני בערך של כ-330 מיליון אירו. הצריכה באזורים אחרים בעולם עדיין נמוכה (טבלה 1).

טבלה מס' 1: מכירות קמעוניות של מזון אורגני ב-2005

מיליארד €	מיליארד \$	
13.4	17.2	אירופה
4.0	5.1	גרמניה
2.3	3.0	אנגליה
2.0	2.5	צרפת
1.8	2.3	איטליה
0.8	1.0	שווייץ
2.5	3.2	אחר באירופה
11.6	14.9	צפון אמריקה
10.8	13.8	ארה"ב
0.8	1.1	קנדה
0.5	0.7	אסיה
0.3	0.4	יפן
0.3	0.4	אחר
25.9	33.2	סה"כ

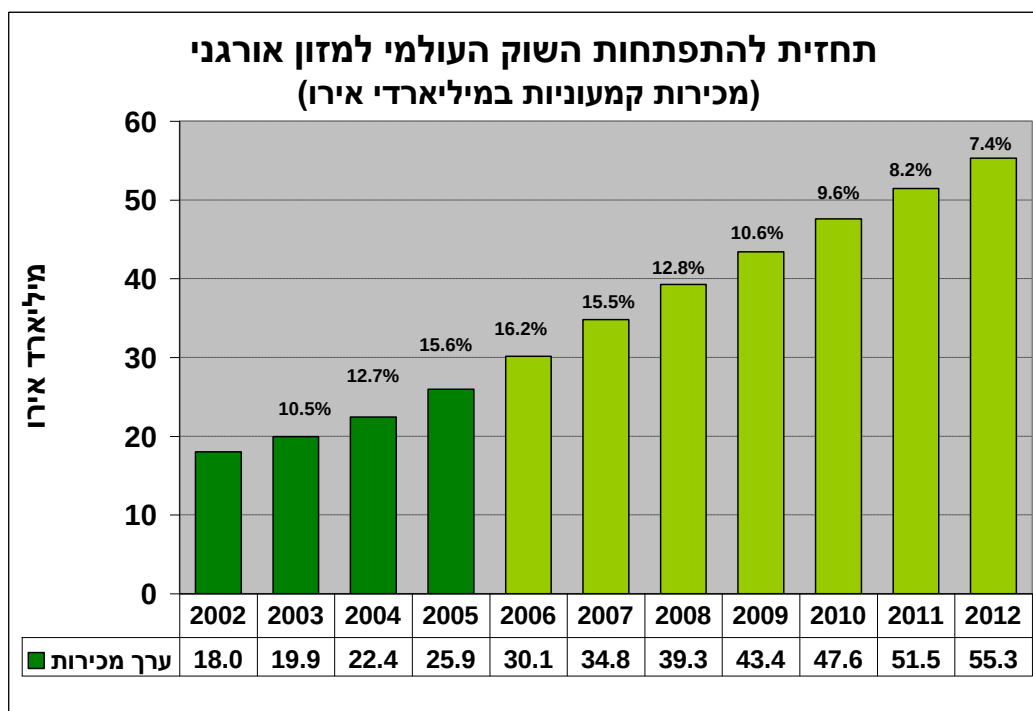
הערות: שער החליפין: 1.28 דולר לאירו (אוגוסט 2006). הנתונים מתייחסים למוצרים שאושרו כמוצרים אורגנים.

מקור: **Organic Monitor 2006**.

השוק האורגני צמח ב-2005 ב-16%, הפתעה חיובית אחרי כמה שנים של האטה בגידול השוק. האטה זו מוסברת על-ידי ירידה בשיעורי הגידול בשווקים עם צריכה גבוהה יחסית ואף צמצום המכירות במספר מדינות אירופאיות בהן רשתות השיווק הפסיקו לשווק קווים אורגניים לא רווחיים. בשנים 2002 – 2004 מספר ענפים אורגניים במערב אירופה סבלו מעודפי יצור, ובמיוחד בענפי החלב והבשר שווקו כמויות משמעותיות כתוצרת קונבנציונלית. כעת המצב התהפך והיצרנים של מזון אורגני מתקשים לספק את הביקוש. על פי התחזית מעודכנת של חברת **Organic Monitor** (2006) שמתמחה במחקר שיווקי של השווקים למוצרים אורגניים צפוי המשך הגידול בשנים הקרובות, אם כי בשיעורים נמוכים יותר. על-פי התחזית

תגיע הצריכה העולמית של מזון אורגני ב-2012 ל-55 מיליארד אירו, יותר מכפול מהצריכה ב-2005 (תרשים 1).

תרשים 1



הערה: הנתונים תרגמו מדולר לאירו, שער החליפין: \$1.28 לאירו (אוגוסט 2006).

מקור: **Organic Monitor 2006**.

שטחי החקלאות האורגנית בעולם

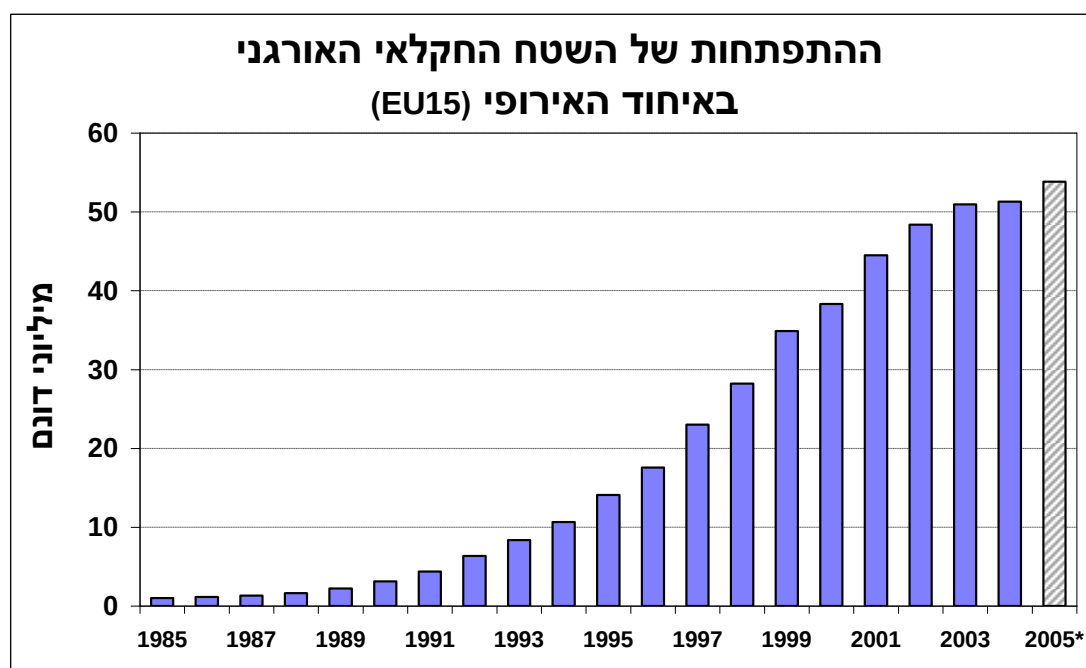
היום יש כ-120 מדינות עם חקלאות אורגנית. על-פי סקר מ-2006 שטחי הגידול מגיעים לכ-325 מיליון דונם (**USDA, Willer and Youssefi 2006**), בהשוואה לפחות מ-100 מיליון דונם בסקר של שנת 2000. בנוסף יש היום קרוב ל-200 מיליון דונם של יערות ושטח לאיסוף מהבר שאושרו כשטחים אורגניים.

היבשת עם השטח האורגני הגדול ביותר היא אוסטרליה/אוקיאניה (122 מיליון דונם) כאשר רוב השטח הוא באוסטרליה. חלק גדול משטח זה הוא מרעה אקסטנסיבי. אירופה במקום שני עם שטח של כ-65 מיליון דונם. רוב השטח נמצא באיחוד האירופי – ראה תרשים 2 להתפתחות שטח הגידול ב-15 המדינות הותיקות של האיחוד. השטח האורגני במרכז/דרום אמריקה מגיע

ל-64 מיליון דונם, ודומה לשטח באירופה. באסיה כ-13% מהשטח העולמי (41 מיליון דונם). השטח לחקלאות אורגנית בצפון אמריקה מגיע לכ-21 מיליון דונם. לפי נתונים חדשים שהתפרסמו החודש על-ידי משרד החקלאות האמריקני (**USDA**), שטח הגידול בארה"ב כמעט והוכפל תוך שנתיים והגיע ל-16.2 מיליון דונם ב-2005.

בישראל הגיע השטח האורגני ב-2005 ל-60,000 דונם, כ-1.7% מהסה"כ השטח החקלאי (למ"ס). להשוואה – השטח האורגני באיחוד האירופי מהווה כ-3.4% מסה"כ השטח החקלאי.

תרשים 2:



* הנתונים ל-2005 אינם סופיים.

מקורות: **Welsh Institute of Rural Sciences; ZMP; Willer and Yussefi**

השוק האירופי לפירות וירקות אורגניים

פירות וירקות הם קבוצת המוצרים החשובה ביותר במכירות מזון אורגני בכל האזורים, והם מהווים 32% מסה"כ המכירות העולמיות של מזון אורגני (8.3 מיליארד אירו ב-2005). מקור הנתונים על השוק האירופי לפירות וירקות אורגניים הוא מחקר של חברת **Organic**

Monitor מ- 2005 הכולל נתונים ל-2004 ותחזיות. בעקבות שיעורי הגידול הגבוהים ב- 2005 ו-2006 צפוי שהמכירות ב-2006 היו כ-30% עד 40% גבוהות יותר.

ערך המכירות הקמעונאיות של פירות וירקות אורגניים באירופה הגיע ב-2004 לכ-2.6 מיליארד אירו. בטבלה 2 נתונים המאפיינים את השוק האירופי לפירות וירקות אורגניים. ירקות מהווים 60% מהמכירות. לעומת זאת, המכירות של פירות אורגניים גדלות מהר יותר, בעקבות הרחבת המבחר בחנויות קמעוניות. על-פי התחזית של **Organic Monitor** כמות השיווק של פירות וירקות אורגניים תגדל מ-1.1 מיליון טון ב-2004 ל-1.9 מיליון טון ב-2011 כאשר ערך המכירות צפוי להגיע ב-2011 ליותר מ-4.1 מיליארד אירו. נתח השוק של פירות וירקות אורגניים בסה"כ מכירות הפירות והירקות צפוי לגדול מ-1.5% ב-2004 ל-2.5% ב-2011.

טבלה 2: השוק האירופי לפירות וירקות אורגניים

פירות וירקות	פירות	ירקות	
1.56 2.43	1.05 1.73	2.61 4.16	מכירות קמעוניות
			ערך מכירות ב-2004 - מיליארד אירו תחזית מכירות ב-2011 - מיליארד אירו
781 1,239	402 678	1,183 1,917	כמות מכירות ב-2004 - אלפי טון תחזית כמות מכירות ב-2011 - אלפי טון
92.4% 6.5%	51.0% 7.5%	77.8% 6.9%	מכירות מיצור מקומי ב-% שיעור צמיחה שנתי
1.8% 2.9%	1.2% 2.0%	1.5% 2.5%	אחוז מסה"כ מכירות פירות וירקות ב-2004 תחזית ל-2011 (% מסה"כ פירות וירקות)
3.97 1.98	2.66 1.02	6.62 3.00	צריכה לנפש
			הוצאה לנפש באירו בשנה צריכה לנפש בק"ג בשנה

מקור: **Organic Monitor 2005**.

הצריכה של פירות וירקות אורגניים במדינות שונות במערב אירופה

השוק האירופי המוביל לפירות וירקות אורגניים הוא גרמניה, המהווה כמעט שליש מסה"כ המכירות. שווקים חשובים נוספים הם אנגליה, איטליה וצרפת. בין מדינות מערב אירופה קיימים הבדלים ניכרים בצריכה לנפש של פירות וירקות אורגניים (טבלה 3).

טבלה 3: מאפיינים של השווקים לפירות וירקות אורגניים באירופה (2004)

מכירות פירות וירקות אורגניים	צריכה של פירות וירקות, סה"כ ואורגני			מיליוני אירו	
	שינוי בהשוואה ל-2003	סה"כ צריכה ק"ג לנפש	אורגני ק"ג לנפש		
%			אורגני**		
גרמניה	15%	157	4.67	830	3.0%
אנגליה	10%	143	4.43	611	3.1%
איטליה	-2%	289	2.05	279	0.7%
צרפת	8%	191	2.04	273	1.1%
הולנד	3%	179	3.56	124	2.0%
שווייץ	5%	130	6.90	112	5.3%
אוסטריה	6%	171	6.15	109	3.6%
שוודיה	-11%	112	3.84	73	3.4%
דנמרק	-3%	163	6.29	71	3.9%
בלגיה	4%	196	2.01	47	1.0%
פינלנד	-1%	101	2.85	31	2.8%
ספרד	10%	247	0.17	14	0.1%
אחרים*	8%	289	0.54	36	0.2%
מערב אירופה	8%	199	3.00	2,609	1.5%

* אחרים: פורטוגל, לוקסמבורג, יוון, אירלנד, נורבגיה.

** אחוז האורגני מוטה כלפי מעלה מאחר והצריכה האורגנית כוללת תפוחי אדמה בעוד סה"כ הצריכה של פירות וירקות אינה כוללת תפוחי אדמה.

מקור: **Organic Monitor 2005** (סה"כ צריכה פירות וירקות מבוסס על נתוני **Euromonitor**).

השוק האירופי לירקות אורגניים

המכירות של ירקות אורגניים הגיעו ב-2004 לכ-781,000 טון. ערך המכירות בשנה זו הגיע ל-1.56 מיליארד אירו. על פי התחזית של **Organic Monitor** מ-2005 צפוי גידול במכירות ל-1.24 מיליון טון בשנת 2011.

ירקות אורגניים הם אחד מהמוצרים החשובים ביותר בחקלאות האורגנית, וקיים יצור של ירקות אורגניים בכל מדינות מערב אירופה. מדינת היצור הגדולה ביותר היא גרמניה. היבוא ממדינות מחוץ לאירופה הווה ב-2004 פחות מ-8% מהצריכה. עיקר היבוא הוא של ירקות מחוץ לעונה, כאשר מקורות ההספקה העיקריים הם ישראל, מצרים וארגנטינה. סה"כ היבוא למדינות מערב אירופה ממדינות מחוץ לאזור הסתכם ב-2004 בכ-60,000 טון (טבלה 4).

תפוחי אדמה הוא הירק החשוב ביותר בצריכה של ירקות אורגניים. כ-10% מהצריכה (36,000 טון) מיובא ממדינות מחוץ למערב אירופה. ישראל מקור הספקה חשוב לתפוחי אדמה אורגניים מיובאים, עם יצוא של כ-15,000 טון בעונת 2003/04 וכ-17,000 טון בעונת 2004/05 (שירות הביקורת).

גזר הוא הירק השני בחשיבותו בצריכת ירקות אורגניים, אחרי תפ"א. מדינות הגידול בתוך אירופה מספקות את רוב הצריכה. ב-2004 נמכרו במערב אירופה סה"כ כ-174,000 טון גזר אורגני, בזה כ-6,500 טון יובא ממדינות מחוץ לאזור. הגזר המיובא הגיע בעיקר מארגנטינה וישראל. ישראל יצאה ב-2003/04 כ-2,500 טון גזר אורגני וב-2004/05 כ-2,700 טון (שירות הביקורת). בעונה האחרונה יצוא הגזר האורגני מישראל גדל מאוד, בעקבות ההחלטה של רשתות מסוימות למכור ברשת רק גזר אורגני.

רוב הצריכה. איטליה וספרד הן מדינות הגידול החשובות ביותר. יבוא העגבניות ממדינות מחוץ למערב אירופה הסתכם ב-2004 על-פי נתוני **Organic Monitor** בכ-4,500 טון. מקורות ההספקה הן בעיקר ישראל, מצרים ומרוקו. ישראל יצאה על-פי נתוני שירות הביקורת כ-3,300 טון עגבניות ב-2003/04 וכ-4,400 טון ב-2004/05 (עגבניות רגילות ועגבניות צ'רי), והיא ככל הנראה הספק העיקרי של עגבניות אורגניות מיובאות לאיחוד האירופי.

בקטגוריה **הירקות האחרים** נכללים כל הירקות האחרים. מוצרים חשובים הם כרוב, קישואים, כרובית וירקות לסלט כגון מלפפונים, חסה ופלפל. כמעט כל הצריכה מסופקת על-ידי מדינות גידול בתוך האזור כגון הולנד, ספרד ואיטליה. ב-2004 הגיע היבוא על-פי נתוני **Organic Monitor** ל-4,000 טון, בעיקר ירקות לסלט כגון חסה, פלפל ומלפפונים. מקורות ההספקה כוללים את ישראל, מצרים וארגנטינה. ככל הנראה היבוא בפועל גבוה יותר כי ישראל בלבד יצאה ב-2003/04 כ-4,800 טון וב-2004/05 כ-6,300 טון ירקות אחרים. פלפל היווה כ-70% מכמויות אלה (שירות הביקורת).

טבלה 4: השוק האירופי לירקות אורגניים ב-2004 (באלפי טון)

יצור במערב אירופה	מקומי יבוא	סה"כ מכירות	% היבוא
תפוחי אדמה	319.0	36.0	355.0
גזר	167.5	6.5	174.0
בצל	67.5	8.0	75.5
עגבניות	54.0	4.5	58.5
ירקות אחרים	114.4	4.0	118.4
סה"כ ירקות	722.4	59.0	781.4

הערה: הנתונים כוללים את 15 המדינות הותיקות של האיחוד האירופי, שווייץ ונורבגיה. נתוני היבוא רק כוללים את היבוא ממדינות מחוץ למערב אירופה, ולא נכלל סחר בין מדינות מערב אירופה.

מקור הנתונים: **Organic Monitor 2005**.

השוק האירופי לפירות אורגניים

במערב אירופה נמכרו ב-2004 כ-400,000 טון פירות אורגניים, בערך קמעוני של 1.05 מיליארד אירו. התחזית של **Organic Monitor** מ-2005 חוזה לשנת 2011 מכירות של כמעט 700,000 טון. היצור של פירות אורגניים באירופה אינו גדול והגיע לקרוב ל-200,000 טון ב-2004. רוב היצור הוא בדרום אירופה, כאשר איטליה וספרד הן 2 מדינות הגידול העיקריות. יותר ממחצית מהצריכה של פירות אורגניים מקורו ביבוא (טבלה 5).

תפוחים ואגסים מהווים כ-35% של כמות הפירות הנצרכת. עיקר המכירות הן של תפוחים אורגניים – כ-105,000 טון ב-2004. מעל 40% ממכירות התפוחים והאגסים מיובא ממדינות מחוץ למערב אירופה, בעיקר מחוץ לעונה המקומית.

הצריכה של **פרי הדר** אורגני הגיע ב-2004 ל-100,000 טון. תפוזים מהווים כמחצית מהצריכה, לימונים כרבע והיתרה הם קליפים, אשכוליות וליים. מדינות הגידול העיקריות הן בדרום אירופה. איטליה, ספרד ויוון מספקות כ-2/3 של הצריכה. יבוא ההדרים האורגניים מחוץ לאירופה מגיע לכ-33,000 טון, בעיקר ממצרים, ישראל, ארגנטינה ואורוגוואי. כמויות היצוא של פרי הדר אורגני אינן גדולות והגיעו לכ-2,000 טון בעונות 2003/04 ו-2004/05 (שירות הביקורת).

בנוסף לתפוחים/אגסים ופרי הדר נמכרו ב-2004 באירופה עוד כ-163,000 פירות אורגניים אחרים (כגון פירות גלעיניים, סובטרופיים, טרופיים ואקזוטיים). מכירות הפירות **הגלעיניים** **וסובטרופיים** הגיעו ב-2004 לכ-62,500 טון, בעיקר קיווי (כ-40,000 טון) ואבוקדו (כ-12,500 טון). 70% מכמות זו מיוצרת במערב אירופה, בעיקר באיטליה. כמויות יבוא של קרוב ל-20,000 טון כוללים בעיקר יבוא קיווי מניו-זילנד ומצ'ילה. ישראל היא ספק חשוב של אבוקדו אורגני.

כ-100,000 טון **פירות אורגניים טרופיים ואקזוטיים** (כולל גם מלונים וענבים) נמכרו ב-2004 באירופה, רובם מיבוא. הפרי העיקרי בקטגוריה זו הוא הבננה (כ-80,000 טון). בנוסף נמכרו כ-10,000 טון פירות אקזוטיים כגון מנגו, פפאיה ואננס, וכ-10,500 טון מלונים, ענבים ואגוז קוקוס.

סה"כ היצוא של פירות אורגניים מישראל (ללא פרי הדר) הגיע לפי נתוני שירות הביקורת לכ-2,100 טון בעונת 2003/04 ועלה לכ-3,500 טון בעונת 2004/05. הפירות החשובים ביותר הם אבוקדו (2,400 טון ב-2004/05), תמרים (625 טון) ומנגו (420 טון).

טבלה 5: השוק האירופי לפירות אורגניים ב-2004

מחיר ממוצע (אירו לק"ג)	סה"כ מכירות (מיליון אירו)	% היבוא א	סה"כ מכירות (1,000 טון)	יבוא (1,000 טון)	יצור מקומי מערב אירופה (1,000 טון)	
2.80	391	43%	139.6	60.2	79.4	תפוחים ואגסים
2.50	248	33%	99.1	32.7	66.4	פרי הדר
2.50	407	30%	62.5	18.8	43.7	פירות גלעיניים וסובטרופיים
		92%	100.5	92.5	8.0	פירות טרופיים ואקזוטיים*
2.60	1,046	51%	401.7	204.	197.5	סה"כ פירות

הערה: הנתונים כוללים את 15 המדינות הותיקות של האיחוד האירופי, שווייץ ונורבגיה. נתוני היבוא רק כוללים את היבוא ממדינות מחוץ למערב אירופה, ולא נכלל סחר בין מדינות מערב אירופה.

* הנתונים לפירות טרופיים ואקזוטיים כוללים גם מילונים וענבים.

מקור: **Organic Monitor 2005**.

לסיכום

השוק למוצרים אורגניים גדל בשנים האחרונות בצורה משמעותית, וצפוי המשך הגידול בשנים הקרובות. נתח השוק של מוצרים אורגניים עדיין קטן אך הם כבר לא נחשבים כמוצרי נישא. העליה בשיעורי הצמיחה בשנתיים האחרונות נבעה בעיקר מהרחבת הזמינות של מוצרים אורגניים – ברשתות השיווק, במסעדות וקפטריות במקומות עבודה ובאמצעות פתיחת חנויות אורגניות נוספות וערוצי שיווק אלטרנטיביים כגון משלוח תיבות של פירות וירקות אורגניים לבית הלקוח. צרכנים אירופאים קונים מזון אורגני מתוך רצון לרכוש מוצרים טבעיים ובריאים, בטוחים וידידותיים לסביבה. הייחודיות של מזון אורגני מתבססת על תהליך היצור האורגני. קיימת חשיבות גדולה מאוד לשמור על אמון הציבור על-ידי מניעת רמאות. ערעור האמון יכול להוביל להתמוטטות הביקוש למזון אורגני.

גורם שצפוי להגביר בעתיד את הביקוש למזון אורגני הוא מספר הולך וגודל של מחקרים מדעים המראים שמזון אורגני תועלות בריאותיות. לדוגמה, מספר מחקרים אירופאים מצאו שבחלב אורגני יותר חומרים מזינים בהשוואה לחלב קונבנציונלי. ב-2004, מכון המחקר הדני למדעי החקלאות הראה שחלב אורגני מכיל 50% יותר ויטמין **A** מחלב קונבנציונלי. באותו שנה, מחקר של ה- **Institute of Grassland and Environmental Research of Wales** הראה שחלב אורגני מכיל לפחות 64% יותר **Omega 3** מחלב רגיל. קטשופ אורגני מכיל עד פי 3 יותר ליקופן מקטשופ מעגבניות לא אורגניות, לפי מחקר של שירותי המחקר החקלאי של קליפורניה מינואר 2005 (**Organic Monitor 2005**).

מחקרי צרכנים רבים מעידים על כך שהגורם החשוב ביותר שמגביל את התפתחות השוק הוא מחירו הגבוה יחסית למזון הרגיל. המחירים למזון אורגני גבוהים יותר כתוצאה מהעלויות יצור גבוהות יותר. פרמיית המחיר נעה בדרך כלל בין 40%-ל-100%. צרכנים רבים אינם מוכנים לשלם את המחיר הגבוה יותר. גורם נוסף שמשפיע באופן שלילי על השוק הוא חוסר היציבות שנובע בעיקר מגודל שוק הקטן, עלויות המעבר הגבוהות לחקלאות האורגנית ותקופת המעבר של שנתיים עד שלוש בה לא ניתן למכור את המוצרים כתוצרת אורגנית.

אתגרים לעתיד הם הפחתת עלויות היצור, מניעת רמאות, הרמוניזציה של הסטנדרטים במדינות השונות כדי להקל על הסחר במוצרים אורגניים ופיתוח שווקים חדשים למוצרים אורגניים. הצריכה של מזון אורגני מתבססת על 2 שווקים עיקריים בלבד (מערב אירופה וארה"ב) כאשר הייצור מתפתח בשנים האחרונות במהירות באזורים אחרים בעולם (מרכז/דרום אמריקה, אסיה ואפריקה) בהם כמעט ואין שוק מקומי. כדי להקטין את התלות ביצוא חשוב מאוד להשקיע בפיתוח השוק המקומי.

גם הגידול של תוצרת האורגנית בישראל מתבסס בעיקר על שוקי היצוא. ישראל מצליחה במיוחד ביצוא ירקות אורגניים לאירופה, והיא הספק העיקרי של ירקות אורגניים מחוץ לעונת הגידול המקומית במערב אירופה, במיוחד של תפוחי אדמה, עגבניות, פלפל וגזר. יצוא הפירות האורגניים מישראל קטן בהרבה אך קיים פוטנציאל מבטיח לגידול עם הרחבת מגוון הפירות האורגניים הנמכרים בחנויות.

מקורות

שירות הביקורת: נתוני יצוא לפירות וירקות אורגניים.

Organic Monitor. The European Market for Organic Fruit & Vegetables. London, 2005.

Organic Monitor. The Global Market for Organic Food & Drink: Business Opportunities & Future Outlook. London, 2006.

Waters, E. The Organic Debate. Fruit Produce Journal, 14 July 2006.

Welsh Institute of Rural Sciences. Data on Organic Farm Area in Europe.

Willer, H., and M. Yussefi. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2006. International Federation of Organic Movements (IFOAM), Bonn, Germany & FiBL, Frick, Switzerland, 2006.

USDA (United States Department of Agriculture). Organic Production. December 2006.

ZMP (Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle). Database Organic Agriculture, extracted on 22.10.2006.

ZMP. Ökomarkt Jahrbuch 2006 – Verkaufspreise im Ökologischen Landbau. Bonn, 2006.

ד"ר יעל קחל, חוקרת במחלקה לחקר שווקים של משרד החקלאות

ה. התנועה האורגנית העולמית IFOAM

גיא רילוב

סיפורה של התנועה האורגנית העולמית הוא סיפור מרתק של חלוציות, התמדה והתמודדות עם קשיים. זהו סיפורה של קבוצת אנשים שהחליטו ליצור תנועה אורגנית עולמית בעלת מסרים אתיים לצורך קידום החקלאות האורגנית בארצותיהם ובעולם כולו. התנועה האורגנית, ברמה המדינתית והגלובלית, קמה כיוזמה של יחידים בעלי חזון ואמונה באפשרות לעשות חקלאות אחרת - נכונה יותר, בריאה יותר, ועל פי אמונתם גם בת-קיימא לדורות הבאים. לא הייתה זו יוזמה ממשלתית, ההפך הוא הנכון: בתחילת הדרך ממשלות שונות ראו בחלוצים האורגניים חבורת "משוגעים" איזוטרית זניחה. הצורך בהתאגדות הכוחות האורגניים בעולם נוצר כתוצאה מאותה התעלמות והרצון העז להפיץ את התורה האורגנית על פני הגלובוס.

התנועה האורגנית העולמית **IFOAM** הוקמה באופן רשמי ב-5 בנובמבר 1972 באתר בעל משמעות היסטורית ורסאי שבצרפת, כיוזמה של 5 ארגונים: הארגון הבריטי הידוע **SOIL ASSOCIATION**, הארגון הבינדינמי השוודי, הארגון הדרום-אפריקני, הארגון האמריקני, וכמובן המארחים, הארגון הצרפתי. מטרתה הראשונית של תנועת **IFOAM** הייתה החלפת מידע על העקרונות והשיטות של החקלאות האורגנית. הצורך בלימוד עצמי נבע ממחסור במחקר והדרכה מסודרת בתחום, בעיה שקיימת במובנים מסוימים עד ימינו אלה. מתחילת דרכו ארגון **IFOAM** ראה לנגד עיניו את הצורך להעמיד אלטרנטיבה ל"חקלאות הכימית", מתוך הדגשת הסכנות הטמונות בחקלאות הרגילה לסביבה ולאדם.

הארגון החליט על הקמת מוסדות דמוקרטיים שבהם ישותף כל ארגון שמטרותיו ועקרונותיו תואמים את עקרונות החקלאות האורגנית. הפעולה הראשונה שננקטה הייתה הוצאה לאור של עיתון מקצועי לסקירת נושאים אורגניים מרחבי העולם והפצת הידע בין חברי הארגון.

גדילתו והתפתחותו של הארגון **IFOAM** הביאה אותו בתחילת שנות ה-90 להחלטה שיש לבזר את פעילותו. כתוצאה מהחלטה זו הוקמו גופים אזוריים כגון: הארגון האירופאי, הארגון הים-תיכוני והארגון האסייתי והאפריקני. פעילות גופים אזוריים אלו התאימה לדרישות הספציפיות של האזורים, השונים זה מזה מבחינה אקלימית, חברתית וחקלאית. עם זאת, **IFOAM** היה ונשאר גוף מאוחד המייצג רשת של אינטרסים אזוריים וגלובליים כאחד.

עם הזמן, תוך כדי התפתחות התחום האורגני, נוצר צורך חיוני בבניית תקן עולמי. הארגון לקח עליו משימה חשובה וקשה זו של בניית תקן אורגני שיתאים לענפי החקלאות השונים בעולם

כולו, ובתהליך דמוקרטי שכלל משתתפים ממדינות שונות בנה תקינה אורגנית המהווה גם היום מודל למדינות וגופים ממשלתיים בבניית חוקים מדינתיים אורגניים. בהמשך הוקמה ועדת תקנים עולמית שתפקידה לבחון ולפתח תקנים בהתאם לצורך. נכון להיום התקן האורגני של **IFOAM** מתורגם ל-18 שפות.

תפקיד נוסף שהארגון לקח עליו הוא קידום החקלאות האורגנית והמסחר האורגני בעולם. זאת על ידי יצירת לובי במוסדות ובארגונים כמו ארגון המזון העולמי והאיחוד האירופאי, וקידום המסחר באמצעות תערוכות של מוצרים אורגניים במקומות שונים בעולם מידי שנה.

התנועה האורגנית העולמית רואה בעצמה חלק אינטגרלי חשוב ובעל השפעה בין התנועות לשימור הסביבה והגנה עליה, ומתחילת דרכה שיתפה פעולה עם מגוון ארגונים ירוקים. מעצם העובדה שחקלאות היא גורם בעל השפעה מכרעת על שטחים גדולים, לחקלאות האורגנית חלק חשוב בשמירה על אותם שטחים. ארגונים כדוגמת גרינפיס הוזמנו לכינוסים של התנועה האורגנית, ופרסומי התנועה עוסקים גם בנושאים הקשורים לשמירה על הסביבה. נושא חשוב שבו עוסקת התנועה האורגנית בשנים האחרונות הוא "אפקט החממה", כלומר התחממות כדור הארץ. בעבודות שנעשו על ידי **IFOAM** וחוקרים מרחבי העולם מתברר שלחקלאות האורגנית יתרון בהפחתת פליטת גזי חממה על ידי מיחזור ושימוש בקומפוסט המונע פליטת **CO2**.

נוכל להבין טוב יותר את מהות הארגון העולמי אם נבחן את מטרותיו וחזונו כפי שהותוו על ידי הנהלתו העולמית:

תפקידו של **IFOAM** הוא הובלה, איחוד ועזרה לתנועה האורגנית בכל היקפה.

מטרתנו היא אימוץ עולמי של שיטות אקולוגיות, סוציולוגיות וכלכליות המבוססות על עקרונות החקלאות האורגנית, בניית פלטפורמה עולמית לתנועה האורגנית, פיתוח והגנה על העקרונות האורגניים כבסיס אתי ואידאולוגי של החקלאות האורגנית, עזרה לארגונים וקבוצות לאמץ את השיטה האורגנית,

פיתוח השווקים האורגניים. ושמירה על יכולתו ושרידותו של הארגון העולמי.

התנועה האורגנית העולמית היא למעשה תנועה אידאולוגית, ותפקידה המרכזי הוא ליצור ולשמר את האידאולוגיה האורגנית. תפקיד זה מחייב בחינה שוטפת של האידאולוגיה, או לחלופין העקרונות האורגניים, והתאמתם לזמן ולהתפתחות החקלאית האורגנית, מתוך התמודדות עם אתגרים וסכנות חיצוניות, כגון ההנדסה הגנטית.

IFOAM יזם לא מכבר תהליך בחינה של העקרונות האורגניים. בסופו של התהליך גובשו 4 עקרונות חדשים כבסיס לחקלאות האורגנית העולמית.

עם השנים התרחבו תחומי העיסוק של הארגון העולמי, והוא עוסק היום בתחומים רבים ומגוונים הנושקים לחקלאות האורגנית, בין היתר מקיים הארגון פורום פיתוח, מחקר, בקרת איכות אורגנית, תקינה ופיקוח אורגני. מתוך הארגון העולמי התפתחה חברת ההסמכה לפיקוח אורגני (**IOAS**), האחראית להסמכה של ארגוני פיקוח אורגניים ברחבי העולם, ביניהם גם ארגון הפיקוח הישראלי "אגריאור".

נכון להיום מונה הארגון העולמי 735 חברים הפרוסים על פני 5 היבשות.

"הארגון לחקלאות אורגנית בישראל" (**IBOAA**) חבר בארגון העולמי זה שנים רבות, ומריו לוי, מחלוצי החקלאות האורגנית בישראל, נחשב בצדק לאחד מאותם ראשונים מיוחדים. על פועלו למען החקלאות האורגנית בישראל ובעולם זכה בפרס יקיר **IFOAM** בכנס עולמי שנערך בבזל. חברי הארגון הישראלי חברים פעילים בפורומים שונים של הארגון העולמי, ותורמים לקידום הרעיון האורגני.

ו. הארגון לחקלאות אורגנית בישראל

אילן אשל

הארגון לחקלאות אורגנית, או בשמו המלא "ארגון לחקלאות ביולוגית אורגנית בישראל", הוקם בשנת 1982 בידי מריו לוי משדה אליהו וחברים נוספים.

החקלאי הישראלי של שנות ה-80 האמין בכל מאודו במהפכה הירוקה שגרסה שאפשר, על ידי דישון כימי מוגבר וריסוס קוטלי מזיקים ומחלות כימיים, להתגבר על כל הבעיות, להשמיד את כל המזיקים והמחלות, ולהגיע ליבולי שיא איכותיים וזמינים לכול.

בתחילת הדרך היו חקלאים בודדים שהאמינו בשיטות הגידול של החקלאות האורגנית, לאחרים הן נראו דמיוניות ובלתי ישימות. החקלאות האורגנית בתחילת דרכה, וביחד אתה הארגון, עברו חבלי לידה קשים, כולל מאבקים אישיים של מריו וחבריו, על מנת לקבל את הכרת הממסד החקלאי של הזמן ההוא. אותם ראשונים שנאבקו על הכרת החקלאים המסורתיים והממסד החקלאי ניסו לשכנע שהעקרונות שבהם הם מאמינים והחקלאות האורגנית הנוהגת לפיהם הם לא רק אידאולוגיה או מעין "דת", אלא הם ישימים בשדה בכל הגידולים ואפשר לבסס עליהם חקלאות מעשית ורווחית כאחת.

שני העקרונות העיקריים שהובילו מריו וחבריו היו:

1. ייצור מזון בריא לאדם ולחי - נקי מכימיקלים והורמונים.
2. דאגה לאיכות הסביבה הכוללת - מניעת זיהום מי התהום וזיהום האוויר.

העקרונות המובילים האלה הושגו בצעדים מעשיים:

- א. שימוש באויבים טבעיים להדברת מזיקים.
- ב. שימוש בחומרים טבעיים למניעת מחלות והדברת מזיקים.
- ג. יצירת קומפוסט מזבל בקר, זבל עופות, גזם וחומרים טבעיים מהסביבה, ושימוש בו להגברת פוריות הקרקע והזנה מאוזנת של הצמחים.
- ד. עיבוד נכון של הקרקע למניעת סחף.
- ה. שמירה על המינים הטבעיים בסביבת הגידול.
- ו. דאגה למחזור זרעים, במיוחד בגידולי השדה.
- ז. דאגה לרווחת העובדים ובריאותם.

משנות ה-80 המאוחרות ואילך התחילה החקלאות האורגנית להתפתח ולהתקרב אל המקום שבו היא נמצאת כיום: בישראל ובעולם היא מתפתחת בקצב מהיר למדי עקב דרישה הולכת וגוברת של הצרכנים למזון בריא יותר ונקי מכימיקלים ועקב הדאגה הכוללת לאיכות הסביבה. הארגון לחקלאות אורגנית בישראל מונה כ-400 חקלאים חברים, ועוד כ-150 עוסקים אחרים בתחום התעשייה, השיווק, יצור החומרים, ההדרכה והמחקר. החקלאות האורגנית מעבדת כ-1.5% בלבד מהקרקע החקלאית, אך מייצאת כ-10% מהירקות מישראל וכ-5% מהפירות.

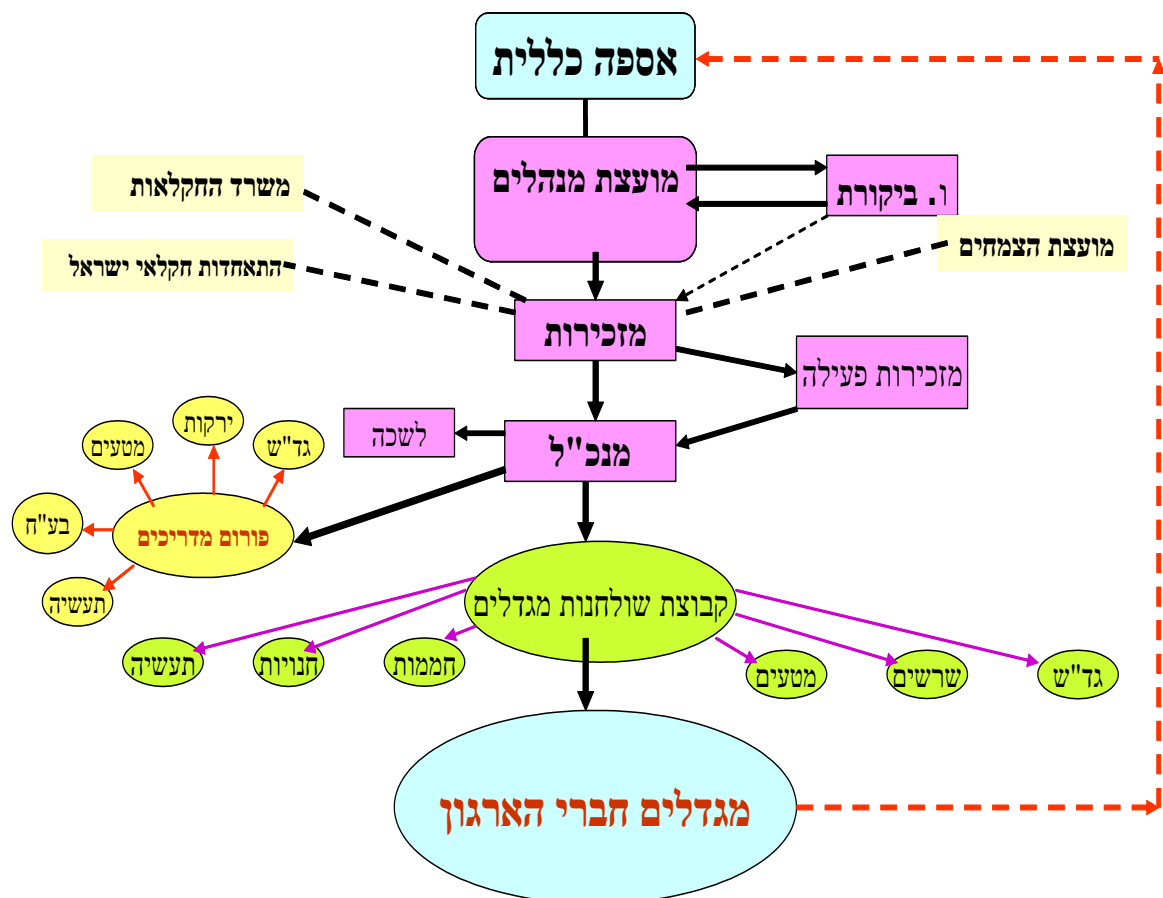
תחומי העיסוק של הארגון לחקלאות אורגנית

1. ההדרכה במרבית הגידולים נעשית על ידי מדריכי הארגון.
2. המחקרים בתחום האורגני נעשים במשותף על ידי מדריכי הארגון עם חוקרים במכון וולקני ובפקולטה לחקלאות ברחובות של האוניברסיטה העברית בירושלים.
3. קורסים לחקלאים חדשים - הקורסים מתקיימים פעמיים בשנה, ומשתתפים בהם כ-150 חקלאים בשנה.
4. מדריכי הארגון מקיימים ימי עיון מרוכזים לחקלאים לעתים קרובות.
5. מדריכי הארגון חברים בוועדה לאישור חומרים לטיפול במזיקים ומחלות ולהזנה בחקלאות האורגנית.
6. הארגון משתתף בתערוכות החקלאיות אגריטך, משוב וביופאח, ומביא על ידי כך את בשורת החקלאות האורגנית ומוצריה לציבור הרחב.
7. הארגון הוביל, ביחד עם שר החקלאות הנוכחי מר שלום שמחון, השירותים להגנת הצומח וחבר הכנסת אבשלום וילן, את החוק האורגני. החוק אושר בכנסת, והתקנות הקשורות אליו יושלמו בקרוב.
8. טיפול בבעיות של חקלאים מול הממסד.
9. טיפוח קשר הדוק עם משרד החקלאות, השירותים להגנת הצומח וחברות הפיקוח השונות בישראל.

הארגון לחקלאות אורגנית הוא אגודה שיתופית בע"מ, אשר מוסדותיו נבחרים על ידי החקלאים ומייצגים אותם.

תפקידו העיקרי של הארגון הוא לדאוג לקיום והרחבה של החקלאות האורגנית בישראל על מנת שתקיים בכבוד את החקלאים העוסקים בה, תוך כדי ייצור מזון אורגני בריא ומניעת זיהום הסביבה.

מבנה הארגון לחקלאות אורגנית



אילן אשל היה מנכ"ל הארגון לחקלאות אורגנית בישראל בשנים 2003-2007.

3. השפעת החקלאות האורגנית על איכות הסביבה

ד"ר שלמה קפואה, אורי אדלר

מבוא

החקלאות האורגנית היא שיטת ממשק חקלאית אשר מרכיבים אחדים בה נוגעים לתחום תפיסת חיים בכלל, ומרכיבים אחרים בה הם טכנולוגיים מקצועיים. עד כמה שנוגע הדבר לחלק הפילוסופי, החקלאות האורגנית מבקשת להשתלב בטבע, ולא להשתלח בו: לייצר מזון באופן המשמר ומקיים את הטבע והסביבה, ולא באופן הורס ומכלה. בשיטת ממשק זו, ההתייחסות משולבת או כוללת (הוליסטית) לכל מרכיבי היצור – הביוטיות והאביוטיים כאחד. את היתרונות של שיטת ממשק זו לסביבה אפשר לחלק ל-2 קבוצות עקרוניות: יתרונות המביאים לשימור הסביבה - למניעה ולצמצום נזקים ותוצאות סביבתיות שליליות; ויתרונות המעודדים התבוננות והתייחסות סביבתית אופטימית - לפיתוח ולשיקום.

הפחתת שימוש ברעלים

הגידולים החקלאיים משמשים באופן טבעי מצע מזון למגוון רב של אורגניזמים – וירוסים, חיידקים, פטריות, פרוקי רגליים, מכרסמים, יונקים וצמחים תחרותיים (עשבים). גם החקלאות המקובלת וגם החקלאות האורגנית חייבות להתמודד עם מגוון פגעים רחב זה כדי להשיג תנובות סבירות. אלא שבעוד שהחקלאות המקובלת משתדלת להביא להפחתת נזקיהם של פגעים אלו באמצעות שיטות שונות ובכלל זה שימוש ברעלים סינתטיים, החקלאות האורגנית נמנעת לחלוטין משימוש ברעלים מעין אלה. תחת זאת, הממשק האורגני מדגיש במיוחד יסודות כגון ניטור, התערבות מופחתת באוכלוסיות האורגניזמים שבשדה והתאמת שיטות גידול. כשנעשה שימוש ברעלים – אלו רעלים מן הטבע, ורק כמוצא אחרון ומתוך שמירה על איזון ביולוגי בין האורגניזמים. לדגשים אלו בהדברה יש יתרונות סביבתיים.

עידוד מגוון המינים הביולוגי

מחזור זרעים מחייב מגוון גידולים במשק החקלאי, משק חקלאי אורגני אינו יכול להתבסס על גידול יחיד. למגוון הגידולים יש גם מגוון שימושים: שיווק, זבל ירוק, או גידולי כיסוי המשמשים לשימור הקרקע והפרייתה ואין להם ערך כלכלי ישיר.

עידוד לשימוש בזנים מקומיים ועמידותם למחלות מקומיות - במקום שאפשרי הדבר, מעדיפים לגדל זנים מקומיים עם עדיפות לזנים פתוחים: בחקלאות מסורתית בעולם מעודדים

את העידוד לשימוש בזנים מקומיים שנוצרו בדורות של סלקציה על ידי החקלאים המקומיים, ולכן זנים אלו מותאמים לסביבת הגידול ועמידים לחלק גדול מהפגעים הקיימים. בכך מקטינים את התלות בהדברה. במקביל בודקים גידול של תערובות זנים באותו שדה כדי להגדיל את טווח העמידות של הזן לפגעים שונים. בארץ מדובר בעיקר בגידולי שדה כגון חיטה, חמצה וכותנה.

הימנעות משימוש בחומרי הדברה כימיים – אחת הבעיות הקשות בחקלאות הרגילה היא יצירת עמידות לקוטלי עשבים המחייבת שימוש במגוון גדול יותר של כימיקלים, שחלקם לא ידידותיים לסביבה ופוגעים גם במרקם המיקרוביאלי של הקרקע. זו גם אחת הבעיות הנוצרות ביישום שיטת גידול ללא פליחה בחקלאות הרגילה, שבה מנסים לשמור על הקרקע, אך עקב שימוש נמרץ בקוטלי עשבים יוצרים עמידות לקוטלי עשבים וייתכן שאף פוגעים באוכלוסיית יצורי הקרקע.

קומפוסט - שימוש בקומפוסט בשל, זבל ירוק, תוספי הזנה אורגניים ומשפרי קרקע מעודד את אוכלוסיות החיידקים והפטריות בקרקע ויוצר מסה חיה גדולה ומגוונת יותר. מכאן שגם טיפוח הפוריות מהווה מרכיב משמעותי בשמירה על מגוון המינים ובטיפוח המגוון.

הדברה ביולוגית טבעית - בחקלאות האורגנית משתדלים להשאיר שוליים לשדה, ובהם נותנים לעשבייה הטבעית לגדול כדי לשמר את מגוון המינים בסביבת הגידול: מגוון מיני צמחים וגם מגוון חרקים, שחלקם חרקים מועילים המשפיעים על המאזן הטבעי של השדה ומשרים הדברה ביולוגית טבעית בשטח. אזורים אלו מאפשרים גם מעבר חרקים מועילים מעונה לעונה.

איזון ביולוגי - החקלאים האורגניים שואפים להביא את השדה לאיזון ביולוגי, שמשמעו שדה המאכלס במגוון רחב של מיני חרקים. חלקם הגדול של חרקים אלו הם אויבים טבעיים שמונעים התבססות מינים העלולים להזיק לגידול. שדה מאוזן שומר על אוכלוסייה מאוזנת שבה גם חרקים מזיקים שקיימים בה נשמרים ברמה כזו שאינה גורמת לנזק מסחרי. הדברה בחומרים המותרים לשימוש בחקלאות האורגנית נעשית רק כשחלקה יוצאת מאיזון מתוך מטרה להחזירה לאיזון. לכן מועדף שימוש בחומרים בררניים. בחומרים שאינם בררניים משתמשים רק במצב של חוסר ברירה או כשצפוי נזק קשה לגידול המסחרי.

פגיעה מופחתת באדם, בחי ובצומח

החקלאות האורגנית עושה שימוש בשיטות חקלאיות פחות רעילות. התשומות החקלאיות המותרות לשימוש הן בעלות רעילות נמוכה. על יישום שיטות אלו, בכל שלבי הגידול האורגני (כולל דגימת קרקע ותוצרת), מפקחים באמצעות פקחים מיוחדים. הקטנת החשיפה של הצרכים האורגניים לחומרים מסוכנים כאלה - גם של החקלאי ושל דיירי הסביבה - מקטינה את החשיפה לחומרים רעילים כאלה ועשויה לכאורה להקטין את התחלואה הנגרמת מחשיפה לחומרי הדברה הסינתטיים. יישובים חקלאיים, בעיקר קיבוצים, מקיפים עצמם בחגורה של גידולים אורגניים המהווה חיץ בין אזורים מרוססים לבין אזורי מחיה רגישים.

שיפור איכות מי השתייה – יישום נכון של שיטות גידול אורגניות, כגון שימוש בקומפוסט במינון נכון, שימוש בזבל ירוק והדברה ידידותית ולא רעילה מקטינים, ואף עשויים למנוע, זיהום מקורות מים על ידי תרכובות מסוכנות כמו דשנים חנקניים וחומרי הדברה.

הפחתת הפגיעה בקרקע - את היתרונות שבמניעת הרעלת משאבי טבע כמו מים ואוויר אפשר להבין בנקל, ואולם היתרונות שבמניעת הרעלת הקרקע אינם מובנים מאליהם. הסיבה לכך היא שמודעות הציבור והידע של בעלי המקצוע לפלורה ולפאונה העשירים שבתווך הקרקע - מוגבלת. יש לזכור: רוב החומרים המיושמים בשדות מגיעים לא אל אורגניזם המטרה אלא אל הקרקע, וגם פעולות כגון חיטוי קרקע מכוונות ישירות כנגד כל האוכלוסיות בקרקע. הפגיעה בהן גורמת לפגיעה במבנה הקרקע, ביכולתה להתנגד להתבססות פגעי קרקע, ביכולתה לספק את צרכי הצמח כמו מזון ואוויר, וגם ביכולתה לנטרל חומרים רעילים. הפחתת השימוש ברעלים באמצעות ממשק אורגני מונעים מהסביבה נזקים אלו, ואף מתקנים את נזקי העבר.

הפחתת השימוש בדשנים כימיים

פעילות חקלאית מודרנית וקבלת יבולים מספקים מתאפשרות במידה שיסודות ההזנה מסופקים לגידולים במינון ובעיתוי הנכונים. החקלאות המקובלת עושה שימוש בכמויות גדולות מהדרוש לגידולים, ובדרך כלל באמצעות חומרים סינתטיים שייצורם דורש אנרגיה רבה. יתר על כן, משאבים אלו הם מתכלים ובלתי מתחדשים. השיטות המקובלות לשימוש בדשנים מהוות סיכון למשאבי המים השונים ומפחיתות את פוריות הקרקע, משום שהן מאיצות את פירוק מצבורי החומר האורגני וכל הנובע מכך. הדרך המומלצת יותר להזנה מקיימת ומפתחת

של גידולים חקלאיים היא באמצעות טיפוח פוריות הקרקע - העשרת הקרקע בחומר אורגני באמצעות זבלים שונים, ממשק עיבודים מושכל, אספקה אטית אך קבועה של יסודות מזינים לגידולים, ושיטות נוספות.

שימור הקרקע - סחף, תלכוד ואוורור

שכבת הקרקע העליונה מהווה מצע גידול לרוב השטחים החקלאיים. שכבה זו מספקת עגינה פיזית לשורשי הצמחים וביוספירה (סביבה חיה להתפתחותם). אבדן שכבת קרקע עליונה זו עקב ממשק חקלאי לא נכון מאיים לצמצם בית גידול וייצור חיוני זה. הדבר מהווה עידוד שלילי להתפתחות מגמות מדבור ונסיגה של אזורי ייצור מזון ומחיה. עם הקרקע הסחופה אובדים יסודות מזון, נסתמים ונפגעים ערוצי ניקוז, וכתוצאה מכך גדל הסיכון לשיטפונות למשל. החקלאות האורגנית מציעה חלופות שעשויות למנוע את כל אלה: ממשק אורגני המעשיר את הקרקע באמצעות קומפוסט וזבל ירוק, שימוש בצמחי כיסוי, הפחתת עיבודים על למינימום הנדרש, שמירה על מחזור גידולים מושכל המשמר ומפתח שכבת קרקע עליונה וחיונית זו שכ- 40% ממנה אבדו במרוצת המאה ה-20. אובדן הקרקע'ע הפוריה והחומר האורגני שבה מהווה את אחד ממקורות הפחמן הדו חמצני העיקריים באטמוספירה..

1. חסכון במים

על חיוניות המים לקיום חקלאות אין צורך להרחיב. מצוקת המים היא אחד מהגורמים המגבילים את פיתוח החקלאות בישראל ואת כיבוש השממה. החקלאות המקובלת בארץ ידעה ליעל את השימוש במים באמצעים טכנולוגיים מן המובילים בעולם. עם זאת, עקרונות הגידול האורגני מוסיפים נדבכים נוספים בתחום יעול השימוש במים. כך למשל, העשרת הקרקע בחומר אורגני מגדילה את אחיזת המים בקרקע, מונעת היווצרות קרומים עליונים ונגירת מים, ומאפשרת ספיגה יעילה של המים בבית השורשים. קרקע מועשרת כזו מעודדת התפתחות של בית שורשים גדול יותר, ובהמשך - ניצול טוב יותר של המים שנאגרו בקרקע. החקלאים האורגניים משכילים לקצר את עונות הגידול של גידולים שונים כחלק מההתמודדות עם פגעים, מה שמביא גם להפחתת הצורך של גידולים אלו במים. שימוש בגידולי כיסוי ובגזם מרוסק לחיפוי הקרקע מקטינים את איבוד המים על ידי התאיידות ישירה משטח הפנים שלה.

2. הפחתת השימוש בתשומות מתכלות

בחקלאות אורגנית, הזנת הקרקע וטיפוח הפוריות שלה מבוססים על שימוש בקומפוסט ובזבל ירוק ופוסלת שימוש בדשנים סינטטיים, למעט מקרים חריגים כגון אשלגן כלורי. גם פעולות ההדברה מעדיפות את השימוש בחומרים שמקורם מתחדש ממקורות ביולוגיים, כגון מיצויים

צמחיים וחיידקיים על פני יסודות כגופרית ונחושת. יתרונה של הפחתת השימוש במחצבים הוא בכך שהיא מפחיתה את זיהום הסביבה על ידי חומרים מסוכנים הנכרים עם היסודות המועילים. כך גם ביחס להפחתת השימוש בזרחות כרויות.

3. כיום לאור המודעות הגוברת להשפעות של פליטת גזי חממה כפחמן דו חמצני חשוב להזכיר גם כי ממשק חקלאי אורגני בכל היבטיו מקטין בעליל את כמות גזי החממה שנפלטים מהשטח החקלאי. הפחתת הפלטות מושגת בשימוש בקומפוסט, העשרת הקרקע בחומר אורגני, הפחתת התלות באנרגיה על ידי אי שימוש בדשנים מתועשים, אי שימוש בחומרי הדברה מתועשים ואי שימוש בקוטלי עשבים שעשויים לגרום לבל"ית החומר האורגני שבקרקע. ממחקרים בארה"ב- מכון רודל נמצא כי הסבת כל גידולי הסויה בארה"ב לממשק גידול אורגני יתרום בהפחתת פלטת פחמן דו חמצני של 1% כשהסכמי קיוטו מדברים על יעד של הפחתת פלטה של כ 5% בלבד!

צער בעלי חיים - קיום משק חי אורגני נעשה על בסיס מתן תנאי מחיה מרווחים לחיות המשק. הזנת חיות אלו מבוססת על מזון אורגני המתאים לאופן שבו הן ניזונות בטבע. לדוגמה, הזנה על בסיס קש ולא על בסיס פרש עופות.

מניעת מדבור - אבדן פוריות קרקע הוא אחד הגורמים העיקריים לפלישת המדבר לאזורים מיושבים, ומכאן לדחיקת אזורים אלו. לעומת זאת, טיפוח פוריות קרקע מאפשר המשך גידול חקלאי ושמירה על ההתיישבות ועל היכולת לייצר מזון. יתר על כן, טיפוח הקרקע יכול לתקן אזורים שנפגעו והפכו לשוממים.

לאור המתואר לעיל, נראה ששיטת הגידול האורגנית אכן טומנת בחובה יתרונות משמעותיים לסביבה. ליתרונות אלו יש ערך מוסף ציבורי, שהוא הרבה מעבר לגמול הישיר והפרטי שהחקלאי האורגני מקבל. אינטרס ציבורי זה יש בו כדי לעודד את כל נוגעים בדבר להביא להרחבת השטחים החקלאיים שבהם מיושמת שיטת גידול זו, גם מעבר ליכולת הקליטה של השוק האורגני כשלעצמו. החקלאות האורגנית מיישמת כבר הלכה למעשה את גישתה של הכלכלה האקולוגית שגורסת תחשיב כלכלי הכולל גם את העלויות הסביבתיות והחברתיות של כל מיזם.

* ד"ר שלמה קפואה הוא ראש אגף אגרו-אקולוגיה במשרד להנגת הסביבה.

אורי אדלר הוא מדריך ירקות וחוקר בחקלאות אורגנית.

חקלאות אורגנית ובריאות - האם מזון המיוצר בשיטות אורגניות אכן בריא יותר?

אורי אדלר, היה מדריך לחקלאות אורגנית

במבוא לתקנים אורגניים רבים מוספת ההערה כי העמידה בתקנים מבטיחה כי המוצרים עומדים בדרישות החקלאות האורגנית. לכאורה, אין בהערה זו משום ההוכחה כי מוצרים אלו אכן בריאים יותר, אלא הבטחה כי המוצר יוצר בהתאם לתקן האורגני. ואולם בשנים האחרונות מתרבים הפרסומים שמאששים את שהאמנו בו תמיד כי חקלאות אורגנית יוצרת מוצרים בריאים יותר. מכיוון שלא ברפואה עיסוקי אינני יכול להתחייב לצרכן כי שימוש בתוצרת אורגנית יבטיח אותו מתחלואיו או ימנע מחלות, אך יש סבירות גבוהה שמוצרים המגודלים בשיטה אורגנית בריאים יותר.

מזון הוא מקור האנרגיה וחומרי הבניין של כל החיים על פני האדמה, ואיכות המזון משפיעה על איכות החיים והבריאות. בכך אינני מחדש דבר, סוקרטס, הרמב"ם ואחרים כבר אמרו זאת לפני מאות ואלפי שנים.

כשבאים לנתח את ההיבטים הבריאותיים במזון יש להביא בחשבון את מרב המרכיבים, כדי לתת תמונה נאמנה על בריאות המזון, ולא להתבסס רק על מרכיב יחיד, גישה שבה חוטא פעמים רבות המדע המודרני שעקב התמחות רבה נוטה לבחון גורם בדיד לעומק ולהתעלם מגורמים אחרים ומקשרי גומלין בין גורמים שונים.

המרכיב הקל יחסית למעקב ובדיקה הוא שאריות חומרי הדברה והשפעתן על הבריאות. זה קל במיוחד מכיוון שאלו חומרים מוספים שברובם אינם קיימים בטבע, ורק האדם הוא שמפזר אותם.

האם מזון אורגני אכן נקי יותר משאריות חומרי הדברה?

מטבע בריאותו מזון אורגני נקי יותר משאריות חומרי הדברה, בזכות הסביבה שבה הוא גדל והפיקוח ההדוק עליה.

מנתוני חברות הפיקוח אפשר ללמוד כי נדיר שמוצאים שאריות חומרי הדברה במוצרי מזון אורגני, וגם כשמוצאים, על פי רוב מדובר בזיהומים שנובעים מרחף מחלקות סמוכות או שאריות קשות פירוק בקרקע מהעבר הרחוק. לדוגמה, גם היום, שנות דור יותר מ-30 שנה לאחר שנאכף האיסור על השימוש ב-DDT, ניתן למצא עד היום שאריות משמעותיות של חומר זה ברב הקרקעות החקלאיות.

השפעתם של חומרי הדברה על בריאות האדם:

חומרי הדברה מתוכננים להיות מאוד רעילים, גם בריכוזים נמוכים, הם מפוזרים בצורה מכוונת בסביבה,

יכולים להצטבר בגופים של בעלי חיים ולהגיע לריכוזים גדולים פי 100,000, לחדור לשרשרת המזון ולגוף האדם, ומקצתם אינם מתפרקים במנגנוני דה-טוקסיפיקציה של הטבע.

חומרי הדברה נמצאים כיום באוויר, באדמה, בטיפות הגשם, בבעלי חיים וצמחים, במי שתייה, במזון (מעל רמות **MRL** ריכוז מכסימלי מורשה), ובגוף האדם: בדם, בשתן, ברקמות שומניות ובחלב אם.

חומרי הדברה מסבים נזק לבריאות האדם ולסביבה, השפעותיהם כוללות פגיעה במערכת העצבים, בדרכי הנשימה, בפוריות, בתפקוד המערכת החיסונית וההורמונלית, ומביאים לידי

מומי לידה וסרטן. (**Philip J. Landrigan**)

כיום קיימים כ-48,000 כימיקלים תעשייתיים, 3,300 חומרי הדברה, 8,600 תוספי מזון וכ-3,400 רכיבים קוסמטיים (**National Research Council US**). זאת בנוסף על אלפי חומרים וכימיקלים הנחשבים כתרופות לאדם ותרופות וטרינריות, שחלקם גם הוא מגיע לסביבה ופוגע בגורמים חיים שבהם לא התכוונו לפגוע. יתר על כן, במשך אלפי שנים התפתחו המינים מבלי שנחשפו למגוון הכימיקלים כגון אלו ששוחררו לסביבה ב-100 השנים האחרונות. הם לא עברו הסתגלות לסביבה חדשה זו, ומכאן יש סיכוי גדול לנזקים שונים ומשונים.

בארצות הברית משוחררים לסביבה בכל שנה יותר מחצי מיליארד טון של חומרי הדברה, ביניהם כמה מהחומרים המלאכותיים המסוכנים ביותר המיוצרים כיום. בני אדם חשופים לחומרים אלו במגוון ערוצים, כולל מזון, מי שתייה, משקאות, אוויר, אבק, וכן פני השטח בבית, במקום העבודה ובמקומות ציבוריים.

חומרי הדברה נועדו להדביר מזיקים, אך לעתים הם עושים יותר, הם רעילים מאוד לגורמים חיים שאינם המטרה, כמו דבורים שמאבקות פרחים, חרקים מועילים, ציפורים, עופות דורסים, דגים, תולעי אדמה ומיקרואורגניזמים. בקרב יונקים, כולל בני אדם, נמצאים בשימוש שכיח חומרים רבים שעשויים לגרום לתופעות הרסניות כמו פגיעה במערכת החיסונית, ולהוות גורם

משפיע לתופעות שעשויות להשפיע על הבריאות לאחר שנות חשיפה רבות. ממועד יצירת העובר דרך שנות החיים הראשונות, ילדים חשופים יותר ממבוגרים לחומרים אלו עקב יכולתם המוגבלת בפירוק וניטרול חומרים רעילים. קשת ההשפעות רחבה - מבעיות ריכוז והתנהגות שמקורן בחומרים לא רצויים עד כדי פיתוח תחלואים ממאירים.

עוצמת הבעיה מיוצגת בתוצאות של 12,600 בדיקות שערך משרד החקלאות של ארצות הברית בשנים 1994-1999. ממצאי הבדיקות כללו שאריות חומרי הדברה ביותר מ-80% מדוגמות המזון שנבדקו באותה תקופה וב-75% מהירקות שנבדקו.

יתרה מזאת, כ-45% מהדגימות שנבדקו הכילו שאריות של יותר מחומר הדברה אחד; מתוך 530 תפוחים שנדגמו בשנת 1996 נמצא שחציים הכיל שאריות של יותר מ-9 חומרים שונים.

היכן טעינו? לא לקחנו בחשבון:

השפעת גומלין בין חומרים.

חשיפה לכמויות נמוכות לאורך זמן.

השפעות מורכבות של מזהמים על גופנו.

השפעה בין-דורית של חשיפות.

השפעות עקיפות על מגוון ביולוגי בסביבות מרוחקות מנקודת הפיזור.

הרגישות המיוחדת של ילדים לחומרים.

להשפעת חומרי הדברה ותוספי מזון על בריאות האדם יש הוכחות לרוב. גם כשעושים שימוש בחומרי הדברה על פי התקנות וכללי הזהירות הנדרשים, ואולם במקרים רבים אפילו אין אכיפה או הקפדה על כללים אלו. גם במדינות המערב, וגם במדינות מתפתחות, שבהן פעמים רבות המשתמשים אינם יכולים לקרא את התווית על המוצר ואינם מודעים לסכנות. במקרים חמורים יותר מדובר באריזות ריקות של חומרי הדברה שנזרקות או נקברות באזור השדה ודולפים מהם חומרים מסוכנים או אפילו נשרפות בסביבה. נקודת תורפה אחרת בשימוש בחומרי הדברה הוא שטיפת המרססים והשלכת מי השטיפה עם שאריות התרסיס כך שהם מגיעים למוביל מים ולמי תהום. ותקלות ביצור כדוגמת פיצוץ במפעל כימי באיזור חרבין שבסין שזיהם את מי הנהר הסמוך וגרם לכך שהעיר תחסר מי שתיה במשך של יותר משבוע בנובמבר 2005 (מהחדשות-אורי אדלר) והפיצוץ של מפעל כימי ליצור חומרי הדברה בבופלו בהודו (שידוע בשם אסון בופלו) שגרם לתמותת אלפים- באסון בופאלו הודו ארע פיצוץ במפעל חומרי הדברה של חברת **UC**, שסביבו התפתחו שכונות עוני של עובדי המפעל וקרוביהם, בתוצאה

מתקלה ארעה דליפה שגרמה למותם של כ 3500 בני אדם ופציעתם הקשה של כ 10,000 אנשים ועוד 10,000 פצועים קל. גם בארץ מתרבות הראיות על ריבוי מחלות קרוניות וסרטן באוכלוסיה הבדואית המתגוררת בסביבת רמת חובב –איזור בו יש ריכוז מפעלים ליצור חומרים מסוכנים והמרכז הארצי לטיפול בחומרים אילו. דו"ח של משרד הבריאות מראה כי שיעור התמותה מסרטן באזור גדול בכ-65% מהשיעור הארצי, ומספר המומים המולדים כפול. במ' הבריאות דורשים לבחון הנתונים מחדש (פורסם בעיתון הארץ ב-1 ביוני 2004 (<http://news.walla.co.il/?w=/18/550596>)). או הבעיה האופפת את מפעלי האלקטרוניקה במפרץ עכו כולל הקשיים המעורבים בסגירתו של המפעל המסוכן ואלו רק חלק מהמקרים שפורסמו בשנים האחרונות.

תוספי מזון

אם החשיפה לחומרי הדברה היא קודם כול של החקלאי שמרסס, והשאירות במזון קטנות יותר עקב התפרקותן במשך הזמן שעובר מהריסוס ועד הגעת הפרי או הירק לצלחת (בהנחה שהחקלאים עומדים בדרישות החוק), הרי שתוספי המזון שלפחות לחלקם יש כנראה השפעות על בריאות האדם, מוספים למזון המעובד כדי שיישארו בו.

מדובר בחומרים לעיבוד מזון -מחליבים, מעבים, מייצבים, מקרישים, משפרי טעם, חומרי ציפוי וזיגוג, מקציפים, משמרים, גזים, ממתקים מלאכותיים ואחרים. יש תוספי המזון חשודים כמסרטנים, ואחרים חשודים כאלרגניים ואחראיים למחלות אחרות. הבעייתיות בקביעה נחרצת על תגובה לחומרים נובעת מהעובדה שהמידע נאסף על סמך ניסויים בחיות מעבדה. ניסויים אלו חושפים את החיות לחומרים לפרק זמן קצר יחסית, מבלי שייחשפו במהלך הניסויים למאות החומרים הנוספים שאליהם נחשף האדם במשך שנות חייו. בנוסף על כך, מכיוון שאין אדם הדומה למשנהו לא מבחינה גנטית ולא מבחינת חילוף החומרים, יש להימנע מקביעות מוחלטות, ובכל קביעה להשתמש מתוך זהירות במילה "עלול" (ח. ש. סדובסקי).

ומותר הגישה האורגנית

חומרי הדברה

בחקלאות אורגנית ההתמודדות עם מזיקים מושתת על גישה רב תחומית כשבה השימוש בחומרים הוא אחרון אחרי ישום מגוון שיטות כמו הדברה טבעית, שימוש באויבים טבעיים, שימוש בחסמים וכד'. החומרים שבשימוש הם ממקור טבעי, חומרים שמתפרקים מהר בסביבה. מספר החומרים המאושרים לשימוש בחקלאות אורגנית מוגבל מאוד. רוב חומרי ההדברה המקובלים בחקלאות הרגילה - קוטלי חרקים, קוטלי פטריות, קוטלי חיידקים וקוטלי עשבים - אסורים לשימוש בחקלאות אורגנית. גם מרשימת החומרים המותרים לשימוש

מוסרים לפרקים חומרים שמתקבל מידע כי בצריכתם יש משום בעיה לבריאות האדם או הסביבה.

ניקיון התוצרת האורגנית מחומרי הדברה אסורים נבדק באופן סדיר באמצעות בדיקות קרקע ותוצרת הנלקחת מהמשקים ומנקודות המכירה. מאות בדיקות המבוצעות בשנה - חלקן יזומות וחלקן אקראיות - מוכיחות בעליל את ניקיון התוצרת מחומרי הדברה. במקרים נדירים שבהם נמצאות שאריות, נעשית בדיקה מה מקורן, ובמקביל מוסר המוצר מהמדפים. אם נמצא כי נוכחות השאריות נובעת מהפרת אמון של המגדל, הוא מאבד את האישור לשווק תוצרת אורגנית ומחויב בתהליך הסבה מחדש, או שהוא נפסל לצמיתות מלגדל גידולים אורגניים. עם כניסתו הקרובה של החוק האורגני שאושר בכנסת בקריאה שניה ושלישית וצפוי להיכנס לתוקף עם השלמת התקנות התלויות בו ואישורן בכנסת בזמן הקרוב. מעילה באמון הצרכן האורגני תהווה עברה פלילית בנוסף על היותה מעילה באמון ופגיעה מוסרית.

טבלה מס' 1: השוואה בין מספר דוגמאות הירקות והפירות המאולחות בחומרים מקבוצת הארגנוכלוריד מקור **Pesticide Data Program PDP** מערכת איסוף הנתונים הרשמית על שאריות חומרי הדברה של משרד החקלאות של ארה"ב

בכל ההשוואות שנעשו נמצא יתרון בולט למזון האורגני בהפחתה משמעותית של שאריות חומרי הדברה שנמצאו, ההבדלים גדלים כשמשוים תוצרת עם יותר משארית אחת. השאריות שנמצאו בתוצרת אורגנית היו גם מבריכוזים נמוכים יותר בסדר גודל של פי 10

ממשק רגיל			IPM			אורגני			המוצר
מספר דגימות	מספר מאולחות	אחוז מאולחות	מספר דגימות	מספר מאולחות	אחוז מאולחות	מספר דגימות	מספר מאולחות	אחוז מאולחות	המדד
21,807	16,810	77%	73	37	51%	76	14	18%	פירות
27,000	16,888	63%	151	66	44%	233	43	18%	ירקות
48,807	33,698	69%	224	103	46%	309	57	18%	סה"כ

ומוסברות ברחף חומרים מחלקות שכנות בעיקר. במקרים בהם נמצאו שאריות של אותו החומר בתוצרת אורגנית ורגילה בוצעה גם השוואה של כמות החומר שנמצא, ברב המקרים קטנה השארית של החומר בתוצרת האורגנית לפחות בסדר גודל אחד ולעיתים בשניים דבר המסביר שאריות שמוצאה רחף או שאריות בקרקע מלפני ההסבה לממשק גידול אורגני.

לסיכום המאמר המביא גם ראיות מאוסטרליה ואנגליה מגיעים המחקרים למסקנה כי הסיכוי שמזון אורגני יהיה נקי לחלוטין משאריות חומרי הדברה גדול פי 3 עד פי 4 ופי 11 לאפשרות להכיל שאריות של מספר חומרי הדברה בזמנית. בנוסף באם תמצא שאריות היא צפויה להיות נמוכה פי 10 מזו שתמצא במזון רגיל. על מזון אורגני בטוח מבחינת שאריות חומרי הדברה גם בתדירות החשיפה וגם בריכוז. החומרים החלופיים, אלו שמותרים לשימוש בחקלאות אורגנית, מתפרקים ברובם מהר וניתנים בכמות, בתדירות ובריכוז נמוכים בהרבה. מבדיקת שנעשו בארצות הברית נמצא כי הפירות והירקות שבהם יש סיכוי גבוה יותר לשאריות חומרי הדברה הם תפוחים, אגסים, אפרסקים, נקטרינות, דובדבנים, תות שדה, סלרי, תרד ופלפל. בארץ המצב טוב בהרבה, על פי החברות המפקחות, ונדירה מציאת שאריות בתוצרת אורגנית. אם נמצאות שאריות כאלה, הן בריכוזים נמוכים עד אפסיים.

תוספי מזון

גם בתחום זה יש למזון האורגני המעובד בשורה בהפחתה ניכרת במספר תוספי המזון המותרים ובשימוש בחומרים שהם ממוצא טבעי ושאינם מוכרים כיוצרי סיכון.

במזון אורגני מעובד מותרים לשימוש 31 תוספי מזון, לעומת 378 במזון המעובד הרגיל. במזון אורגני אסורים תוספים סינתטיים, צבעים, תמציות, מיצבים וחומרי שימור. כמו כן אסורים מוצרים שהם תוצר של הנדסה גנטית. מכאן שמזון אורגני הוא טבעי יותר ומכיל הרבה פחות חומרים מוספים שאינם מהטבע, כאלה שהמערכות הביולוגיות אינן יודעות לפרק או לטפל בהן.

האם יש משמעות לסוג המזון - אורגני או רגיל - על מידת חדירת חומרי הדברה לגוף האדם?

קיימים פרסומים מועטים בנושא, ביניהם עבודה שפרסמה בעת האחרונה הרשות האמריקאית הפדרלית לאיכות הסביבה, ובה סיכום מחקר המוכיח כי תזונה אורגנית מפחיתה את חשיפת הניזונים ממנה לחומרי הדברה מקבוצת הזרחנים האורגניים. במחקר הוזנו ילדים בגן בתזונה אורגנית לעומת קבוצת ביקורת שהמשיכה לאכול את המזון הרגיל, נמצא כי כמעט מיד אחרי שינוי התזונה ירד משמעותית ריכוז בזרחנים האורגנים בשתן של הילדים שעברו לתזונה

אורגנית. **Cynthia L. Curl, Richard A. Fenske, Kai Elgethun** (במחקר אחר מובאות הוכחות מדעיות לכך שמזון אורגני מכיל פחות רעלים שמקורם בפטריות המכונים מיקוטוקסינים. רעלים אלו מתפתחים בפטריות שמאלחות מזון במהלך הגידול ובזמן האכסון. לכאורה מקובל היה להניח כי מזון אורגני, שאינו מטופל בכימיקלים, רגיש יותר לאילוח מסוג זה ולכן צפוי להכיל יותר רעלים שמקורם בפטריות, אך ממחקרים שפורסמו בשנים האחרונות מסתברת תמונה הפוכה: מזון אורגני נמצא כמאוזן יותר ומכיל מגוון פטריות שמונעות מהסוגים הרעילים יותר להתבסס ולייצר את רעליהם, ולכן במזון אורגני מוצאים פחות מיקוטוקסינים דוגמת אפלאטוקסין ואחרים. **(Charles M. Benbrook)**)

ויטמינים ומונעי חימצון במזון אורגני לעומת הקונוונציונלי

בשנים האחרונות עולה המודעות לתפקידם של מטבוליטים שניוניים על בריאות האדם, ונושא האנטיאוקסידנטים כמונעי סרטן ומונעי כולסטרול נעשו נושא שכיח במחקר הרפואי תזונתי. על אף חשיבות הנושא בוצעו רק השוואות מועטות למציאת הבדלים בין מזון אורגני למזון קונוונציונלי. במאמר סקר שבדק 24 השוואות מ-9 מחקרים הסתמן יתרון למזון אורגני גם בתכולת מונעי החימצון. לטענת המחקרים, ההבדל בולט יותר אם משווים את יחס הקלוריות שהגוף צובר מהמזון לתכולת האנטיאוקסידנטים, ומראים כי כל קלוריה של מזון אורגני מלווה בלפחות 50% יותר אנטי אוקסידנטים מאשר קלוריה של מזון מחקלאות רגילה. בעבודות רבות נמצא כי מזון אורגני הגדל בתנאים מאוזנים יותר ונהנה מהזנה מאוזנת מכיל ריכוזים גבוהים הרבה יותר של מונעי חימצון מאשר מזון שאינו מגודל בממשק אורגני.

בעבודה שפורסמה בכנס של האגודה האמריקנית לכימיה מוכיחה כי תפוזים אורגניים עשירים יותר בויטמין C לעומת תפוזים "רגילים".

סיכום

המחקר ביתרונות (או חסרונות) ממשק הגידול האורגני נמצא רק בתחילת דרכו, ואולם ממחקרים שפורסמו ב-5 השנים האחרונות הולכת ומצטיירת תמונה שקשה להתעלם ממנה, המוכיחה באופן מדעי את יתרונות המזון האורגני לכל רוחב הספקטרום - ממדדים חקלאיים ועד למדדים בריאותיים.

יש לקחת את התוצאות בזהירות מרבית ולהמשיך ולחקור כדי לברר עד תום את התופעות שתוארו כאן, ולנסות להבין את המנגנונים המעורבים לטובת כלל האנושות, מתוך התעלמות מאינטרסים של גופים כלכליים, כלומר נחוץ מבחן מדעי ישר וכן כדי שתוכל להתקבל התוצאה האמיתית שתעמוד בכל קנה מידה מדעי.

אתר **ORGANIC CENTER** ומאמרי הסקר שנמצאים בו: המאמרים נכתבו על ידי

Charles M. Benbrook, PhD Chief Scientist, Organic Center

Breaking the Mold -- Impacts of Organic and Conventional Farming Systems on Mycotoxins in Food and Livestock Feed, September 2005

Minimizing Pesticide Dietary Exposure Through the Consumption of Organic Food ,May 2004

Elevating Antioxidant Levels in Food Through Organic Farming and Food Processing January 2005

Cynthia L. Curl, Richard A. Fenske, Kai Elgethun doi: 10/1089/ehp 5754 oct 2002, Organophosphorus pesticide exposure of urban and suburban pre-school children with organic and conventional diets <http://dx.doi.org> Environmental Health perspective, Journal of the national institute of environment health science

Philip J. Landrigan, Director, Center for Children's Health and the Environment, Mount Sinai School of Medicine, Committee on Environment and Public Works, United States Senate Washington, D.C. Tuesday, October 1, 2002

מצגת של לימור אלוף- שהוצגה בכנסת

מאמר מעיתון הארץ <http://news.walla.co.il/?w=/18/550596>.

ד"ר ח. ש. סדובסקי כדי לרפא את הפצע צריך קודם כל לסלק את הקוץ, המדריך המלא לתוספי מזון ומחלות הוצאת

פוריות הקרקע בחקלאות האורגנית

אביבה הדס, פרופ' מיכאל רביב, אורי אדלר

מבוא – פוריות קרקע והקשרה לחומר אורגני

פוריות קרקע היא מושג המשקף מכלול רחב של תכונות קרקע היוצרות במשותף בית גידול טוב ככל האפשר לשורשי הצמח שאנו מגדלים. תכונות אלו הן בעיקרן יחס תקין בין מים לאוויר בקרקע, יכולת אספקה רציפה של מים ויסודות הזנה זמינים לצמח, פעילות ביולוגית תקינה באזור השורשים ורמה מזערית של נזקי פגעים ממחלות ומזיקים שוכני-קרקע או ממליחות וכימיקלים מזיקים.

מקובל לקשר בין פוריות קרקע לרמת החומר האורגני (ח"א) בקרקע (Johnston, 1991). ואכן, יש לכך סיבות מבוססות. ח"א הוא מקור מזון למיקרואורגניזמים, אשר מפרקים אותו לצרכי אנרגיה וגידול. תהליכי הפירוק מלווים בהגדלת האוכלוסייה והפעילות המיקרוביאלית, בשחרור יסודות הזנה זמינים, בעיקר חנקן, ביצירת תרכובות אורגניות מייצבות מבנה, וביצור ח"א מיוצב (הומוס), שהוא בעל תכונות ספיחה וקשירה של מים וקטיונים.

תכולת החומר האורגני בקרקע תלויה בכמה גורמים (Johnston, 1991):

א. התשומות של חומרים אורגניים לקרקע והקצב שבו הם מתפרקים;

ב. קצב פירוק ח"א הקיים בקרקע;

ג. הטקסטורה של הקרקע;

ד. האקלים.

הטקסטורה של הקרקע והאקלים אינם בשליטתנו, ושניהם משפיעים על הגורמים האחרים. ככל שהאקלים חם יותר ולח או גשום, גדול יותר קצב הפירוק של ח"א ותכולתו בקרקע קטנה. לקרקעות "קלות", בעלות טקסטורה גסה, יש שטח פנים וכושר ספיחה קטנים ולכן אינן מסוגלות לשמר ח"א באותה מידה כמו קרקעות "כבדות" בעלות שטח פנים גדול. לעומת זאת על שני הגורמים הראשונים – התשומות של חומרים אורגניים לקרקע והקצב שבו הם מתפרקים וקצר פירו ח"א הקיים בקרקע – אנו יכולים להשפיע באמצעות ממשק חקלאי כגון זיבול, עיבודים ומחזור זרעים.

בעיקרון, רמת פוריות הקרקע נמדדת לפי היבול שאותה קרקע מסוגלת לייצר בלי שימוש בתשומות חיצוניות כגון דשן, אך למעשה היבול הוא תוצאה של אותו מכלול תכונות קרקע

שיוצר סביבה טובה להתפתחות מערכת שורשים ואספקת מים וחומרי הזנה לצמח בהתאם לצרכיו. בהיות פוריות הקרקע קשורה בתכונות קרקע המוגבלות על ידי גורמי טבע שאינם בשליטתנו, אי אפשר למדוד את מכלול תכונות הפוריות בערכים מוחלטים, אלא בשינויים שחלים בהן עם הזמן בהשפעת הממשק החקלאי, כלומר הפוריות היא ערך יחסי ודינמי. לא בכל קרקע ובכל אקלים אפשר להגיע לאותה רמת פוריות או תכולת ח"א, אך אפשר לשפר או לשמר אותן בממשק משמר, ואפשר גם לדלדל אותם בממשק שגוי או מתוך אילוצים שונים.

הצורך במזון לאוכלוסייה הולכת וגדלה בעולם, השאיפה להתפרנס בכבוד מחקלאות, ורווחיותם הגבוהה של גידולים מסוימים עודדו מגמות של חקלאות אינטנסיבית, לעתים מונוקולטורית, בלא שמירה על מחזור גידולים. התמדה בחקלאות כזאת גרמה לעתים לירידת יבולים, בעיקר בשל ירידה בחומר האורגני ועמה ירידה ברמת יסודות הזנה זמינים והרעה בתכונות פיזיקליות של הקרקע, או בשל עלייה במחלות ובמזיקים שוכני-קרקע. הדרך המקובלת לאזן את הפחיתה של חלק ממרכיבי הפוריות הטבעית של הקרקע היא על ידי תשומות של דישון רב ומגוון יותר ועל ידי הגדלת השימוש בחומרי הדברה. תשומות אלו אמנם מאפשרות לקרקע לשאת יבולים גבוהים, ואולם לטווח ארוך ריבוי השימוש בדשנים ובחומרי הדברה מזיק ישירות ליצורים החיים הניזונים מהגידולים, מזיק לסביבה בכך שמצטברות בקרקע שאריות של רעלים, מגיעות ועד למי התהום ופוגעות באוכלוסיית הקרקע, לרבות באורגניזמים שלפעילותם השפעה חיובית על פוריות הקרקע. יתר על כן, נזקים לתכונות הפיזיקליות של הקרקע, כגון הידוק או סחף בגלל אבדן מבנה, קשים יותר לתיקון.

הגישה בחקלאות האורגנית היא טיפוח ושימור הפוריות הטבעית של הקרקע על ידי תשומות אורגניות ומחזור גידולים כך שתעלה או תשומר תכולת הח"א שבה ותוקטן מידת נגיעותה במחלות ומזיקים.

בהמשך פרק זה נסקור בפירוט את הקשר בין החומר האורגני בקרקע לבין המרכיבים השונים של פוריות הקרקע, ואת האמצעים שבהם נשפר ונשמר אותה על פי חוקי הממשק האורגני.

חומר אורגני וזמינות יסודות הזנה

החומר האורגני (ח"א) בקרקע רבגוני מאוד בהרכבו. מבחינת תפקודו אפשר לחלק אותו ל-3 מרכיבים עיקריים (Hodges, 1991):

א. ח"א מיוצב, הומוס; ב. ח"א הניתן לפירוק, פוטנציאלי למינרליזציה; ג. ביומסה מיקרוביאלית.

זמינות יסודות ההזנה בקרקע מושפעת מח"א ב-2 מנגנונים עיקריים: א. פירוק מיקרוביאלי של ח"א, מינרליזציה, עד לשחרור מרכיבים אנאורגניים הזמינים לצמח, בעיקר חנקן, זרחן וגפרית; ב. קשרים כימו-פיזיקליים של יסודות הזנה עם ח"א מיוצב, בעיקר קטיונים ויסודות קורט (מיקרואלמנטים) שזמינותם לצמח נמוכה כשהם בתרכובות אנאורגניות.

א. מינרליזציה של ח"א

הח"א הפוטנציאלי למינרליזציה והביומסה המיקרוביאלית הם המשתתפים בתהליכי המינרליזציה. חלקם מכלל הח"א אינו גדול – 40%-5 (Stanford and Smith, 1972), ותלוי בסוג הקרקע ובממשק החקלאי. חומרים אורגניים מוספים, כמו שאריות צמחים או קומפוסט, מצטרפים אף הם למאגר הח"א הניתן לפירוק. המניע העיקרי למינרליזציה של ח"א בקרקע הוא הצורך של האורגניזמים בפחמן האורגני כמקור אנרגיה לפעילותם וכמרכיב עיקרי לבניין גופם. חלק מהפחמן בתרכובות האורגניות הזמינות למיקרואורגניזמים משמש לנשימה ונפלט כפחמן דו-חמצני (פד"ח), כלומר עובר מינרליזציה, וחלק משמש לתחזוקה ולבנייה של ביומסה מיקרוביאלית. חלקה של הביומסה המיקרוביאלית מכלל הח"א בקרקע הוא קטן (1-4%), אך היא דינמית מאוד, מתכלה ומתחדשת בקצב מהיר יותר מח"א שאינו מיקרוביאלי. במהלך הפירוק והבנייה נוצרים או נותרים חומרים שונים, בעלי עמידות שונה לפירוק, חלקם עמידים מאוד ומצטרפים למאגר הגדול יחסית של הח"א המיוצב, וחלקם חוזרים למעגל המינרליזציה. החנקן, הזרחן והגפרית בתרכובות האורגניות המפורקות משתחררים כמרכיבים אנאורגניים זמינים לצמחים, אלא אם כן הם דרושים לבניית תרכובות הקשורות בביומסה המיקרוביאלית. בדרך זו קשורים יסודות הזנה אלו במחזור הפחמן.

החנקן הוא רכיב מרכזי בחלבונים הבונים ביומסה מיקרוביאלית וצמחית; כמותו בח"א גדולה בערך פי 10 מזו של הזרחן והגפרית (למעט בזבל בע"ח), ולכן הוא יסוד ההזנה החשוב מביניהם הקשור בתהליכי מינרליזציה. חנקן ישתחרר כאמון לקרקע כאשר כמות החנקן בח"א המתפרק בתהליכי מינרליזציה גדולה מהכמות הנדרשת לבניית ביומסה מיקרוביאלית. תהליך קשירת חנקן מינרלי בביומסה מכונה אימוביליזציה. תכולת החנקן בביומסה מיקרוביאלית גבוהה יותר (יחס פחמן:חנקן נמוך יותר) מאשר במרבית החומרים האורגניים המתפרקים בקרקע, אך מכיוון שרק חלק מהפחמן בתרכובות המתפרקות משמש לבנייה (כמחצית, ולעיתים יותר, נדרש לנשימה), המינרליזציה נטו (המאזן בין מינרליזציה לאימוביליזציה של חנקן) היא על פי רוב חיובית (הדס, 1996). כאשר מוצנע בקרקע ח"א עשיר בפחמן קל פירוק, למשל קש של תירס או לעתים אפילו קומפוסט לא בשל, תהיה אימוביליזציה גדולה של חנקן

והמינרליזציה נטו תהיה שלילית, כלומר ריכוז החנקן הזמין לצמח ירד. מצבים כאלה הם קצרי טווח, כי כשהפחמן הזמין הרב מתכלה, מתכלה לאטה גם האוכלוסייה המיקרוביאלית, שניזונה ממנו, ומשחררת את החנקן שבה. ככלל, הח"א של הקרקע הוא מאגר של חנקן שמשתחרר לאטו כחנקן זמין, וככל שגדולה תכולת ח"א בקרקע כן ירבה שחרור החנקן הזמין לצמח.

קצבי הפירוק והבנייה של ח"א בקרקע יקבעו את ריכוזי החנקן המינרלי הזמין בקרקע במהלך הזמן (הדס, 1996). ככל שהתשומות האורגניות רבות, מגוונות ותכופות, גדלה הדינמיקה של האוכלוסייה המיקרוביאלית וקשה יותר לחזות את כמויות החנקן הזמין בקרקע.

לגבי קרקעות בממשק רגיל, לא אורגני, יש הערכות של קצבי מינרליזציה נטו ושיטות בדיקה להערכת החנקן הפוטנציאלי למינרליזציה שישתחרר בעונת גידול, אך בממשק אורגני דרושים למטרה זאת ידע על הרכב וקצבי פירוק של התשומות השונות ומודלים המחשבים גם בניית ח"א, כלומר את מחזור הפחמן והחנקן במלואו.

האמון בקרקע הופך לחנקה גם כן בתהליך מיקרוביאלי, הנקרא ניטריפיקציה. תהליך זה הרבה יותר מהיר מהמינרליזציה, ולכן בדרך כלל אמון אינו מצטבר בקרקע. שתי צורות חנקן אלו זמינות לצמח, אך בניגוד לאמון, שהוא קטיון ונספח על שטח פני הקרקע הטעון שלילית, החנקה מסיסה מאוד וניידת, ולכן נשטפת בנקל עם המים אל מתחת לבית השורשים. לפיכך חשובה אספקה רציפה של חנקן זמין, אך לא מעבר לכמות הנדרשת לגידול, כי חנקה שהצמח אינו קולט היא גם "מבוזבזת" מבחינת המגדל, וגם מהווה גורם זיהום ראשון במעלה למי תהום ומים עיליים. כיוון שכך, להבנת בקרת התהליכים הגורמים לשחרור חנקה יש חשיבות עליונה בעבור ממשק החורת על דגלו את איכות הסביבה.

ב. ספיחה על שטחי פנים של ח"א

הח"א המיוצב (החומר ההומי) מצטיין בשטח פנים גדול בעל פעילות כימית מגוונת. תכונות אלו מקנות לו את יכולתו לספוח או לקשור יסודות הזנה, בעיקר קטיונים (Hodges, 1991).

שטח הפנים של ח"א בקרקע הוא בעל מטען חשמלי שלילי, בדומה למינרלי החרסית, והקטיונים הנקשרים למטענים אלו הם קטיונים חליפים הזמינים לצמח. קיבול הקטיונים החליפים (קק"ח) של ח"א הוא בתחום של 100-300 מא"ק/ק גרם של ח"א, הרבה יותר גדול מזה של מינרלי החרסית, אשר בממוצע בקרקעות הארץ אינו עולה על 100 מא"ק/ק 100 גרם חרסית. לעומת זאת תכולת החרסית ברוב קרקעות הארץ גדולה בקירוב פי 10 מתכולת הח"א, לכן תרומתו לקק"ח של הקרקע תהיה חשובה בעיקר בקרקעות קלות, דלות בחרסית,

אך בממשק המעודד שימור ח"א. חשיבות הקק"ח היא בשמירת קטיונים כגון אשלגן, אמון, מגניון, סידן, בצורה זמינה לצמח ומניעת שטיפתם מבית השורשים. כמו כן חשובה תכונה זו לכושר הבופר של הקרקע, מיתון שינויים ב- **pH** הקרקע כתוצאה מתשומות לקרקע או מפעילות ביולוגית.

הרכבם של החומרים ההומיים מקנה להם תכונות ייחודיות שאין למינרלי החרסית, והחשובה שבהן היא היכולת ליצור תרכובות קומפלקסיות עם יוני מתכות (כלטים). במיוחד חשובים הכלטים עם יסודות קורט כגון ברזל, אבץ, או נחושת, המאפשרים ניידות וקליטה של יסודות אלו על ידי הצמח, בעוד שבלא כלציה מסיסותם וזמינותם של יסודות אלו נמוכה ביותר. כידוע, גם בחקלאות הרגילה הדישון ביסודות קורט הוא באמצעות כלטים, למשל קורטין. לעומת זאת, אותה תכונה של כלציה חלה גם לגבי מתכות כבדות שניידותן - הן אל הצמח והן אל מי התהום - אינה רצויה.

הזרחן, אף שהוא קיים וזמין לצמח כאניון זרחה, זמינותו מושפעת אף היא מהתרכובות האורגניות בקרקע. זרחה שוקעת בקרקע עם סידן כתרכובות אנאורגנית שמסיסותן הולכת וקטנה עם הזמן. קשירת הזרחה לחומצות אורגניות בקרקע מאטה את שקיעתה עם הסידן, וזמינותה נשמרת זמן רב יותר. יתר על כן, ניידות הזרחן הקשור לח"א מסיס גדולה בהשוואה לזרחן אנאורגני, שנשאר באותה שכבת קרקע שבה הוצנע, ובדרך זו הוא זמין גם לשורשים שמתחת לשכבת החרש. לניידות הזרחן יש גם היבט שלילי, בעיקר כשתשומות הזרחן לקרקע גדולות ויש סכנת נגר או דליפה למאגרי מים (נחלים או מי תהום).

ג. דוגמה לקשר שבין רמת ח"א בקרקע לבין זמינות חנקן וזרחן

בניסוי שעסק בהשפעות ארוכות טווח של דישון וזיבול גידולי ירקות בגילת (פייגין ושגיב, 1990' א' וב'), נמצאה עלייה בח"א בקרקע בהשפעת זיבול, ועמה עלייה במינרליזציה של חנקן ובריכוזי הזרחן הזמין (טבלה 1). ראוי לציין שהחנקן שעבר מינרליזציה היה כ- 3.5-3.8% מכלל החנקן האורגני בקרקע ושהזרחן הזמין ברמת הזיבול הגבוהה עלה גם בשכבת הקרקע 20-40 ס"מ, כלומר הייתה תנועה של זרחן אל מתחת לשכבת החרש.

טבלה 1. תכולות חנקן אורגני, חנקן שעובר מינרליזציה וזרחן זמין בקרקע גילת בניסוי החלקות הקבועות אחרי 25 שנות גידול של 30 גידולים שזובלו 9 פעמים בזבל רפת ברמה של 3 או 9 טון/דונם (נתונים מתוך פייגין ושגיב, 1990' א' וב'):

רמת הזיבול (טונות/דונם)	חנקן אורגני (מ"ג/ק"ג)	חנקן שעובר מינרליזציה (מ"ג/ק"ג)	זרחן זמין (במיצוי דו-פחמה) (מג"/ק"ג)
שכבת הקרקע (ס"מ)			
0-20	0-20	0-20	0-20
0	506	19	25
3	600	21	33
9	773	29	39

חומר אורגני ותכונות פיזיקליות של הקרקע

התכונות הפיזיקליות העיקריות של הקרקע - משקל נפחי (צפיפות נדמית) וקיבול מים ואוויר (נפח נקבובים והתפלגות גודל הנקבובים) - נגזרות מגודל חלקיקי הקרקע הנובעים מהמרקם של הקרקע (טקסטורה) ומהמבנה שלה (סטרוקטורה). המרקם הוא תכונת קרקע בסיסית, שאינה משתנה ואינה בשליטתנו, ואילו המבנה קשור קשר הדוק בחומר האורגני (ח"א) של הקרקע.

מבנה הקרקע

המבנה הוא סידור מרחבי של חלקיקי הקרקע המשניים והתלכידים (אגרגטים), ומאופיין בהתפלגות גודל התלכידים וביציבותם (או חוזקם). הח"א הוא מבין הגורמים העיקריים לתלכוד חלקיקי קרקע ראשוניים לתלכידים גדולים יותר ויציבים, זאת - באמצעות ספיחה של מולקולות או קולואידים אורגניים על שטחי פנים של חלקיקים מינרליים (חרסיות, חול). המרכיבים האורגניים האחראים לתלכוד ויציבות המבנה הם חומרים הומיים ופוליסכרידים (רב-סוכרים) (Swift, 1991), שניהם תוצרי פירוק מיקרוביאלי של ח"א בקרקע. בין שני סוגי חומרים אלו יש הבדל עקרוני בקצב היווצרותם ודעיכתם בקרקע, ובהתאם לכך גם במשך השפעתם על התלכידים. פוליסכרידים נוצרים בעקבות פירוק תרכובות עשירות בפחמן זמין, וריכוזם בקרקע גדל לאחר הוספת ח"א לקרקע. עם זאת, הם ניתנים לפירוק ומתמעטים כאשר מקור הפחמן הזמין מידלדל, ועמם יורדת יציבות התלכידים. לעומתם, חומרים הומיים עמידים בפני פירוק

ונוצרים לאט, אך בהתמדה, כחלק ממחזור הח"א בקרקע; לכן השפעתם על יציבות תלכידים היא ארוכת טווח ובמתאם עם תכולת הח"א בקרקע.

מבנה הקרקע הוא אם כן תכונה שיכולה להשתנות עם הזמן ועם ממשק הקרקע (**Rose, 1991**). עיקר השונות עם הזמן היא בתלכידים הגדולים. לדוגמה, הצנעת שאריות צמחים הביאה לעלייה בגודל ממוצע של תלכידים בקרקע ובחוזק התלכידים הגדולים והבינוניים למשך 1-3 שבועות בלבד (**Hadas et al., 1994**), ולאחר מכן ההשפעה דעכה. כעבור 6 שבועות רבו והתחזקו התלכידים הקטנים, אך גם זאת לא לאורך זמן.

נקבוביות

תלכוד (אגרגציה) מגדיל את נפח הנקבובים הכללי בקרקע, ואילו התפלגות גודל התלכידים קובעת את התפלגות נפח הנקבובים. הנקבוביות הגסה שבין התלכידים משתנה עם הזמן, ואילו הנקבוביות הדקה שבתוך התלכידים היא תכונה יציבה יחסית (**Rose, 1991**). למשל, זיבול במשך שנים רבות העלה במידה ניכרת את תכולת הח"א בקרקע, ועמה עלתה הנקבוביות הכללית וחלקם היחסי של הנקבובים הדקים, כלומר עלתה הנקבוביות של התלכידים עצמם. עלייה בנקבוביות הכללית מגדילה את כמות האוויר העומד לרשות השורשים, וחשוב מזאת – את קצב חילוף הגזים בקרקע, כלומר את קצב אספקת החמצן לשורשים פעילים ואת קצב סילוק הגזים (בייחוד פחמן דו-חמצני) המיוצרים בהם, ואשר התרכזותם בפאזה הגזית של הקרקע עלולה להזיק לשורשים. התפלגות נפח הנקבובים משפיעה על היחס בין מים לאוויר בקרקע, על המוליכות ההידראולית של הקרקע ועל קצב חידור המים לתוכה. העלאת קצב החידור מפחיתה סכנת סחף קרקע ונגר, ובכך מגדילה את מלאי המים העומד לרשות הגידול החקלאי. מוליכות הידראולית משופרת מעלה את זמינות המים לצמח ע"י הגדלת שטף המים לסביבת השורשים היונקים את המים לצורך פעולת הדיות של הצמחים. התכונות הפיזיקליות הנגזרות ממבנה הקרקע או מהנקבוביות, כמו קיבול המים וצפיפות נדמית, מושפעות אף הן מח"א ומשתנות עם שינויים במבנה.

צפיפות נדמית (**Bulk Density**)

הצפיפות הנדמית - משקל לנפח של גוש קרקע - היא למעשה מדד לנפח הנקבובים בקרקע, כי צפיפות המרכיב המוצק של הקרקע הוא ערך קבוע למדי, למעט בקרקעות אורגניות (יותר מ-20% ח"א), שצפיפותן נמוכה יותר. צפיפות נדמית גבוהה מעידה על קרקע מהודקת, אשר חדירת שורשים לתוכה קשה ופליחתה מצריכה השקעת אנרגיה מרובה. ככל שקרקע מתולכדת

יותר, הצפיפות הנדמית קטנה, לכן זוהי אחת התכונות המושפעות ביותר מעלייה בתכולת הח"א בקרקע. עלייה בנקבוביות בתוך התלכידים, המקטינה את צפיפותם, מקלה על חדירת שורשים לתוכם. תוספת גדולה של ח"א לקרקעות חוליות, שצפיפותן הנדמית גבוהה יחסית, יכולה להקטין את הצפיפות בגלל הח"א עצמו, שצפיפותו נמוכה מזו של החומר המינרלי (Khaleel et al., 1981). הצפיפות הנדמית ירדה ביחס ישר ומובהק עם העלייה בתכולת ח"א בקרקע בניסויים רבים, שבהם הוצנעו סוגים שונים של שאריות אורגניות ברמות שונות, במשך זמן שונה ובטווח רחב של קרקעות. דוגמה טובה להשפעת ממשק אורגני על צפיפות קרקע ניתנה במחקר שבו לאורך 6 שנים ניתנו במטע האורגני בנווה יער טיפולים של דיזון כימי מחד גיסא, ודיזון בקומפוסט + צמחי כיסוי ממשפחת הקיטניות מאידך גיסא. הצפיפות הנדמית בתום התקופה הייתה 0.80 ו-0.71 גרם/סמ"ק בהתאמה, כלומר ירידה של כ-11% במשקל הנפחי. עם זאת, ירידה בצפיפות הנדמית בעקבות הצנעת שאריות אורגניות בקרקע עשויה להיות קצרת טווח ולחלוף עם חלוף ההשפעה הזמנית על גודל התלכידים וחוזקם (Rawitz et al., 1994).

קיבול המים בקרקע

נפח אחיזת המים כנגד יניקה תלוי בשטח הפנים של הקרקע, בנפח הנקבובים ובהתפלגות גודלם. ח"א בקרקע הגורם לתלכוד מגדיל את נפח הנקבובים הכללי, ולטווח ארוך בעיקר את הנקבובים הקטנים, שאינם מתנקזים במתחים נמוכים (יניקה חלשה), בסביבת קיבול שדה (ק"ש), וגורמים לעליית תכולת המים בק"ש. במתחים גבוהים, קרוב לנקודת הכמישה, כמעט כל הנקבובים מנוקזים ומלאים אוויר, ותכולת המים נקבעת בעיקר על ידי שטח הפנים של הקרקע (Khaleel et al., 1981). ככלל - תכולת המים בקרקע עולה בהשפעת עלייה בח"א בק"ש וגם בכמישה, אך תכולת המים הזמינים - ההפרש בין ק"ש לכמישה, גדלה פחות ולעתים בכלל לא, והדבר תלוי במרקם הקרקע. בקרקעות כבדות (דקות מרקם) עלייה בתכולת ח"א בקרקע גורמת לעלייה גדולה יותר בק"ש מאשר בכמישה, ואילו בקרקעות קלות (בעלות מרקם גס), שבהן ח"א גורם בעיקר להגדלת שטח הפנים ופחות לתלכוד, תגדל תכולת המים בכמישה, אך כמות המים הזמינים לא בהכרח תשתנה בהשפעת עלייה בח"א.

עלייה בתכולת המים במתחים נמוכים נצפתה גם בטווח קצר, במשך כ-3 שבועות לאחר הצנעת שאריות צמחים בקרקע (Rawitz et al., 1994) ולאחר מכן התמעטה, בדומה להשפעה על המבנה. כאמור, השפעות קצרות טווח הן בעיקר בזכות פריצת אוכלוסיות מיקרוביאליות המייצרות פוליסכרידים. לעתים המיקרואורגניזמים מפרישים חומרים סופחי מים, המקטינים

באופן זמני את נפח הנקבובים הגסים, וגורמים לירידה במוליכות ההידראולית ולקצב חידור המים בקרקע.

חומר אורגני וביולוגיה של הקרקע

קרקע פורייה מהווה בית גידול למגוון עצום של אורגניזמים. אורגניזמים אלו כוללים, בין היתר, אצות, בקטריות, חד-תאיים, נמטודות, פטריות, תולעים ופרוקי רגליים. קיומו של מגוון אורגניזמים גדול ופעילות ביולוגית נמרצת בקרקע מהווים הן סמן והן תנאי לבריאות הקרקע ופוריותה (Pankhurst, 1997). קרקעות שבהן אין מתקיימים אחד משני תנאים אלו מתאפיינות בשכיחות גבוהה של פגעי קרקע, וכן בקצב אטי של מינרליזציה של החומר האורגני בהן (Ritz and Griffiths, 2001) (Nutrient cycling).

תוצרי הפרשה ופירוק של צמחים ואורגניזמים אחרים וכן חומר אורגני מוסף לקרקע הם החוליה הראשונה בשרשרת המזון המזינה את כל מגוון האורגניזמים האלה. לא נוכל במסגרת מצומצמת זו לתאר אף את המעט הידוע על מערכת הקשרים המרתקת הנפרשת אט אט לעיני חוקרי הביולוגיה של הקרקע, אך די לציין כי כמו בכל שרשרת, חוזקה הוא כחוזק החוליה החלשה. בידי החקלאי להבטיח כי חוליה זו לא תהפוך להיות הגורם המגביל את קיומם ותפקודם של מרב מיני האורגניזמים בקרקע שהוא מעבד.

החומר האורגני הקיים והמוסף לקרקע משמשים את מגוון האורגניזמים הן לבניין גופם והן כמקור אנרגיה. מובן מאליו, אפוא, כי אספקה שוטפת של מקורות אלו הכרחית לשמירה על פוריות הקרקע. מנגד, ממשק חקלאי הגורם לפגיעה במאגר החומר האורגני בקרקע, פוגע בהכרח בפעילותו ובכושר שרידותו של מארג חי זה. השפעות הממשק, לחיוב או לשלילה, על מצב החומר האורגני בקרקע, נידונות בסעיפים העוסקים בהשפעת הממשק על החומר האורגני בקרקע ועל פוריותה, ובבנייה ושימור פוריות קרקע בממשק אורגני.

החוליה השנייה בשרשרת המזון כוללת בעיקר בקטריות, פטריות ונמטודות. מיקרואורגניזמים (מ"א) אלו מתקיימים בדרכים שונות, מהן הדרך הידועה ביותר לכל חקלאי היא הדרך השלילית, מבחינתו. ואכן, כל קרקע מכילה מגוון גדול של אורגניזמים המסוגלים, בהינתן התנאים המתאימים, לפגוע בצמחים. מ"א מסוגלים לחדור לתוך הרקמה הצמחית, לחיות ולהתרבות על חשבון הצמח. במקרים קיצוניים חומרת ההדבקה תתבטא בנזק ואף בתמותת הצמח. במקרים רבים אחרים יחיו הצמח והמ"א בדו-קיום ואנו לא נדע על קיומם אם לא נבדוק את שורשי הצמח. פתוגנים אלו מוגדרים כפתוגנים זעירים (Minor pathogens). במקרים כאלה, חשיפת הצמח לעקה (מים, חום פתוגנים אחרים ועוד) עלולה להחמיר מאוד את הנזק

הנגרם על ידם, עד להפיכתם, למעשה, לפתוגנים "מן השורה". לחוליה זו שייכות גם תולעי הקרקע, כגון שלשולים, הניזונות באופן בלבדי מחומר אורגני מת.

בחוליה הבאה בשרשרת המזון מצויים, בין היתר, חד-תאיים, נמטודות ופרוקי רגליים זעירים. עיקר מזונם הוא בקטריות, פטריות ונמטודות זעירות יותר הניזונות מחומר צמחי חי. עוד שלב גבוה יותר בשרשרת המזון כולל פרוקי רגליים ונמטודות גדולים יותר, הניזונים מהחוליה שמתחתם. החוליה הגבוהה ביותר כוללת בעלי חוליות (בעיקר מכרסמים וציפורים) הניזונים משוכני קרקע גדולים, אך גם מחלקי צמחים.

האורגניזמים בקרקע חיים ופועלים באתרים מוגדרים, שבהם התנאים המתאימים ביותר לקיומם. האזור הצפוף ביותר הוא הריזוספירה או סביבתם המידית של השורשים. אזור זה מקבל אספקה שוטפת של הפרשות שורש, וכן נמצאים בו תאים מתים שנגזרו ממנו תוך כדי גדילת השורשים. האורגניזמים השכיחים באזור זה הם בקטריות ופטריות הניזונות מחומר אורגני מת וכן חד-תאיים ונמטודות הניזונים מאורגניזמים אלו. פעילותם של האורגניזמים באזור זה היא גם הרלוונטית ביותר להשפעות החיוביות והשליליות של אוכלוסיית הקרקע על הצמח, אשר ידונו בהמשך סעיף זה. אתרי פעילות נוספים של האורגניזמים בקרקע הם סביב חלקי צמחים או בעלי חיים מתים, על הומוס (בעיקר פטריות), על פני השטח של תלכידי הקרקע (בעיקר בקטריות אירוביות ופטריות) ובין התלכידים (בעיקר נמטודות טורפות ופרוקי רגליים). באופן כללי, ריכוז האורגניזמים בקרקע גבוה במיוחד בשכבות העליונות, המאווררות והעשירות יותר בחומר אורגני.

אפיון אוכלוסיות הקרקע נעזר בשיטות מדידה שונות ומגוונות לרבות ספירה ישירה, ספירת מושבות המתפתחות על מצעים סלקטיביים, מדידה כמותית של הפחמן, החנקן או הזרחן המצויים בביומסת הקרקע, מדידת פעילות ביומסת הקרקע (למשל נשימת הקרקע, קצב ניטריפיקציה וקצב פירוק חומר אורגני וכן מדידת פעילות אנזימים ספציפיים) וכן שיטות של "טביעת אצבעות" הנעזרות בקיומן של מולקולות אופייניות לאורגניזמים שונים (דנ"א, רנ"א ופוספוליפידים). יתרון של שיטות "טביעת האצבעות" הוא יכולתן לגלות אורגניזמים שאינם ניתנים לבידוד ואפיון בכל דרך אחרת.

ההשפעות העיקריות של אוכלוסיית הקרקע על פוריותה ובריאותה הינן הפיכת יסודות הזנה הקשורים בתרכובות אורגניות בלתי מסיסות למסיסים, ובכך לזמינים בעבור שורשי הצמחים. כאמור, רוב רכיבי אוכלוסיית הקרקע משתתפים בתהליך פירוקו של חומר אורגני המצוי או המוסף לקרקע. פגיעה בחלקן (למשל בפטריות, ע"י פונגיצידים המרוססים על הצמחים ואשר ניגרים אל הקרקע) עלולה לגרום לעיכוב תהליכי הפירוק. תוצרי הפירוק כוללים, בין היתר, יוני אמון וזרחה. האמון עובר ניטריפיקציה ע"י חיידקים ניטריפיקנטים, כך שהחנקה והזרחה

עומדים לרשות הצמחים או לרשות אורגניזמים אחרים בקרקע. במצב נורמלי, מלאי המזון הזמין בעבור האורגניזמים נמצא בקרקע בשיווי משקל יציב עם גודל הביומסה. הוספת חומר אורגני טרי תגרום לפרץ פעילות המלווה בצריכת חמצן מוגברת. במידה שהחומר המוסף עשיר בפחמן, יחסית לחנקן, יצרכו האורגניזמים המפרקים את מעט החנקן הזמין המצוי בקרקע, מתוך תחרות עם שורשי הצמחים. תהליך זה, הנקרא אימוביליזציה (קיבוע) של חנקן, ימשך עד להשגת איזון מחודש הכרוך בתמותת חלק מהביומסה ושחרור החנקן המקובע בה אל תמיסת הקרקע. תפקיד חשוב מאוד יש גם לבקטריות ולאצות מקבעות חנקן אטמוספרי, המסוגלות להעלות בשיעור ניכר את כמות החנקן העומד לרשות הצמחים. כמה סוגי בקטריות ואצות כאלה חיות בתווך הקרקע עצמה, אך חשיבות רבה בהרבה יש לאלה (כדוגמת הריזוביום) ה"ממתינות" בקרקע להגעת פונדקאי מתאים (על פי רוב, צמח ממשפחת הקיטניות), שאיתן הן מסוגלות לקיים מערכת סימביונטית. במערכת זו קיבוע החנקן יעיל מאוד ועשוי להגיע לכ-25 ק"ג חנקן/דונם/עונה.

דרך נוספת שבה מעורבת ביומסת הקרקע בזימון יסודות הזנה היא ע"י בליה של מינרלי הקרקע. תהליך זה הוא אטי בהרבה, אך עדיין חשיבותו רבה בהמסת יוני אשלגן וזרחה והגעתם לתמיסת הקרקע (במקרה של אשלגן) או אף ישירות אל שורשי הצמחים, כדוגמת התהליך הקורה במערכת שבה פטריות מיקוריזה מאכלסות שורשי צמחים בעוד התפטיר שלהן מסוגל להגיע לנקבובי קרקע זעירים מכדי לאפשר חדירת שורשים או אף יונקות.

כפי שצוין בסעיף העוסק בח"א אורגני והתכונות הפיזיקליות של הקרקע, יש לביומסת הקרקע תפקיד מרכזי בהבטחת המבנה הפיזיקלי הרצוי של הקרקע. יציבות התלכידים נעזרת הן בתוצרי הפרשה של ביומסת הקרקע והן בפעולת קורי התפטיר של פטריות מסוגים שונים.

כנגד השפעות חיוביות אלו יש לאוכלוסיות שונות בקרקע גם השפעות שליליות. אוזכרה לעיל בקצרה בעיית התחרות על חנקן וחמצן במצבים מסוימים, אך הבעיה העיקרית העומדת בפני חקלאים היא העובדה שמ"א רבים הינם פתוגניים לרוב מיני גידולי התרבות. ידועים היום כמה מנגנונים המבקרים את רמת אלימותם של פגעי קרקע, ורובם קשורים ישירות לפעילות מ"א שוכני קרקע או כאלה המובאים אליה עם קומפוסט או ביישום ישיר. מנגנונים אלו כוללים תחרות על מקורות מזון כלליים (כגון פחמן) או ספציפיים (כגון ברזל); היפרפרזיטיזם, כלומר התקיימות על חשבון הפתוגן; אנטיביוזיס, כלומר הפרשת חומרים ספציפיים הקוטלים את הפתוגן או פוגעים בו, ויצירת עמידות מושרית (**Induced resistance**) בצמח ע"י חיקוי מנגנון התקיפה ועירור פעולת ההתגוננות של הצמח. קרקעות המאופיינות בפעילויות כאלו מכונות קרקעות מדכאות (**Suppressive soils**) - פעולת הדיכוי מופנית, כמובן, רק כנגד הפתוגנים ולא כנגד הגידול העיקרי. הדרך העיקרית הידועה כיום להפיכת קרקע למדכאה היא

שימוש חוזר, ארוך טווח, בקומפוסט. הדבר הפך למקובלה מדעית, עד כדי כך שהסוכנות האמריקנית לשמירת איכות הסביבה (EPA), בפרסום רשמי בנושא החלפת מתיל ברומיד, ציינה את הקומפוסט כחלופה הראשונה.

השפעת ממשק על החומר האורגני בקרקע ועל פוריותה

הניסויים בחלקות הקבועות ברוטמסטד שבאנגליה, שהחלו באמצע המאה ה-19, הם דוגמה קלאסית להשפעת ממשק קבוע ומתמשך על תכולת הח"א בקרקע. בחלקות שעובדו במשך כ-100 שנים בממשק רגיל של גידולי שדה הייתה תכולת הפחמן האורגני בקרקע 1.7% , בהשוואה ל-3.1% בחלקות לא מעובדות תחת עשב טבעי (Johnston, 1991). הסבה של חלקות עשב לגידולי שדה מעובדים גרמה לירידה רצופה של תכולת הפחמן האורגני בקרקע במשך 30 שנה, ואילו גידול עשב לא מעובד בחלקות שהיו קודם לכן מעובדות העלה את תכולת הפחמן האורגני בקרקע. תכולת הח"א לא חזרה לערכים שהיו באותו ממשק לאחר 100 השנים הראשונות, כלומר השינוי בתכולת הח"א בקרקע בהשפעת ממשק הוא אטי, גם באקלים ממוזג כמו באנגליה. עיבודים, בעיקר חריש, גורמים לשבירת תלכידים, לחשיפת שטחי פנים הספוחים בח"א ולהגברת האוורור בקרקע, ועל ידי כך גדלה זמינות הח"א למיקרואורגניזמים ומשתפרים התנאים לפירוקו.

תשומות אורגניות למיניהן - זבלים, קומפוסט או שאריות צמחים המוצנעות בקרקע מידי שנה או גם בתדירות קטנה יותר - מגדילות את תכולת הח"א בקרקע. באותן חלקות קבועות ברוטמסטד עלתה תכולת הח"א בקרקע פי 3 או יותר בחלקות שזובלו מידי שנה ב-3.5 טונות/דונם זבל רפת במשך 100 שנה, ובהתאם עלו גם נפח הנקבובים וכושר תאחיזת המים בקרקע, וירדה הצפיפות הנדמית (Rose, 1991). לעומת זאת, בניסוי החלקות הקבועות בחוות גילת שבנגב שבו נבדקו השפעות ארוכות טווח של ממשק דישון וזיבול על גידולי ירקות, לא נצפו שינויים בתכונות הפיזיקליות בקרקע בהשפעת זיבול לאחר 25 שנות גידול, שבמהלכן ניתנו 9 מנות זבל רפת בנות 3 או 9 טונות/דונם, על אף שתכולת הח"א בקרקע עלתה (פייגין ושגיב, 1990'א' וב'). ואולם די היה באותה עלייה בח"א כדי להגדיל את כושר המינרליזציה של החנקן ואת ריכוזי הזרחן הזמין בקרקע (טבלה 1). ראוי לציין שהחנקן שעבר מינרליזציה היה פרופורציונלי לכלל החנקן האורגני בקרקע (כ-3.5-3.8% ממנו), ושהזרחן הזמין ברמת הזיבול הגבוהה עלה גם בשכבת הקרקע 20-40 ס"מ, כלומר גדלה ניידות הזרחן בקרקע. גם ב **ICCC** מולדובה נצפתה עלייה בשיעור החומר האורגני בקרקע בניסוי ממשקי שהחל לפני 40 שנה ועדיין ממשיך לפעול עד היום (אורי אדלר - ידע אישי).

הממשק האורגני מתבסס על הוספת שאריות חקלאיות אורגניות לקרקע, בעיקר קומפוסט זבל ושאריות הגידול, וכן גידולי כיסוי (זבל ירוק) המשתלבים במחזור הגידולים או מכסים שטחים חשופים במטעים, בעיקר בחורף. כל אלה מעשירים את הקרקע בח"א. כנגד זה, עיבודים להצנעה שטחית של השאריות ולהשמדת עשבייה מזרזים את פירוק הח"א בשכבת הקרקע העליונה, המעובדת. כאמור, פירוק הח"א הוא ביולוגי, מגביר את פעילות האוכלוסייה המיקרוביאלית ואת גודלה ומגוונה, ותורם לשחרור יסודות הזנה, לייצור פוליסכרידים יוצרי מבנה ולבניית ח"א מיוצב – כל אלה משפרים את פוריות הקרקע. המאזן בין התשומות של הח"א לבין פירוקו חייב להיות חיובי, כדי לשמר את רמת הח"א בקרקע. ראוי לציין שהעיבודים בממשק אורגני אינם מעמיקים ואינם הופכים את הקרקע; לפיכך נשמר פרופיל ח"א דומה לזה שבממשק אי-פליחה והפעילות הביולוגית האינטנסיבית מתרחשת קרוב לפני הקרקע. התנאים בממשק אי-פליחה יוצרים העדפה למארג מזון שבבסיסו פטריות, אשר עמידות יותר ברטיבות נמוכה ויעילות יותר בפירוק ח"א, כלומר משמרות את הפחמן ביתר יעילות מאשר חיידקים, שעמידים פחות ליובש ופעילים יותר בפירוק ח"א המוצנע בתוך הקרקע (קינסבורסקי והדס, 1989). ייתכן שהממשק האורגני משלב את תכונות שני הממשקים - ח"א רב המוצנע בשכבת הקרקע העליונה, ובכך מעודד אוכלוסייה מיקרוביאלית מגוונת ופעילה בטווח רחב של תנאים.

עדות להשפעה הרבה של ממשק אורגני על גיוון האוכלוסייה והפעילות הביולוגית בקרקע מוצגת בניסוי בן 21 שנים (3 מחזורי גידול בני 7 שנים) שנערך בשווייץ, ובו השוו מרכיבים שונים בפוריות הקרקע בין ממשק אורגני לממשק רגיל המתבסס על דישון בלבד או על זיבול ודישון במשולב (Mader et al., 2002). על אף שתכולת הח"א בקרקע בממשק האורגני הייתה גדולה רק במעט ומבנה הקרקע היה אף הוא רק מעט יותר יציב מאשר בממשק הרגיל, הביומסה המיקרוביאלית עלתה ב-50% והפעילות האנזימטית והתפוצה של חיות (פאונה) בקרקע עלתה ב-100%, אפילו כשהממשק הרגיל כלל זיבול. יתר על כן, יעילות ניצול הפחמן האורגני הייתה גבוהה יותר (פחות יצירת פחמן דו-חמצני ליחידת משקל של ביומסה מיקרוביאלית), מה שמאפיין אוכלוסייה מיקרוביאלית מגוונת ושרשרת מזון מיוצבת. היבולים בממשק האורגני היו נמוכים יותר מאשר בממשק הרגיל, זאת בשל מחסור בזרחן ובאשלגן, אשר קל למנוע בעזרת דישון גם בממשק גידול אורגני. ואולם בניתוח מערכתי הכולל את עלות התשומות, חיסכון באנרגיה ובחומרי הדברה, שימור הקרקע והמחיר בעבור היבול, הגיעו החוקרים למסקנה שהממשק האורגני הוא בהחלט בר-תחרות בממשק חקלאי רגיל.

בממשק האורגני בארץ, המבוסס על שימוש בקומפוסט זבל, אין מחסור בזרחן זמין בקרקע, אך כנגד זה צבירת ח"א בקרקע יותר אטית יחסית לתשומות בגלל הטמפרטורות הגבוהות המזרזות את קצב פירוק הח"א בקרקע. לדוגמה, בשטח גד"ש אורגני בעלומים שבנגב המערבי

ניתנו כ-200 מ"ק/דונם קומפוסט למחזור גידולים בן 5 שנים, שכלל 8 גידולים. כבר בשנה הרביעית מראשית ההסבה לממשק אורגני היו ריכוזי הזרחן הזמין בשכבת הקרקע העליונה גבוהים, כ-40 ח"מ, ובהמשך לא ירדו מתחת ל-50 ח"מ. תכולת החנקן האורגני בקרקע ב-15 ס"מ עליונים עלתה במשך 4 שנים מ-1.09 ל-1.24 גרם/ק"ג, גידול של 26 ק"ג/דונם (שהיה בתחום השונות של השטח), כאשר כמות החנקן האורגני שניתנה כקומפוסט הייתה 140 ק"ג/דונם. אין נתונים עד כמה תמשיך תכולת החנקן האורגני לעלות עם השנים; סביר שהיא תעלה בקצב נמוך יותר בגלל תנאי האקלים החם ומרקם הקרקע, שאינם מאפשרים שימור רב של ח"א. פירוק רב של ח"א הוא אמנם רצוי מבחינת הגדלת פעילות האוכלוסייה המיקרוביאלית ושיפור מבנה הקרקע, אך אם החנקן המשתחרר כתוצאה מפרוק הח"א אינו יכול להיקשר על ידי האוכלוסייה המיקרוביאלית לבניית ח"א חדש או להיקלט ע"י הגידול החקלאי בקצב התואם את פירוקו, הרי התוצר הסופי שלו בקרקע - החנקן - מהווה סיכון של זיהום מי התהום. גידולים או צמחי כיסוי מעמיקי שורש קולטים חנקן שהגיעה לשכבות קרקע עמוקות, ובדרך זו מחזירים אותה אל מעל פני הקרקע כחנקן אורגני בצמח. מניסיון מצטבר של חקלאים בארץ ידוע כי שיקום פוריות קרקע הוא תהליך הנמשך 8 שנים ויותר, ולכן טווח העבודה המוצגת כאן מעלומים אינו מאפשר קבלת תמונה מלאה של פוריות הקרקע המיטבית באזור זה.

מחזור גידולים

מחזור גידולים הוא אחד מיסודות הגישה האורגנית. משמעות המחזור היא החלפת גידולים בחלקה נתונה, מתוך שאיפה לחזור עם אותו גידול לאותה חלקה בתדירות של אחת ל-5 שנים או יותר, אם זה אפשרי.

למחזור גידולים יש מגוון רחב של תפקידים בממשק האורגני, רובם מתוארים במאמרו של אוריאל פלדמן-מחזור הזרעים בשדותינו (השדה, כרך ב, 1921; ראו נספח).

למחזור גידולים יש השפעות כמעט על כל מרכיבי הגידול והקרקע, והשפעותיו יתוארו בהמשך. כל צמח צורך מהקרקע חומרים, ומחזיר לקרקע חומר אורגני ויסודות הזנה שלא נקצרו. החלפת גידולים מאפשרת ניצול יעיל של מקורות הקרקע, ועם זאת את העשרתה בגורמים שונים. מקורות אלו יכולים להביא לעידוד אוכלוסיות חיידקים ספציפיות, להפרשת חומרים מזרזים או מעכבי גידול לקרקע, וגורמים המושפעים מאופי הגידול - גידול קיץ או גידול חורף, גידול שורה או גידול שטח.

החלפת הגידולים תשפיע, לכן, על ייצוב הקרקע ועל יכולתה לספק חומרי הזנה. מעבר לכך, החלפת הגידולים תמנע מתן יתרון לעשבים המלווים גידול מסוים והתבססות גורמי מחלות המעודדים על ידי גידול ספציפי. שמירה על מחזור גידולים מאפשרת אפוא גידול יציב לאורך זמן, ומפחיתה את הצורך בהדברה.

טיוב קרקע והזנת הצמח

טיפול פוריות הקרקע הוא מרכיב בסיסי שממנו מתחילה כל פעילות חקלאית. מטרתו העיקרית היא העלאת שיעור החומר האורגני בקרקע. מבין מרכיבי פוריות הקרקע, יכולתה לספק יסודות הזנה בכמות ובקצב הדרושים לגידול היא הגורם המשפיע באופן הישיר ביותר על גובה היבול. מסיבה זו יש צורך מדי פעם לתגבר את יכולת ההזנה של הקרקע על מנת לפצות על יסודות ההזנה שהגידול צרך.

התשומות לטיוב קרקע הן קומפוסט, שאריות גידול וגידולי כיסוי או זבל ירוק. כל אחת מתשומות אלו מוסיפה ח"א לקרקע, אך משפיעה אחרת על זמינות יסודות ההזנה בקרקע, בעיקר על החנקן, בשל השוני בהרכבם ובקצב פירוקם. הדשנים האורגניים נועדו לתגבר את יסודות ההזנה הזמינים, בעיקר את החנקן, וגם זה נעשה בהתאם להרכבם ולקצב פירוקם.

קומפוסט

קומפוסט הוא תוצר של פירוק חומרים אורגניים, בעיקר על ידי מיקרואורגניזמים. על תהליך ייצור הקומפוסט מדובר בהרחבה בפרק נפרד.

שאריות גידול וזבל ירוק

חומר צמחי שונה מקומפוסט בעיקר בתכולת הח"א, בדרך כלל מעל 90% בחומר היבש, ובקצב פירוקו המהיר יותר בקרקע. תכולת החנקן בחומר צמחי יבש קרובה לזו שבקומפוסט, בטווח של 0.5-4%, תלוי בסוג הצמח ובגילו. תכולת הזרחן בצמח קטנה פי 10 מזו של החנקן, ואילו בקומפוסט היא קטנה רק פי 2-3. מסיבה זו עדיף לספק חנקן ממוצא צמחי לקרקעות עשירות בזרחן, ובדרך זו למנוע זיהום של הסביבה ביוני זרחן. שאריות הגידול או הזבל הירוק נמצאים בשטח, היא עובדה קיימת, ולכן הכמות המוצנעת בקרקע אינה נתונה לשקול דעתו של המגדל. אפשר להעריך, מתוך נתונים שנאספו בניסויי שדה שונים, שכמות החומר היבש שנשאר בשטח אחרי קציר חיטה או תירס מתוק (ניסוי בשטח אורגני בעלומים 1993-96) הוא סביב 600 ק"ג/דונם, ואילו החומר היבש הנותר מירקות עלים (למשל כרוב סיני) או זבל ירוק הוא כמחצית מכמות זו. הח"א בכמויות אלו הוא כ-550 ו-270 ק"ג/דונם, והחנקן 3-6 או 10 ק"ג/דונם, בהתאמה. לשם השוואה, 5 קוב קומפוסט, שהם כ-2.5 טון חומר יבש, מכילים כ-750 ק"ג ח"א (30% מחומר יבש) וכ-50 ק"ג חנקן (2% בחומר יבש), כלומר רק פי 1.5-3 יותר ח"א משאריות צמחים על דונם, אבל פי 5-10 יותר חנקן ופי 25-50 יותר זרחן. מכאן ברור שהחומר

הצמחי תורם כמות נכבדה של ח"א לקרקע במסגרת הממשק האורגני, זאת מבלי להעמיס תשומות גדולות של חנקן וזרחן, שלטווח ארוך עלולות להפוך לסיכון סביבתי.

כאמור, קצב הפירוק של שאריות צמחים המוצנעות בקרקע מהיר למדי. כאשר הצמחים אינם מעוצים, כמו זבל ירוק או שאריות ירקות עליים, כמחצית מהחומר הצמחי יתפרק בדרך כלל בתוך חודש-חודשיים, ומעט מאד, אם בכלל, יישאר מעבר לעונת הגידול. הפרוק מלווה כמובן גם בפעילות וגידול הביומסה המיקרוביאלית בקרקע, אך חומר צמחי בשלב וגטטיבי מכיל די חנקן - כ-3% בחומר יבש או היחס **C/N** בו אינו עולה על 15. לכן לא ייווצר מחסור בחנקן זמין בקרקע במהלך הפירוק, ויחול שחרור של חנקן לקרקע מהחומר הצמחי ולאחר מכן גם מהביומסה המתכלה. גידולי קטניות כזבל ירוק או צמחי כיסוי מעשירים את הקרקע בחנקן אורגני הן באמצעות שורשיהם העמוקים הקולטים חנקה שנשטפה לשכבות קרקע עמוקות, והן באמצעות סימביוזה עם חיידקי ריזוביום הקושרים חנקן מהאוויר, המשמשים כמקור חנקן לבניית רקמות הצמח.

שאריות גידול שהניב זרעים, בעיקר דגנים, אך גם כותנה ואפילו קטניות כמו סויה או חמצה, הן דלות בחנקן, 0.3-1% בחומר יבש והיחס **C/N** בהם הוא בטווח של 40-100. כשחומרים אלו מתפרקים בקרקע, נוצר מחסור חמור בחנקן, וזה עלול להאט את קצב פירוקם. עם זאת, ככל שחומרים אלו מעוצים, הם עמידים יותר בפני פירוק. המרכיבים הלא מעוצים שקצב פירוקם מהיר יחסית הם אלה שיגרמו לצריכת חנקן על ידי המיקרואורגניזמים המפרקים, אך כנגד זה עודפי פחמן זמין שאינם יכולים לשמש לבניית חלבונים, בגלל מחסור בחנקן, יגבירו יצירת פוליסכרידים מייצבי מבנה. שאריות צמחים בעלי מרקם עדין ופחות מעוצה (לדוגמה קש סויה לעומת תירס) יתפרקו יותר מהר, יגבירו את קשירת החנקן הזמין, אך למשך תקופה קצרה יותר, שלאחריה יתחיל חנקן להשתחרר. קיצוץ של קש יחשוף מרכיבים קלי פירוק המוגנים בתוך רקמה מעוצה, וכך יתפרקו מהר יותר. למשל קיצוץ של שאריות תירס, שהן גדולות ועבות, והצנעתן עם מנת קומפוסט מזרזים את פירוקן הן בשל חשיפת המרכיבים קלי הפירוק והגדלת שטח פני החומר הצמחי, והן בשל החנקן המינרלי שבקומפוסט, המנוצל לצורך בניית ביומסה מיקרוביאלית.

קיבוע חנקן גזי בעזרת חיידקים ואצות מהווה גם הוא מרכיב ביצירת חנקן זמין לצמחים. ככל שאוכלוסיית הקרקע גדלה, יש סבירות גבוהה להגדלת שיעורם של קולטי החנקן השונים. ידועים מקבעי חנקן קשורים (סימביונטיים) כמו ריזוביום בקטניות ומקבעי חנקן חופשיים. גם אצות כמו האזולה המשתתפות בתהליך.

תוספי הזנה אורגניים

תוספי ההזנה מיועדים לתגבר את רמת יסודות ההזנה הזמינים בקרקע כשהגידול מתפתח וקולט את היסודות בקצב מהיר יותר מכפי שהקרקע המטויבת בקומפוסט יכולה לספק. קומפוסט מספק די זרחן זמין ומשפר מאוד את זמינות יסודות הקורט, ולעומת זאת חנקן זמין, הנצרך בכמות גדולה, נמצא במידה פחותה בקומפוסט ועל כן הוא היסוד העיקרי הדורש תגבור. תכולת החנקן בדשנים האורגניים החנקניים חייבת, אפוא, להיות גבוהה מאשר בקומפוסט. כמו כן, קצב הפירוק שלהם בקרקע חייב להיות מהיר יותר (הדס, 1996). גואנו וקמח נוצות הם הדשנים העיקריים שנתינים כחומר מוצק לקרקע בתנאי הארץ. מקור הגואנו במרבצים טבעיים של לשלשת ושאריות מזון של עופות החיים לחופי אוקיינוסים וניזונים מדגים ויצורי ים אחרים. בעולם קיים גם שימוש בלשלשת עטלפים- גואנו עטלפים שאינו מקובל לשימוש בארץ. ריכוז החנקן הגבוה בגואנו נובע מאופי מתזונתם שמשפיע על ריכוז החנקן שבו גבוה בהרבה מזה שבלשלשת עופות (סביב 15% בחומר יבש, וכ-10% מהחנקן הוא בצורת אמון). גם ריכוז הזרחן בגואנו גבוה (4-5%). לעומת זאת קמח נוצות הוא חומר טרי המיוצר על ידי חיטוי ובישול נוצות בקיטור. הוא עשיר בחלבון, שאינו מסיס במים, שהוא מקור החנקן (כ-10-15% חנקן בחומר יבש), מכיל 2-13% שומן, ומעט מאוד זרחן.

קצבי שחרור חנקן זמין מגואנו וקמח נוצות בקרקע נבדקו בניסוי הדגרה במעבדה בתנאי רטיבות וטמפרטורה מיטביים (הדס, 1997). הגואנו שחרר 80% מתכולת החנקן שבו כחנקן מינרלי בתוך 3-7 ימים, ואילו קמח הנוצות שחרר חנקן מינרלי בקצב אטי יותר (כ-50-60% במשך שבועיים וכ-60-70% עד תום חודשיים). למעשה, גואנו מספק חנקן זמין לקרקע כמעט כמו דשן רגיל, דומה לאוריאה, שגם היא תרכובת אורגנית המתפרקת בקרקע מהר ומשחררת אמון, אך איננה מופקת באופן טבעי ואינה מותרת לשימוש בחקלאות אורגנית. קמח נוצות עמיד מעט יותר בפני פירוק, מתאים לשמש כדשן יסוד וגם במהלך הגידול, אם אפשר להצניעו, מידי חודש-חודשים לפי המינון הדרוש.

דישון אורגני דרך מערכת ההשקיה מחייב פירוק מוקדם של דשנים שאינם מסיסים במים. גואנו המושרה במים ביחס 1:10 יכול להתפרק בקצב מהיר ולשחרר כ-90% מהחנקן שבו בתוך 10 ימים בטמפרטורה של 27 מעלות (הדס, 1996), כלומר להגיע לריכוז של כ-1.3% חנקן בתמיסה. הפירוק מלווה בעלייה ב-pH בתמיסה, והחנקן המשתחרר הוא ברובו אמון. קצב הפירוק רגיש מאוד לטמפרטורה - הוא אטי בטמפרטורות חורפיות של 7-10 מעלות וגם בטמפרטורה גבוהה של 50 מעלות (הדס, 1997). השילוב של רגישות לטמפרטורה, pH גבוה והתנדפות אמון בתנאים אלו גורם לכך שבתנאי שדה ריכוז החנקן בתמיסות גואנו נמוך בהרבה מהריכוז הפוטנציאלי הצפוי (לא יותר מ-45% מכלל החנקן בגואנו). לכן, את הבוצה הנותרת

במיכל הדישון לאחר השימוש רצוי להשרות בתמיסה לתקופה נוספת כדי לנצל טוב יותר את הגואנו, או לחלופין להצניע את הבוצה הנוותרת בשדה. קמח נוצות כמעט שאינו מתפרק במים, ולכן אינו מתאים לשימוש באמצעות מערכת ההשקיה.

הפרשות נוזליות מרפתות הן המקור הנפוץ ביותר לדשן נוזלי בחקלאות האורגנית באירופה, שם המשק האורגני הוא משק מעורב - חלב וגד"ש. ההפרשות הנוזליות מיושמות ישירות לקרקע, בדומה לאמוניה מימית במשק קונוונציונלי. על בסיס זבל נוזלי מרפתות המועשר בחנקן ממקורות אורגניים נוספים פותח בארץ תכשיר – "אורגן" - המותאם ליישום דרך מערכת ההשקיה ומכיל כ-1% חנקן. תכשיר זה הוא חלופה לתמיסת גואנו. חלופה עתידית היא תמיסה המופקת מזבל עופות המושרה במים, אשר מצוי בשפע בארץ ומחירו ליחידת חנקן זול פי 10 מגואנו, אך תכולת החנקן בו נמוכה. לעומת זאת, הפקת החנקן מזבל עופות אינה כה רגישה לטמפרטורה ואינה מלווה בעליית pH , אך מעורבת גם ביצירת חומרים הורמונליים צמחיים שמשפיעים על התפתחות הצמחים. פיתוח חלופה זו עדיין נמצא בשלבי מחקר.

בנייה ושימור פוריות קרקע בממשק אורגני

פוריות הקרקע, המורכבת ממכלול של תכונות פיזיקליות כימיות וביולוגיות, קשורה ישירות בחומר האורגני (ח"א) שבקרקע, כפי שצוין במבוא ונידון בפירוט בהמשך. לפיכך, הממשק האורגני מכון בראש ובראשונה לשמר את תכולת הח"א בקרקע ברמה המרבית שהקרקע יכולה לשאת לאורך זמן, בהתאם לטקסטורה שלה ולתנאי האקלים באזור. לא פחות חשוב הוא מחזור הגידולים, המשפיע על אוכלוסיית הקרקע, מגוון אותה ומפחית את יכולת התבססותן של אוכלוסיות הפוגעות בגידול החקלאי (עשבים וגורמי מחלות), ובמידת מה מאזן את ניצול יסודות ההזנה בקרקע.

בניית פוריות הקרקע בממשק אורגני מתחילה בתקופת ההסבה של השטח לאורגני. התקופה נמשכת לפחות שנתיים, על פי התקנות, אך נדרשת תקופה ממושכת יותר עד להשגת יציבות בפוריות הקרקע. במשך תקופה זו מונהג מחזור גידולים שראשיתו גידול או שניים שאינם מיועדים לשווק אלא להעשרת הקרקע בח"א, למשל דגן לשחת ששאריותיו מוצנעות עם מנת קומפוסט גדולה אך לא מופרזת (5 קוב/דונם), וקטנית כזבל ירוק. בתקופת ההסבה צפויים קשיים בקבלת יבולים טובים (המדד הישיר של פוריות) מהסיבות האלה:

1. ריבוי עשבייה, שמתחרה בגידול החקלאי על מים ויסודות הזנה - בעקבות הפסקת השימוש בחומרי הדברה.

2. מחסור בחנקן זמין בגלל ניצולו בידי האוכלוסייה המיקרוביאלית ההולכת ונבנית בתגובה לתשומות גדולות של ח"א לקרקע (Doran et al., 1987).

הפעילות הביולוגית בקרקע בתקופה זו מגיבה לתשומות האורגניות ולגידול שבשטח, כלומר תגובה עונתית וקצרת טווח. במיוחד בולטת השפעתן של קטניות המוצנעות כזבל ירוק על כמות הביומסה המיקרוביאלית והח"א הפוטנציאלי למינרליזציה (ראה בסעיף ח"א וזמינות יסודות ההזנה).

עם הזמן, כשמאגר הח"א בקרקע גדול ויציב יותר, משתפרות התכונות הפיזיקליות והכימיות המבוססות על ח"א יציב, כגון מבנה הקרקע ובמיוחד יציבות תלכידים קטנים ותאחיזת המים בקרקע, זמינות יסודות קורט ויסודות הזנה בכלל, וכן גדלה כמות הח"א הפוטנציאלי למינרליזציה והאוכלוסייה המיקרוביאלית הניזונה ממנו.

כדי לשמר את רמת הח"א בקרקע יש להצניע את שאריות הגידול החקלאי, להוסיף ח"א ממקור חיצוני, למשל קומפוסט, או לשלב זבל ירוק במחזור הגידולים. כמויות גדולות של קומפוסט עשויות לשחרר כמות גדולה של חנקן זמין לפני שהגידול יוכל לקלוט אותו; החנקה עלולה להישטף אל מתחת לבית השורשים, לנוע לעבר מי התהום ולזהמם. השליטה ברמות החנקה בקרקע בממשק המתבסס על חומר אורגני היא אתגר קשה וחשוב לשימור איכות הסביבה.

שילוב של הצנעת קומפוסט עם שאריות צמחים דלות בחנקן (דגנים או גידולים אחרים שגודלו עד ליצירת זרעים) יאפשר פירוק יעיל ומהיר יותר של החומר הצמחי, כי הקומפוסט יספק חנקן זמין לאוכלוסייה המיקרוביאלית הניזונה מפירוק שאריות הצמחים. מנגד, החנקן המשתחרר מהקומפוסט לא יישטף אל עומק הקרקע אלא ייקשר כחנקן אורגני בביומסה המיקרוביאלית, הנבנית אך דועכת ומשחררת חנקן כשמקור הפחמן מהחומר הצמחי מידלדל. במלים אחרות, השילוב הזה ימתן תנודות גדולות מדי בין עודף למחסור בחנקן זמין בקרקע.

תשומות תכופות ולא גדולות של ח"א לקרקע, שנמצאת תחת ממשק אורגני זמן ממושך, יאפשרו את שימור פוריות הקרקע ברמה מיטבית. זאת, כי בנוסף לשיפור תכונות הקרקע הנובעות מהח"א המיוצב שבה, יגרמו התשומות להמרצה תכופה של פעילות מיקרוביאלית כללית, הקשורה בשיפור המבנה והתכונות הפיזיקליות של הקרקע, לבניית ח"א פוטנציאלי למינרליזציה ולאספקת חנקן מתונה ויציבה, וכן לגיוון הרכב האוכלוסייה המיקרוביאלית ולדיכוי גורמי מחלות שוכנות קרקע.

ספרות

הדס א' (1996) הזנה חנקנית בחקלאות אורגנית - גלגולו של חומר אורגני בקרקע. מחקר חקלאי בישראל, ח' (1-2): 151-175.

הדס א' (1997) גואנו ותחליפים כדשן אורגני. השדה, כרך ע"ז חוברת י"ב: 18-20.

פייגין ע', שגיב ב' (1990א) השפעות ארוכות טווח של זבלים ודשן חנקני על הקרקע בניסוי החלקות הקבועות בגילת. 1. רמת החנקן הכללי בקרקע. השדה, כרך ע': 603-606, 609.

פייגין ע', שגיב ב' (1990ב) השפעות ארוכות טווח של זבלים ודשן חנקני על הקרקע בניסוי החלקות הקבועות בגילת. 2. זמינות החנקן, הזרחן והאשלגן לצמח. השדה, כרך ע': 771-774.

קינסבורסקי ר', הדס א' (1989) השפעות אפשריות של אגרוטכניקה אורגנית על מחזור החנקן בקרקע ועל זמינותו לצמח. השדה, כרך ס"ט: ע' 1693-1721.

Doran, J.W., Frazer, D.G., Culik, M.N., and Liebhardt, W.C. (1987) Influence of alternative and conventional agricultural management on soil microbial processes and nitrogen availability. Am. J. Alt. Agric. 2(3): 99-106.

Hadas, A., Rawitz, E., Etkin, H., and Margolin, M. (1994) Short-term variations of physical properties as a function of the amount and C/N ratio of decomposing cotton residues. I. Soil aggregation and aggregate tensile strength. Soil & Tillage Research 32: 183-198.

Hodges, R.D. (1991) Soil organic matter: its central position in organic farming. in: Wilson, W.S. (Ed.) Advances in Soil Organic Matter Research: The Impact on Agriculture and the Environment. Roy. Soc. Chem., Cambridge, UK. pp. 355-364.

Johnston, A.E. (1991) Soil fertility and soil organic matter. . in: Wilson, W.S. (Ed.) Advances in Soil Organic Matter Research: The Impact on Agriculture and the Environment. Roy. Soc. Chem., Cambridge, UK. pp. 299-314.

Khaleel, R., Reddy, K.R., and Overcash, M.R. (1981) Changes in soil physical properties due to organic waste application: a review. J. Environ. Qual.10: 133-141.

Mader, P., Fliessbach, a., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., and Niggli, U. (2002) Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296: 1694-1697.

Rawitz, E., Hadas, A., Etkin, H., and Margolin, M. (1994) Short-term variations of physical properties as a function of the amount and C/N ratio of decomposing cotton residues. II. Soil compressibility, water retention and hydraulic conductivity. Soil & Tillage Research 32: 198-212.

Rose, D.A. (1991) The effect of long-continued organic manuring on some physical properties of soils. in: Wilson, W.S. (Ed.) Advances in Soil Organic Matter Research: The Impact on Agriculture and the Environment. Roy. Soc. Chem., Cambridge, UK. pp. 197-205.

Stanford, G. and Smith, S.J. (1972) Nitrogen mineralization potential of soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36:465-472.

Swift, R.S. (1991) Effects of humic substances and polysaccharides on soil aggregation. . in: Wilson, W.S. (Ed.) Advances in Soil Organic Matter Research: The Impact on Agriculture and the Environment. Roy. Soc. Chem., Cambridge, UK. pp. 153-161.

• ד"ר אביבה הדס היא חוקרת בגמלאות במכון לקרקע ומי"ם של מנהל המחקר החקלאי

יצור קומפוסט והשימוש בו בחקלאות אורגנית

פרופ' מיכאל רביב, משה זאבי ואורי אדלר

1. מבוא – מטרות השימוש בקומפוסט

מיחזור חומר אורגני (ח"א) לקומפוסט ופיזורו על פני שטחים נרחבים מהווה את אופציית הסילוק והשימוש הבטוחה ביותר מבחינה סביבתית והנכונה ביותר, לטווח ארוך, מבחינה כלכלית עבור חומרים המהווים מטרד סביבתי ללא טיפול נכון (Ayalon et al., 2001). לישום קרקעי של ח"א מיוצב כדוגמת קומפוסט יש השפעות חיוביות חשובות ורבות. זו הסיבה שבכל מקום בעולם בו תכולת החומר האורגני בקרקע אינה גבוהה (פחות מ- 5%), מהווה ישום קומפוסט לקרקע אבן פינה בחקלאות האורגנית. תפקידי החומר האורגני בקרקע נסקרים ביסודיות בפרק העוסק בפוריות קרקע בחקלאות אורגנית. כאן נזכיר רק את התועלות הברורות הנגזרות מישום קומפוסט אם כי יש להסתייג כאן ולומר כי כל האמור בהמשך מאפיין קומפוסטים "טובים" (ומדדים לטיב קומפוסט ידונו בהמשך הפרק).

✓ ההשפעה החשובה ביותר הנגזרת מישום קומפוסט לקרקע נובעת מהיותו מקור פחמן ואנרגיה לאורגניזמים החיים בקרקע. כמו כן, קומפוסט הינו מערכת חיה המביאה עימה לקרקע כמות גדולה מאד של מיקרואורגניזמים (מ"א) השונים, בחלקם, מהמינים המאפיינים את אוכלוסיית הקרקע. הוספת קומפוסט לקרקע גורמת, לפיכך, לעידוד הפעילות הביולוגית בקרקע. פעילות ביולוגית נמרצת בקרקע מחישה את תהליכי שיחרור יסודות ההזנה מהחומר האורגני המצוי בקרקע ואף ממרכיבי הקרקע עצמם וכן עוזרת במקרים מסויימים לקיבוע חנקן אטמוספרי. פעילות זו עשויה גם להיות קשורה עם יכולת הקרקע לספק תנגודת (סופרסיביות) כנגד מחלות קרקע שונות.

✓ הן האורגניזמים החיים בקרקע והן החומר האורגני המוסף משפרים באופן משמעותי את המבנה הפיסיקלי של הקרקע – משפרים את רמת האוורור, את כושר החידור למים של קרקעות כבדות ואת תאחיזת המים של קרקעות קלות.

✓ ורק לבסוף, התועלת המתועדת ביותר: הקומפוסט נושא עימו כמות לא מבוטלת של יסודות הזנה החיוניים לצמחים. חלקם זמינים מיידית וחלקם יעברו עם הזמן תהליכי מינרליזציה ויעמדו לרשות הצמחים במועד מאוחר יותר.

מן הדיון שלמעלה עולה כי לישום קומפוסט השפעות מיטיבות, הן ישירות והן עקיפות על פוריות הקרקע. מטרותיו של פרק זה הן לתאר את התכונות הרצויות בקומפוסט, להגדיר מדדים לאיכות ולבשלות קומפוסט, להסביר כיצד חומרי הגלם ושיטות הכנת הקומפוסט משפיעים על תכונות אלו ולדון בשיטות ובמועדים האופטימליים לישום קומפוסט במצבים שונים.

2. מדדי איכות ובשלות של קומפוסט

מהמבוא לפרק זה ניתן לגזור את התכונות הרצויות בקומפוסט לשימוש חקלאי: אלו כוללות תכולה גבוהה של ח"א שתאפשר פעילות מיקרוביאלית נמרצת, רמת בשלות מספקת הנדרשת למניעת אימובליזציה של חנקן לאחר הישום ולדיכוי פתוגנים בקרקע ותכולה מירבית של חנקן, להפחתת הצורך בשימוש בחומרי דשן יקרים. התקן האורגני מגדיר דרישה לתכולת ח"א גבוהה מ 30% ותכולת חנקן גבוהה מ 1.5%. רמות אלו ניתנות להשגה בקלות, יחסית, תוך הקפדה על כללי עבודה שיידונו בהמשך. עם זאת, במקרים בהם משמש חומר מינרלי שאינו נאכל בתהליך הקומפוסטציה (כגון פצלי שמן) כרפד ברפתות מהן נאסף הזבל, משקלו הנפחי הגבוה גורם לקבלת תכולות ח"א וחנקן נמוכות, יחסית. במקרים כאלו ניתן להעריך בשיטות עקיפות את תכולתו של החומר המינרלי בקומפוסט ולחשב את תכולת הח"א והחנקן שהיו מתקבלות בהעדרו. גורם מלאכותי נוסף להורדת תכולת אלו הוא עירוב קרקע בתוך הקומפוסט. עירוב זה אינו, כשלעצמו, פעולה שלילית. קרקע כבדה, עשירה בחרסית, עשויה לסייע בספיחת יוני אמון המשתחררים במהלך פירוק תרכובות חנקניות המצויות בזבל וע"כ למנוע בריחת חנקן, כגז אמוניה, לאויר. התקנות שהונהגו ע"י המשרד לאיכות הסביבה, ואשר מחייבות ביצוע קומפוסטציה מעל תשתית בלתי מחלחלת (כגון משטח בטון) הפחיתו מאד את האפשרות לחדירה בלתי מכוונת של אדמה לתוך ערימת הקומפוסט, באתרים בהם מיושמות כבר תקנות אלו.

בשונה מהערכים המדידים בקלות של תכולת ח"א וחנקן, הגדרת בשלות הקומפוסט חמקמקה הרבה יותר. קומפוסט מוגדר כיציב עם הגיעו, לאחר מספר הפיכות, לטמפרטורת הסביבה, כאשר הפיכה נוספת, אם תתבצע, לא תגרום לעליה משמעותית בטמפרטורה שלו. עם זאת, הדבר עלול לקרות גם בשל תנאי רטיבות לא נאותים (ראה בסעיף העוסק בתנאים הרצויים בערימת הקומפוסט) וגם (לעיתים רחוקות) בשל איורור לא תקין של הערימה. במקרים אלו היציבות תהיה זמנית בלבד. חשוב, עם זאת, להבחין בין מושג היציבות למושג הבשלות. יציבות הינו מדד פיסיקאלי, ומתייחס בעיקר לטמפרטורה השוררת בערימת הקומפוסט. טמפרטורה זו נגזרת מהמאזן בין יצור חום ע"י המיקרואורגניזמים (מ"א) המפרקים את המולקולות האורגניות, לבין קצב פיזור החום לסביבה. מכאן ברור כי קומפוסט יציב עשוי עדיין להיות פעיל למדי כלומר לא בשל. הערכת בשלות נעשית, בדרך כלל, ע"י מדידת צריכת חמצן ביולוגית (צח"ב) בתנאי מעבדה מבוקרים. קומפוסט הצורך פחות מ – 3-4 גרם חמצן לק"ג חומר יבש ליום מוגדר כבשל. דרך אחרת, ועקיפה יותר, למדידת בשלות מסתמכת על מדידת שחרור (מינרליזציה) או קיבוע (אימוביליזציה) של חנקן בתנאי הדגרה, עם קרקע. קומפוסט המתחיל לשחרר חנקן זמין (יוני) מיד עם תחילת ההדגרה מוגדר כבשל, בעוד שקומפוסט הגורם לפחיתה בתכולת החנקן הזמין של קרקע אליה הוסף אינו בשל. דרך נוספת

לאפיין קומפוסט לא בשל היא ע"י שימוש במבחני נביטה של זרעים הרגישים לחומרים רעילים לצמחים (פיטוטוקסיים), כגון זרעי שחליים עדינים.

על מנת שקומפוסט בשל ירכוש כשר דיכוי כלפי מחוללי מחלות קרקע עליו להתאכלס במ"א שונים מאלו שחוללו את תהליך הקומפוסטציה. איכלוס זה נעשה באופן ספונטני לאחר תום תהליך הקומפוסטציה ואורך, בדרך כלל, 3-5 שבועות. הדרך הטובה להוכח בכשר דיכוי של קומפוסט היא ע"י שימוש במבחן ביולוגי, במהלכו גורמים לאילוח מלאכותי ובוחנים את השפעת המצאותו של קומפוסט בבית השרשים של הצמח המאולח על שרידותו. המבחן המקובל (והמהיר ביותר) לכשר דיכוי של קומפוסטים הוא בעזרת המערכת הכוללת נבגי פיתום (*Pythium aphanidermatum*) המחוללים מחלת חולי נופל (**Damping-off**) בנבטי מלפפון (**Hadar and Mandelbaum, 1986**).

3. חמרי גלם ליצור קומפוסט

למעשה כמעט כל חומר אורגני יכול להיות חומר גלם ליצור קומפוסט, אבל תקני החקלאות האורגנית מונעים שימוש בבוצת שפכים ובאשפה ביתית שלא הופרדה במקור. החשש מבוצה נובע מהסכנה בהעברת פטוגנים של מחלות אדם בקומפוסט ומהאפשרות שבוצה שמקורה בשפכים תעשייתיים תכיל מתכות כבדות וחומרים רעילים אחרים. אשפה ביתית שאינה מופרדת מכילה חומרים בעייתיים רבים כמו שקיות פלסטיק ("ניילונים"), מצברים בטריות וחומרים בעייתיים אחרים. לו הייתה מונהגת בארץ הפרדת זבל במקור והפסולת האורגנית הייתה נאספת בנפרד יתכן והיה אפשר להשתמש גם בחומר זה ולהפוך פסולת למשאב.

בפועל משתמשים בישראל בחומרים הבאים ליצור קומפוסט מסחרי לחקלאות אורגנית:

זבל פרות- זבל פרות עשיר בחומר אורגני, ביסודות הזנה ובמיקרו פאונה שמעודדת תהליכי פרוק. מערכת העיכול של הפרה העשירה במיקרואורגניזמים מאכלים היא מקור חשוב למיקרואורגניזמים שמזרזים תהליכי קומפוסטציה. לקומפוסט לחקלאות אורגנית משתמשים בזבל פרות לא אורגניות כשהחומרים הבעייתיים כמו תרופות וחומרים שבהם משתמשים במהלך הגידול מתפרקים במהלך תהליכי הקומפוסטציה.

זבל עופות- עשיר בחנקן ומהווה מקור טוב לחומר זה בנוסף הוא משאב שנמצא בשפע. יש להיזהר מהוספת כמויות מוגזמות ממנו כדי למנוע חימום יתר ושרפה עצמית של הערימה. יש גם להיזהר משאריות של תרופות ובעיקר ארסן שעשוי להימצא בזבל עופות.

זבלי בעלי חיים אחרים- זבלי צאן, סוסים וכד' יתאימו גם הם ליצור קומפוסט.

קש- מקור פחמן חשוב לקומפוסט זמינותו בעייתית בשנים שכונות הוא משמש גם להזנת בעלי חיים ויש גם יצוא של קש לירדן כך שזמינותו ומחירו בעייתיים לתעשיית הקומפוסט.

גזם מרוסק- גזם עצים מנוי, חקלאות או יערות קק"ל הוא חומר חשוב וטוב ליצור קומפוסט, הבעיה היא בזיהומו בשקיות פלסטיק שנשארות בקומפוסט ומקשות על כלי הערבוב וגורמות מתרד בשדות.

שאריות מופרדות מתעשיית מזון- קליפות הדרים, סחיט קפה

אבקת אבן בזלת להעשרה במינרלים חיוניים, יבוש ומניעת זבובים

אבקת פוספט גולמי להעשרה בזרחן באם יש צורך

מהחומרים מרכיבים את ערמות הקומפוסט ביחסים שיבטיחו יחס בין תחולת הפחמן לתחולת החנקן בטווח של 30-35 יחידות פחמן ל 1 יחידת חנקן לערך. יחס זה מוכר כיחס פחמן חנקן והוא אחד המצדדים החשובים בקביעת יחס החומרים בהכנת הערמה.

מצורפת טבלה של יחס פחמן חנקן של החומרים העיקריים המשמשים ליצור קומפוסט בישראל:

<u>החומר</u>	<u>יחס חנקן/פחמן</u>
<u>עשב ירוק קצוץ</u>	<u>12/1</u>
<u>זבל בעלי חיים</u>	<u>14/1</u>
<u>זבל סוסים</u>	<u>18/1</u>
<u>קש חיטה</u>	<u>128/1</u>
<u>שבבי עץ</u>	<u>511/1</u>
<u>עלי שלכת</u>	<u>70/1</u>

4. תהליך הקומפוסטציה

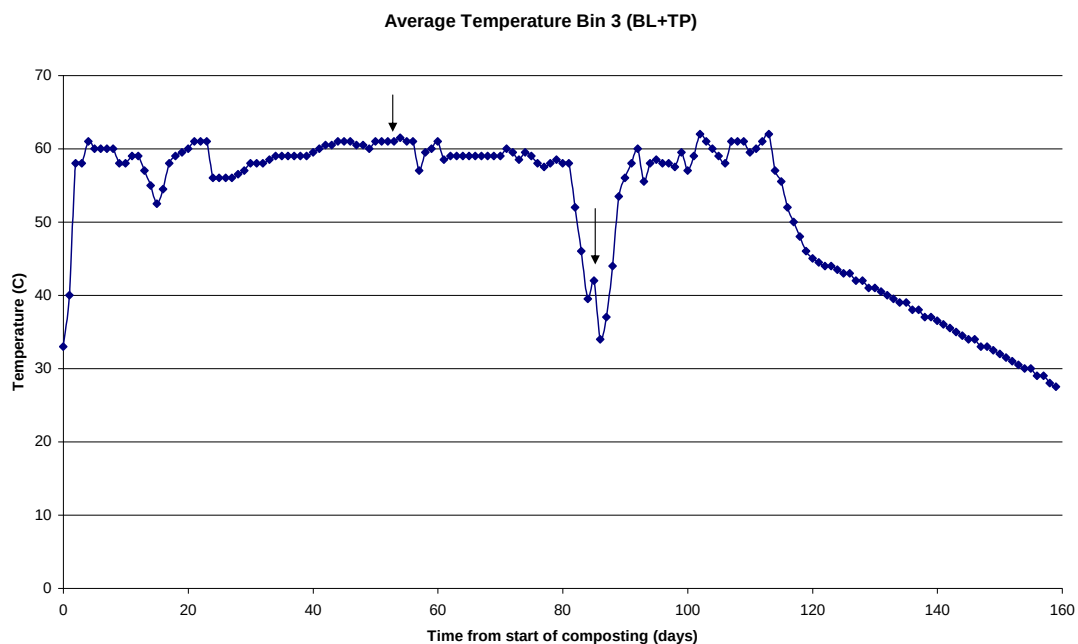
קומפוסטציה הינה תהליך מורכב מאד, המתרחש עקב פעולת מגוון גדול של מ"א, שהרכב אוכלוסייתם וכמותם ליחידת משקל של חומר הגלם משתנה כל העת. כל שלב של התהליך מתאפיין בטווח טמפרטורות שונה, באיכלוס ע"י קבוצות שונות של מ"א ובפירוק קבוצות שונות של מולקולות, בעלות רמות זמינות (פריקות) הולכת ויורדת, עם הזמן. בתחילת התהליך, שהוא גם השלב הנמרץ ביותר שלו, צורכים המ"א בעיקר מולקולות קטנות וקלות לניצול, כגון סוכרים ופחמימות קצרות, חומצות אמינו ופפטידים קצרים וחומצות שומן. בשלב זה קצב ריבוי המ"א מהיר ביותר וגם רמת הפעילות ליחידת משקל של ביומאסה גבוהה ביותר. תהליכי הפירוק של מולקולות פשוטות מביאות, בתנאי שפע של חמצן, להיווצרות פחמן דו חמצני ומים, תוך פליטת חום רב, עקב "שריפת" מולקולות בעלות ערך אנרגטי גבוה. כתוצאה מכך עולה מאד טמפרטורת הקומפוסט. בשלב זה מתרבים בקומפוסט מ"א המותאמים לקיום ולפעילות בטמפרטורות גבוהות, יחסית (50-65 מ"צ) והוא קרוי השלב התרמופילי (חובב חום). בתנאים קיצוניים של ערימה גדולה, וללא מאמצי צינון (למשל ע"י הפיכה), עלולה הערימה להגיע לטמפרטורה בה חלה התלקחות ספונטנית. במצב קיצוני פחות עלולה הערימה לשהות במשך זמן ניכר בטמפרטורות גבוהות (מעל 70 מ"צ) בהן מעוכבת פעולת המ"א ולמעשה, מעוכב התהליך כולו. במקביל חל איכול לא מיקרוביאלי של ח"א, לרבות חומר שהוא יחסית קשה פירוק ע"י מ"א. מצב זה, הנקרא באנגלית **ashing** (הפיכה לאפר), אינו רצוי היות שהוא גורם לפחיתה דרסטית בתכולת החומר האורגני בקומפוסט.

במקביל להתכלות המולקולות הזמינות בקלות, מתחיל לחול פירוק גם של מולקולות ארוכות יותר כגון פחמימות מורכבות (כגון תאית), חלבונים ושומנים. תהליך פירוק זה, כשלעצמו, משחרר אנרגיה, אף הוא, וכן מסתיים בהווצרות מחודשת של מולקולות פריקות. השלב התרמופילי נמשך, בתנאים טובים, בסביבות 80-120 ימים. נקודה חשובה ביותר להבנת התהליך ומגבלותיו קשורה בעובדה שתוצר הפירוק הסופי של חלבונים וחומצות אמינו הוא יון האמון (NH_4). מסיסותו של יון זה בתמיסת הקומפוסט נמוכה, יחסית וכאשר היא עולה מעל סף מכפלת המסיסות הופך היון למולקולה גזית - אמוניה (NH_3), המתנדפת לאטמוספירה. בתנאים רגילים (למשל בקרקע חקלאית) מתחמצן יון האמון ליון חנקה במהירות רבה, ע"י פעולתם של חיידקי הניטריפיקציה. לרוע המזל, חיידקים אלו אינם בעלי אופי תרמופילי והם פעילים רק בטמפרטורות נמוכות מ-40 מ"צ. התוצאה היא שחלק גדול מהחנקן המצוי בקומפוסט הולך ואיבוד, תוך כדי גרימת מפגעי ריח.

לאחר שהמ"א כילו את כל המולקולות הזמינות, מתאכלסת הערימה בקבוצות אחרות (בד"כ עם שיעור גבוה יותר של פטריות), שהתמחותן בפירוק מולקולות מורכבות יותר, הקשות יותר לפירוק, כגון ליגנין או כיטין. מאחר שתהליכים אלו איטיים בהרבה, תפוקת החום של

הערימה יורדת והיא מתחילה להצטנן. שלב זה, הנקרא השלב המזופילי, מתאפיין בירידה הדרגתית של הטמפרטורה מהרמה התרמופילית, לרמת טמפרטורת הסביבה. כאמור, בשלב זה מאכלסים את הערימה גם חיידקי הניטריפיקציה. אנליזות כימיות המבוצעות לאורך תקופת הקומפוסטציה מגלות כי בשלב זה מתחיל לעלות ריכוז החנקן בתמיסת הקומפוסט מרמה הקרובה לאפס ועד לרמה הגבוהה עד פי 10 מרמת יון האמון. רמתו של יון האמון יורדת במקביל, כתמונת ראי של עליית החנקן.

איור 1 מתאר את מהלך השתנות הטמפרטורה בערימת קומפוסט בה קיימת בקרת טמפרטורה.



איור 2; מהלך השתנות הטמפרטורה בערימת קומפוסט של זבל פטס, צמחי עגבניה מרוסקים-בה בוצעה בקרת טמפרטורה ע"י איורור מאולץ *71 מ#צ/וכן בוצעו 3 הפיכות/

לאחר גמר עצם תהליך הקומפוסטציה רצוי מאד להשאיר את הקומפוסט במצב פרוש לאויר למשך מספר שבועות נוספים. תקופה זו נקראת באנגלית **Curing** ובעברית ראוי לקרוא לה: "הבשלה מיקרוביאלית". במהלכה מאכלסים את הקומפוסט קבוצות מיקרואורגניזמים המתאפיינות בכושר תחרותיות רב על משאבי מזון מוגבלים ו\או ביכולת להתקיים על חשבון מ"א אחרים. תכונות אלו הן העיקריות המקנות לקומפוסט את כושרו הסופרסיבי, כלומר יכולתו לדכא מחלות נישאות-קרקע.

5. התנאים הרצויים בערימת הקומפוסט והדרכים לשמירתם

מהלך תקין של קומפוסטציה מבטיח הן משך תהליך קצר והן תוצר סופי באיכות גבוהה. הגורמים העיקריים המשפיעים על קצב התהליך הם הטמפרטורה, תכולת הרטיבות וריכוז החמצן בפאזה הגאזית של הקומפוסט. חשוב להבין את מורכבות הנושא: כל אחד מהגורמים הנ"ל משפיע, כאמור על קצב התהליך ועל טיב המוצר המוגמר, אך גם מושפע על ידו ועל ידי יתר הגורמים. במערכות קומפוסטציה תעשייתיות סגורות (**In-vessel**) מבוקרים כל המדדים הללו בעזרת מודלים מתמטיים מורכבים המנסים לקחת בחשבון את כל השפעות הגומלין. עם זאת, גם מערכות אלו אינן מושלמות.

קומפוסטציה במערכות פתוחות, כאלו המקובלות בארץ, אינה מוגדרת כמבוקרת. עם זאת, גם יצרן הקומפוסט הישראלי מבצע פעולות שהן ביסודן פעולות בקרה, החל מבחירת חמרי הגלם, דרך ההחלטה על מועד ההפיכה והרטבת הקומפוסט, ועד ההחלטה בדבר מועד סיום התהליך. חשוב לבצע פעולות אלו בצורה מושכלת, ככל הניתן, על מנת להבטיח תהליך יעיל (ומהיר) ועל מנת להבטיח איכות מיטבית של המוצר המוגמר.

א. טמפרטורה

כאמור לעיל, שמירת טמפרטורה אופטימלית הינה תנאי הכרחי לזירוז התהליך ולהשגת טיב מוצר גבוה. כמו כן, טמפרטורה גבוהה לאורך זמן מספיק מבטיחה קטילה מלאה של מחוללי מחלות לאדם, לחי ולצמחים וכן זרעי עשבים. מעבודות רבות ידוע כי הטמפרטורה האופטימלית לתהליך התרמופילי נמצאת בטווח 50-65 מ"צ. כאשר אין מבוצעת כל פעולה לבקרת הטמפרטורה עלולה זו (בערימות בגודל מקובל) לעלות אל מעבר לטווח האופטימלי ולגרום לנזקים שנזכרו בסעיף הקודם. מנגד, אם לא חלה עליית טמפרטורה לטווח זה עשוי הדבר לנבוע מהעמדת ערימות קטנות מדי או מתכולת רטיבות נמוכה או גבוהה מדי. כמובן שטמפרטורה נמוכה מדי מאטה מאד את התייצבותו המלאה של הקומפוסט.

בקרת טמפרטורה אקטיבית מושגת בתנאים רגילים ע"י הפיכת הקומפוסט, הגורמת לצינונו. עם זאת, ההפיכה גם חושפת שכבות חיצוניות, פחות מעוכלות, לפעילות נמרצת של חיידים ומביאה להתחממות חוזרת, כפי שניתן לראות במועד ההפיכה השני באיור 1. רק כאשר הרכב הערימה הומוגני לא תחול עוד התחממות משנית כזו. בשלב המזופילי לא מופעלים עוד כל אמצעי בקרת טמפרטורה וזו יורדת בהדרגה אל טמפרטורת הסביבה.

דרך יעילה בהרבה מהפיכה לבקרת טמפרטורה אקטיבית היא ע"י איורור מאולץ. באיור 1 ניתן לראות עד כמה גבוהה רמת הדיוק שמאפשרת שיטת בקרה זו. במקביל, מספק האויר המוזרם גם את כל צרכי המ"א בחמצן ומונע הווצרות כיסים אנאירוביים (ראה להלן).

ב. תכולת רטיבות

כל פעולת פירוק החומר האורגני ע"י מ"א נעשית בפילים דק של מים, העוטף את חלקיק החומר. ככל שפילים זה עבה יותר, כן תהיה התמוססות החמצן לתוכו איטית יותר, דבר שיעכב את התהליך ויגרום להווצרות תוצרי תסיסה אנאירובית הרעילים לצמחים. מאידך, כאשר פילים זה דק מאוד, ריכוז המלחים בו עולה אל מעל לרמת הסף המאפשרת קיום נאות של מ"א. המסקנה מכך היא שקיים טווח צר, יחסית, של תכולת רטיבות אופטימלית לתהליך. ברב סוגי חמרי הגלם טווח זה הוא כ – 50-60%.

מעבר להיות הסביבה המימית אתר הפעולה הבלעדי של המיקואורגניזמים, מפרקי החומר האורגני, דרושים המים כדי לעזור בצינון הערימה. רב איבוד החום לסביבה, בלי קשר לשיטת בקרת הטמפרטורה, נעשה ע"י נידוף מים מתוך הקומפוסט. משמעות הדבר היא כי בתקופה התרמופילית מתייבשת הערימה בקצב מהיר ויש להוסיף מים מדי פעם, על בסיס בדיקות של תכולת הרטיבות. בבדיקות שערכנו בערימות קומפוסט מסחריות מצאנו לא פעם, טמפרטורות גבוהות מ 75 מ"צ ותכולות רטיבות נמוכות מ – 30%. הדבר נגרם עקב צירוף של רצון לחסוך בהפיכות, למרות עליית הטמפרטורה, עם הוספה לא מספקת של מים. חום הנשימה גורם לנידוף מים מואץ. החומר היבש מהווה מבודד מצויין וכך יכולה לעמוד לה ערימה ימים ושבועות בתנאים בלתי רצויים אלו, תוך כדי פחיתה מואצת בתכולת החומר האורגני אך ללא התייבבות ברת קיימא שלו. הוספת מים במועד היתה מאפשרת הורדה מיידית של הטמפרטורה ע"י נידופם, אפילו ללא הפיכה. לשם כך יש לבצע בדיקות רטיבות תכופות, לפחות אחת לשבוע.

בשלב המזופילי כן ניתן לאפשר ירידה בתכולת הרטיבות. בסוף התהליך יכולה תכולה זו להגיע לכ – 35%. חשוב לזכור, עם זאת, כי הבשלה מיקרוביאלית לא תתחולל בחומר יבש לחלוטין כך שגם לאחר תום תהליך הקומפוסטציה רצוי שהקומפוסט יכיל 30-35% רטיבות, על בסיס משקלי.

ג. איוורור

תהליך הקומפוסטציה הוא, במהותו, תהליך אירובי, כלומר תהליך בו נצרך חמצן לנשימת מ"א המבצעים פירוק מולקולות אורגניות למים ולפחמן דו חמצני. בשיאו, קצב צריכת החמצן בו הינו גבוה מאוד. בשיטות קומפוסטציה מקובלות מגיע החמצן אל תוך הערימה בדיפוזיה (פעפוע), עם מפל הריכוזים. התהליך מואץ, במידה מסויימת עקב התנועה הבואיינטית של האויר החם והלח העוזב כל העת את הערימה וגורם לכניסת אויר טרי תחתיו. עם זאת, קצב חדירת האויר הטרי ופעפוע החמצן יחדיו אין בהם די כדי לגרום לכך שריכוז החמצן בפאזה הגאזית של הערימה יהיה קרוב לזה של האויר החיצוני (21%). בדרך כלל נמדדים בתוך ערימת קומפוסט ריכוזי חמצן נמוכים מ – 3%, הדבר המהווה גורם מגביל להתקדמות

התהליך. המצב שונה, כמובן, בתנאי איורור מאולץ, וזהו אחד הגורמים לכך שבתנאים אלו חומר אורגני מתייצב הרבה יותר מהר מאשר בערימות רגילות (4-5 לעומת 7-8 חדשים).

בתנאי חוסר איורור קיצוני, וכאשר יורד ריכוז החמצן אל מתחת ל 1%, מתחילים המ"א להשתמש בשיטות נשימה חליפיות, בהן המוצרים הסופיים אינם מים ופחמן דו חמצני אלא חומצות שומניות קצרות כגון חומצת חומץ, חומצה בוטירית וחומצה פרופיונית. מלבד הריח הרע (החמוץ) של חומצות אלו, הן גם רעילות לצמחים כבר בריכוזים נמוכים. גם תנאים של איורור תקין, פחות או יותר, עלולים להיווצר כיסים אנאירוביים בהם תתחולל תופעה זו והדבר מחייב חשיפתם, ע"י הפיכה, לתנאים אירוביים, שאם לא כן עלול הקומפוסט המיושם לגרום נזק לגידולים.

אחת הדרכים לשפר את חדירת האויר לערימה היא שימוש בחומרים מאווררים (**Bulking agents**). דוגמא מצויינת לחומר כזה הוא קש, אך הקש מתפרק בקצב מהיר, יחסית, והאפקט שלו דועך. חומר טוב עוד יותר הוא פיסות של קליפת עץ בגודל של 2-3 ס"מ. חומר זה עמיד מאד לפירוק ולכן מחייב השימוש בו סינון של המוצר המוגמר, הוצאת שאריות הקליפה שלא התפרקו ושימוש חוזר בהם בערימות הקומפוסט הבאות. בעבודה המתבצעת בשנים האחרונות במימון הקהילייה האירופית, לה שותפים נוח יער, שחם – גבעת עדה, חישתיל והאירגון לחקלאות אורגנית, נעשה שימוש רב בשאריות צמחי עגבניה ופלפל כרכיב בקומפוסטציה של זבל בקר. רכיבים אלו משפרים את איורור הערימה והם עמידים לפירוק הרבה יותר מקש חיטה. התוצאות המתקבלות מצויינות ויש לקוות כי הקומפוסטציה של חומרים אלו, המהווים מטרד סביבתי קשה, תתרחב.

ד. מועד סיום

האינטרס הכלכלי המיידי של יצרן הקומפוסט הוא למכור את המוצר שלו מוקדם ככל האפשר. עם זאת, לטווח ארוך חשוב גם ליצרן הקומפוסט לספק לצרכן שלו – החקלאי – קומפוסט טוב ככל האפשר. מהנימוקים שפורטו קודם וכן בפרק העוסק בפוריות קרקע עולה כי קומפוסט שאינו בשל עלול לגרום לנזק לגידול ובוודאי שאין הוא מספק את כל התועלות הגלומות בקומפוסט בשל. כמובן שהאינטרס של החקלאי הוא לרכוש קומפוסט בשל. הבעיה היא שלא תמיד יש לצרכן דרך לעמוד על טיבו ודרגת בשלותו של הקומפוסט אותו הוא רוכש.

סימן ההיכר הראשון לקומפוסט לא בשל הוא טמפרטורה גבוהה, יחסית לסביבה. ליצרנים קל "לפתור" בעיה זו ע"פ פריסת הקומפוסט וצינונו המהיר. אם יוחזק חומר כזה בערימה קודם לפיזורו הוא יתחמם שוב. חשוב, איפוא, לקונה לבקר את את הערימות המוזמנות על ידו מפעם לפעם ולדרוש מהיצרן את נתוני הטמפרטורה שלהן. בנוסף, לאחר שהערימה הוכרזה כבשלה "י" היצרן חשוב לקחת ממנה דגימות ולמוסרן לאנליזה כימית יש לעשות זאת בטרם יועבר

הקומפוסט אל הקונה ולהמתין עם משלוח החומר עד לקבלת תוצאות האנליזות. על בסיס התוצאות ונתוני היצרן (חומרי גלם, היפוכים, גרף טמפרטורות) ניתן לקבוע בדרגת ודאות סבירה את טיבו ומידת בשלותו של הקומפוסט, דבר שיקטין במידה מרובה את הסיכון ברכישה ויגדיל את התועלת המופקת מהקומפוסט לגידול ולקרקע.

6. שיטות יצור קומפוסטים בעולם ובארץ

בישראל מקובל יצור קומפוסט בשיטת ה- **windrow** שורות הרוח- ערימות ארוכות בגובה של עד 2 מ', ורוחב של עד 4 מ' ואורך שנקבע בהתאם למגבלות שטח מתקן יצור הקומפוסט, הערימות מקוררות על ידי הרוח ומכאן שמן. בעולם ישנן גם שיטות יצור קומפוסט בהן נעשה שימוש באוויר מאולץ ואז ניתן לשנות את מימדי הערימות אבל עלות האנרגיה בשיטות יצור אילו גבוהה יותר.

קיים גם יצור קומפוסט באמצעות תולעים שמבוצע בארץ רק בהיקף מצומצם.

בשיטה המקובלת בארץ מרכזים את כל חומרי הגלם במגרש המיועד ליצור קומפוסט ומכינים מהם ערימות מאורכות במידות שצינו כאן בעזרת טרקטור עם מעמיס קדמי המכונה במקומותינו שופל. לאחר בניית הערמות שמכילות זבלי בעלי חיים, קש או גזם ואבקות סלעים מביאים את הערמה למידת הרטיבות הנדרשת- כ 60% רטיבות באמצעות ממטירים בספיקה נמוכה אותם מציבים בראש הערמה.

כיומיים אחרי כיוון הערמה ניתן למדוד התחממות משמעותית שמהווה סימן לתחילת התהליך.

כשהטמפרטורה מתחילה לרדת או באם הערמה לא מתחממת מספיק מערבבים אותה באמצעות כלי יעודי לערבוב ובנית ערימות קומפוסט (ראה תמונה) או באמצעות טרקטור עם כף העמסה קדמית ומזבלת.

ביצור הקומפוסט יש לערבב את הערמות לפחות 4 פעמים במהלך התהליך כשניתן לבצע עירבובים נוספים במידה ויש צורך.

הקומפוסט מוכן כשהערמה אינה מתחממת יותר גם שהיא מורטבת, קומפוסט מוכן ניתן לאכסן בערמות גדולות יותר מכיוון שאינו מתחמם.

בעיות בתהליך- במידה והערמה אינה מתחממת יש לבדוק את מצב הרטיבות שלה, במידה והכל נראה תקין ניתן לשקול הוספת זבל עופות כמקור חנקן מוסף שיתניע את התהליך

7. יסוּם קומפוסט: אופנים, מועדים, מינונים

קומפוסט מהווה את מטייב הקרקע העיקרי בחקלאות האורגנית הישראלית. ומיושם בכל חלקה אורגנית, הכמות המוספת, צורת הפיזור וצורת ההצנעה תלויה בסוג הגידול, סוג הקרקע, מצב

פוריות הקרקע והאזור האקלימי. ולכן אין לראות במידע הניתן כאן בחזקת מתכון אלא בסיס להחלטה.

בגידולי שדה נוהגים לישם בין 3-5 מ"ק קומפוסט לדונם המפוזר על פני כל השדה ומוצנע בשכבת הקרקע העליונה בדיסק או תיחוח שטחי. בשטח הנמצא בהסבה או לקראת גידולים הדורשים כמויות חנקן גדולות נהוג לתת את המנה הגדולה ואילו בשטחים פוריים ולפני גידולים המסתפקים בפחות חנקן תספיק על פי רב מנה קטנה יותר. ניתן להיעזר גם בבדיקות קרקע הנשלחות למעבדת שרות שדה אבל יש להתייחס לבדיקות אילו בזהירות ורצוי להיוועץ במדריך לחקלאות אורגנית. מועד פיזור הקומפוסט בגד"ש הוא כחודש לפני השתילה כדי לאפשר לקומפוסט להתחיל לפעול ולשחרר חומרי הזנה. באזורים בהם השתילה אביבית וישנה סכנה שלא ניתן יהיה להיכנס לחלקה עם כלים כבדים במהלך החורף נהוג לפזר קומפוסט בסתיו לפני עונת הגשמים.

בחממות נהוג לפזר ביום 10-15 מ"ק קומפוסט לדונם כשבקרקעות חוליות ממקמים את הקומפוסט בתלם ושותלים לתוכו בקרקעות כבדות מפזרים את הקומפוסט על פני כל הערוגה ומצניעים בתיחוח. חשוב שפיזור הקומפוסט והצנעתו יתבצעו לפחות חודש לפני מועד השתילה המתוכנן.

במטעים מיישמים קומפוסט בשל בבורות בשתילה ולאחר מיין מפזרים קומפוסט במנות של 3-5 מ"ק ליד העצים מתחת למערכת ההשקיה. בנוסף יש המצניעים קומפוסט בתלם ליד העצים.

פפרות

Ayalon, O., Avnimelech, Y. and Shechter, M. (2001). Solid waste treatment as a high-priority and low-cost alternative for greenhouse gas mitigation. *Environmental Management* 27 (5): 697-704.

Hadar, Y. and R. Mandelbaum (1986). Suppression of *Pythium aphanidermatum* damping-off in container media containing composted liquorice roots. *Crop Prot.* 5: 88-92.

* פרופ' מיכאל רביב הוא חוקר במרכז המחקר נווה יער של מנהל המחקר החקלאי ועד לאחרונה מנהל המרכז

משה זאבי היה מדריך לחקלאות אורגנית אורי אדלר, היה מדריך לחקלאות אורגנית

עקרונות בקרת עשביה בחקלאות אורגנית

אורי אדלר, משה זאבי ודוד בר

עשבים מוכרים כאחד הגורמים המטרידים ביותר את החקלאי האורגני. ההתמודדות עם עשביה היא לפעמים הגורם המגביל ומרתיע חקלאים מלעבור לשיטת הגידול האורגני. עד היום רב התורה המאפשרת התמודדות עם עשבים בחקלאות אורגנית מקורה בניסיון מצטבר והתבוננות של חקלאים במשקם.

נוקם של העשבים לגידול החקלאי נובע בעיקר מתחרותם על אמצעי היצור של הגידול החקלאי: קרינה, מים חומרי הזנה ומקום. במקרים של אובדן שליטה על השיבוש בעשבים עשוי השיבוש לגרום לאיבוד היבול כולו. במקרים של שיבוש קל יותר יגרמו העשבים לפחיתה ביבול ואובדן פחיתה באיכות התוצרת הנקטפת. דוגמאות לפגיעה באיכות מוכרות בחימצה וכותנה, בהן שיבוש בעשביה בזמן האסיף גורמת לצביעת התוצרת בירוק, הצבע הירוק ממוהל תאי העשבים גורם להורדת דרוג האיכות של התוצרת ופוגע במחיר התוצרת אותו פודה המגדל.

בעיה מיוחדת נודעת לשיבוש שדה אורגני בעשבים רב שנתיים קשיי הדברה כמו דורת ארס צובה (קוצב), גומא הפקעים (סעידה) ויבלית. עשבים אילו מתרבים על פי רב באמצעות קני שורש (יבלית וקוצב) או פקעיות (סעידה) ולכן עיבודים כמו קילטור או תיחוח אינם יעילים כנגדם ואף גורמים להתרבותם. במקרים קיצוניים שיבוש קשה בעשבים אילו עשוי לגרום לנטישת השדה ולכן חשוב טיפול בהם בהופעתם בשדה תוך שימוש באמצעים המותרים בחקלאות האורגנית. לעיתים יש לעשבים ביד ולהוציא מהקרקע את כל חלקיהם כדי למנוע פגיעה קשה.

צמחים טפילים כמו עלקת למיניה השונים וכשות מהווים גם הם איום על החלקות האורגניות. גם כאן, כמו בעשבים הרב שנתיים, יש לטפל ולנקות את השטח מצמחים אילו עם הופעתם על ידי אחת השיטות המותרות בחקלאות האורגנית שיבוש בצמחים טפילים יפחת משמעותית גם בהקפדה על ישום מחזור זרעים רחב ככל הניתן שכולל שילוב מינים עמידים לטפילים אילו.

גורם שיבוש שעשוי להיות בעייתי הוא הקומפוסט, חשוב לוודא כי הקומפוסט בשל לחלוטין ונקי מזרעי עשבים. קומפוסט שלא הוכן כראוי עשוי להיות מזוהם בזרעי עשבים פוריים ולשבש את השדה בצורה קשה ולכן השקעה נוספת באיכות הקומפוסט וביצוע בדיקה לנקיונו של הקומפוסט מעשבים עשויה להציל שדה משיבוש קשה.

המחקר הממוסד לא השקיע עד היום משאבים רבים בדרכי התמודדות עם עשבים בחקלאות האורגנית. יתרה מזו, התמודדות עם עשבים מתייחסת על פי רב לגידול הבודד במחזור ולא לכלל מחזור הגידולים שבמשק. השוואה ממוקדת זו מתעלמת מהגישה הכוללת – הוליסטית, המובילה את החקלאות האורגנית. בהיבט זה, מבט צר על ממשק ההתמודדות עם העשבים מעמיד בספק את יכולת החקלאות האורגנית להתמודד עם עשביה מכיוון שהוא מבטל השפעות ארוכות טווח שכוללות השפעות גומלין בין מרכיבי ממשק הגידול האורגני והשפעתם המצטברת במהלך עונות גידול רבות. השפעות הגומלין הרבות במערכת הכוללת קרקע, עשבים, גידול ושיטות התמודדות

שכוללות השפעות על מרכיבים נוספים של הגידול כמו הגנת הצומח הזנה ומשק מים מקשות על מחקר בגישות מקובלות בנושא.

בהתבוננות בנושא העשבים ממבט עינו של החקלאי האורגני, מעוניין החקלאי האורגני, כמו גם מקבילו הקונבנציונלי בשדה נקי מעשביה המהווה גורם מפריע במהלכו הרגיל של הגידול. מאידך עשבי הבר מהווים חלק מהסביבה הטבעית המלווה את הגידול ונוטלים חלק בטיפול פוריות הקרקע, מהווים מקום מחיה לאויבים טבעיים ומזיקים למינם, משפיעים על הקטנת סחף הקרקע, מתחרים על חומרי הזנה אך גם מונעים איבוד חומרי הזנה ועשויים לשמש מאגר לחנקן בקרקע ועוד. אכן, התייחסות מורכבת ורבת משמעויות שלאורה נכון יותר לדבר על בקרת עשביה- בדומה למושג הרווח בשפת לעז **Control** ולא הדברה שמשמעה השמדה שהיא המושג המקובל במקומותינו.

על אף תפקידם של העשבים במחזור הביולוגי של החקלאות האורגנית יש לזכור כי מטרת הפעילות החקלאית בכלל והאורגנית בכללה היא יצירת גידול סחיר, רווחי ואיכותי. במערך גידול כזה חשוב לאפשר לגידול יתרון יחסי על פני העשבים המלווים אותו תוך מניעת נזקים לכמות היבול ואיכותו הנגרמים ע"י עשבים שנמצאים במקום הלא נכון בזמן הלא נכון.

הצלחה בבקרת עשביה בחקלאות אורגנית דורשת שילוב של מגוון שיטות והרבה יצירתיות שיחד יבטיחו יבול כלכלי תוך הקטנת נזקם של העשבים לרמה נסבלת בעלות סבירה. תמיד ניתן לעקור ביד את העשבים הגדלים בינות הגידול התרבותי אבל השאלה הנשאלת היא כמה זמן, כוח אדם וכסף יכול המגדל להשקיע כדי להקטין את לחץ העשבים ועדיין להישאר כלכלי. מאידך ידוע כי ככל שהמגדל מצליח להקטין את אוכלוסיית העשבים בשדהו יבולו הכלכלי עולה.

שאיפתו של המגדל היא לאפס עשבים בשדהו. למעשה ברור כי שאיפה זו אינה מעשית אבל הפחתה באוכלוסיית העשבים ובזרעי העשבים וגופי הריבוי המגיעים לקרקע מקטינה בצורה משמעותית את ההוצאות המוטלות על המגדל בגין התמודדות עם עשבים. הבנת המקורות להם נזקים העשבים ומה גורם להם להימצא בשדה מהווה את הבסיס לתוכנית בקרה מוצלחת.

כדי לגדול זקוקים העשבים למים, חומרי הזנה ואור. הצמח הראשון שישתלט על השטח ייחנה מיתרון תחרותי על אילו שמפגרים אחריו. השיטות המיושמות לגידול גידולים חד שנתיים מאפשרות על פי רב יתרון תחרותי לגידול התרבותי כדוגמת שימוש בשתילים והדברת עשבים לפני נביטת הגידול ע"י שלהוב או קלטור. המטרה היא לאפשר לגידול לנצח בתחרות ולהפחית את המקורות העומדים לרשות העשבים. שימוש בשיטות שונות מאושרות בחקלאות האורגנית מכוון לתת לגידול יתרון תחרותי תוך הפחתת הצורך בעישוב ידני.

מכיוון שההתמודדות בחקלאות אורגנית עם עשביה הנה רב מערכתית ורב שנתית, ההצלחה תלויה בהקפדה על כל מרכיבי הגידול תוך דגש על עיתוי נכון של טיפולים, דיוק בביצוע, גמישות ויצירתיות של המגדל.

שיטות ממשקיות להתמודדות עם עשבים בחקלאות האורגנית :

מחזור זרעים; החלפת גידולים במחזור מונעת התבססות אוכלוסיות עשבים המלוות גידול מסוים בשדה. החלפה בין גידולי קיץ לגידולי חורף, החלפה בין גידולי שטח לגידולי שורה וכד' תאפשר

הקטנה של טווח רחב של עשבים בשדה. שילוב גידולים הידועים כמנקים כמו חיטה או חמצה או גידולים המיועדים לזבל ירוק לכן מוצנעים בקרקע לפני הבשלת יבולם יתרמו גם הם את חלקם בניקוי השדה ולכן יש לשלבם במערך הגידולים אף כי הם אינם מראים רווחיות או רווחיות נמוכה. השפעת מחזור הזרעים מתוארת גם במאמר הדן בנושא בחוברת זו (אוריאל פלדמן, מחזור בזרעים בשדותינו) שפורסם בהשדה כרך ב' כבר בשנת 1921.

ממשק מים : שליטה בעיתוי, כמות ושיטת פיזור המים נותנים בידי החקלאי כלי מרכזי להשפעה על מצב העשבייה בשדות הירקות וגידולי השדה האורגניים.

לפני נביטת העשבים- השקיה או גשם יגרמו להנבטת זרעי עשבים לפני שתילת הגידול. העשבים הנובטים יודברו בקלות ע"י עיבוד קל או שלהוב במכשיר מיוחד היוצר להבה משריפת גז ביטול (להלן משלהב). הנבטת עשבים לפני שתילת הגידול צריכה להיעשות קרוב ככל הניתן למועד השתילה או הזריעה של הגידול כדי להבטיח כי מגוון העשבים לא ישתנה עקב שינוי בעונת השנה או מזג האוויר. בגידולי בעל תבוצע הזריעה רק אחרי שירד גשם שיבטיח נביטה משמעותית של עשבים לפני זריעת הגידול.

זריעה ברטוב, אחרי שנבטי העשבים מושמדים בקלטור מאפשרים לשכבת הקרקע העליונה להתייבש וליצור מעין חיפוי של שכבה יבשה יחסית. בעת הזריעה מוסרת השכבה היבשה ע"י המזרעה או מפנה יעודי שמותקן לפנייה. הזרעים נזרעים לתוך השכבה הלחה (ניתן לביצוע במינים בעלי זרעים גדולים כמו כותנה, תירס, שעועית, אפונה וכד'). הזרעים נובטים מתוך השכבה הלחה בה נזרעו ללא תוספת השקיה שתעורר זרעי עשבים חדשים לנביטה. שיטה זו עשויה להשתבש במקרה של גשם שמופיע מיד אחרי הזריעה של הגידול.

השקיה בטיפטוף, טיפטוף גורם להרטבה חלקית של השדה תוך דגש על הרטבת שורות הגידול ואספקת מים לגידול והשאת המקטעים בין שורות הגידול יבשות. הטמנת הטפטוף בעומק הקרקע עשויה למנוע את הרטבת פני הקרקע ולהפחית את שיבוש השדה בעשבייה.

תחרותיות הגידול : גידולים בעלי קצב גידול מהיר יוכלו על פי רוב להתחרות בעשבייה באזור הצמחים, כשהעשבים יבואו לידי ביטוי בין שורות הגידול או במקטעים בהם עומד הגידול התרבותי לקוי. הגדלת עומד הגידול תשפר במקרים רבים את יכולת התחרות של הגידול. ישנם גידולים כמו עגבניות וכותנה שמתחרים היטב בעשבים באם נותנים להם יתרון על פני העשבייה בשלבי הגידול הראשונים. מאידך גידולים כמו בצל ושום לא יוצרים תחרותיות על כיסוי. שימוש בשתילים נותן יתרון לגידול שמתחיל בשדה בעמדת יתרון כצמח גדול ומפותח יותר. בסיוע עישוב ידני מתקן או קלטורים הגידול יפתח נוף מלא וינצח את העשבים בתחרות.

הקטנת בנק הזרעים בקרקע, שיטות שתקטנה את יצור והפצת זרעי העשבים בשדה יאפשרו להקטין את כמות הזרעים שיכולים לנבט במהלך הגידול. יש למנוע מעשבים להגיע להבשלת זרעים בחלקה ע"י השמדתם קודם למועד ההבשלה. הקפדה על מניעת הבשלת זרעי עשבים חשובה במהלך הגידול כמו בתקופות בין גידולים ותביא להפחתה בפוטנציאל העשבים בחלקה לאורך זמן. יש לזכור כי עשבים יוצרים כמות גדולה של זרעים שמתקיימים בקרקע לאורך זמן ארוך (זרעי חרדל ועלקת עשויים להשתמר בקרקע עד 40 שנה....) ולכן הפחתת פוטנציאל העשבייה היא פעולת תמידית בשדה האורגני שאסור להרפות ממנה. הרפיה משמעה המיידית שיבוש מחדש שידרוש חזרה

לנקודת ההתחלה. גידולים קצרי עונה שמשולבים במחזור מאפשרים התמודדות נוחה ואינטנסיבית עם העשבייה.

קלטור ; קלטור הוא למעשה שיטת הדברת העשבייה הנפוצה ביותר בחקלאות האורגנית. קלטור לסוגיו מוציא מהקרקע נבטי עשבים על שורשיהם. עשבים מבוגרים יותר נחתכים בגובה פני הקרקע תוך הפרדת הנצר והשורש ע"י חיתוך או תלישה. קלטור יעיל נגד מירב העשבים פרט לעשבים רב שנתיים החוזרים ומתחדשים כמו גומא הפקעים ועשבים טפילים כמו כשות ועלקת. קלטור יעיל דורש הכנת קרקע טובה, ודיוק בהכנת ערוגות וזריעה או שתילה. ככל ששורות הגידול ישורות יותר יוכלו כפות הקלטרת להתקרב יותר לגידול התרבותי והפעולה תתבצע במהירות גבוהה יותר. כשהשורות מתפתלות יהיה קשה לקלטרת לעקוב אחריהן, פעולת הדברת העשבים תהיה חלקית ועשויה להיות פגיעה משמעותית בגידול התרבותי. עדיף קלטור שטחי ולא עמוק שעשוי להעלות זרעי עשבים אל פני השטח. דרושה רטיבות קרקע נמוכה בשכבת הקרקע העליונה ויש לדחות השקיה כדי למנוע השתרשות מחודשת של העשבים. במקרה של השקיה בטיפטוף המונח בין שורות הגידול יש לדאוג לסידור שיגן על שלוחות הטפטוף מפני הקלטרת. קלטור יעיל יכול לנקות כ-90% משטח הערוגה. שאר השטח הנותר על פי רוב בתוך שורת הגידול ידרוש עישוב ידני או שימוש בטכנולוגיות מכאניות שונות המותאמות לגידול הספציפי. בשוק קיימים כלי קלטור שונים בעלי אבזרי קלטור המותאמים לסוג הקרקע ולאופי הגידול. בפיתוח נמצאים כלים ייעודיים שעשויים גם לחלץ עשבים מתוך שורת הגידול. קיים מגוון סכיני קלטורות בצורות שונות המותאמות לגידולים שונים ולסוגי קרקע שונים. הקלטורות יכולות להיות משולבות בסכיני דיסק ומתללים שיכולים לזרוק אדמה אל שורת הגידול ולקבור את העשבים כשהגידול כבר גדול מספיק כדי להישאר מעל פני הקרקע. תילול מאפשר גם התמודדות יעילה עם עשביה בשדות תפוחי אדמה בהם התילול יוצר את התלולית הדרושה לגידול של הפקעות וגם מאפשר התמודדות יעילה עם עשביה. קלטורות מתגלגלות מטיפוס ליליסטון הפכו להיות כלי מקובל בגידולי שורה כמו סויה ותירס בארה"ב. קלטורות אילו מסתובבות בכוח חיכוך הקרקע, מוציאות נבטים על שורשיהם ומטילות אדמה לשורת הגידול. הליליסטון מאפשר גם פעולה מהירה וחסכונית באנרגיה. קלטורות חדשות אחרות מצוידות במברשות ומאפשרות התמודדות עם נבטים רכים גם כשפני הקרקע רטובים יחסית. גם הקלטרת הטובה ביותר לא תמנע את כל העשבים, ועישוב ידני דרוש על פי רוב לצורך השלמה. קל יותר להסיר עשבים כשהם צעירים ולכן חשוב תזמון טוב של העיבודים אשר תלוי בקצב גדילת העשבים ובתנאי הסביבה כמו גשם בלתי צפוי וכד'. בהמשך התקדמות הגידול עישוב ידני או ממוכן עשוי לגרום נזק ליבול ולכן כדאי להימנע ממנו ככל הניתן אלא באם נזקו של העשב גדול מהנזק הצפוי מהסרתו. שידוד בעזרת משדדה מאפשר התמודדות עם עשביה בשטחי חיטה. הטיפול מבוצע אחרי התבססות החיטה בשידוד שתי וערב מעל לגידול. הנזק לחיטה שקודקוד צמיחתה טמון בקרקע מהפעולה מזערי ומשתקם במהרה בעוד שהעשבייה מודברת ביעילות.

שלחוב ; משלהב המוזן בגז בישול יכול לשמש להדברת נבטים. האש גורמת להרס רקמות הצמחים ולקמילתם המהירה. שלחוב יכול לשמש להדברת עשבים לפני זריעת הגידול או לאחר זריעתו אך לפני הצצתו בגידולים כמו בצל, גזר, פלפל זרוע וכד'. בנוסף ניתן לטפל בשלחוב מכוון בהדברת עשבים בין שורות הגידול. שלחוב יכול לשמש גם לשרפת נוף בתפוחי אדמה או בטאטות לפני האסיף.

חיטוי קרקע: חיטוי בחקלאות אורגנית מבוסס על חום. חום מסופק לקרקע כקיטור או כקרינת שמש בחיטוי סולרי. קיטור המוזרק לקרקע משמיד זרעי עשבים. שימוש בקיטור הוא עתיר אנרגיה ומים ולכן יקר ומיושם רק בגידולים יקרים ובשטחים קטנים וגם אז על פי רוב לא לצורך הדברת עשבים, כשהדברת עשבים מושגת כתוצר משני לטיפול נגד מזיקי קרקע.

חיטוי סולרי המבוצע ע"י כיסוי הקרקע ביריעות פלסטיק שקוף במהלך חודשי הקיץ החמים מעלה את טמ"פ הקרקע למשך כ-30 יום לסביבות 50-55 מעלות. פעולת החיטוי הסולרי משמידה גורמי מחלות וזרעי עשבים.

חיפוי קרקע; שיטה נפוצה למניעת עשבים בחקלאות אורגנית. החיפוי בולם את קרינת השמש ומונע נביטה או התפתחות של עשבים. חיפוי יכול להיות עשוי מחומרים אורגניים כמו קומפוסט או שבבי עצים או מחומרים פלסטיים כמו פוליאתיילן שחור או שחור לבן או יריעות פוליאתיילן ארוגות דוגמת יריעות אגרייל. קיימים גם סוגי פלסטיק בררניים המעבירים חלק מהקרינה ומחממים את הקרקע אך מונעים מעבר קרינה שדרושה לנביטת העשבים.

שימוש בצמחי כיסוי- שיטה שהולכת וכובשת מקום בחקלאות האורגנית בעולם ונמצאת בשלביה הראשונים בארץ. צמחי כיסוי אשר תורמים לפוריות הקרקע, מונעים סחף ומתחרים בעשבים תוך ניצול מנגנונים כמו אללופטיה יכולים להקטין בצורה משמעותית את בנק הזרעים בקרקע. בגידולי שדה יכולים גידולי הכיסוי לשמש כזבל ירוק ולמנוע שיבוש בעשבים קשי הדברה ולטייב את הקרקע ע"י העשרתה בחומר אורגני. במקביל ביכולתם להפחית אובדן חומרי הזנה הקיימים בקרקע אל מתחת לשכבת השורשים ע"י קיבועם בתוך הצמחים.

כיסוח- כיסוח וכיסוח מכוון צמוד לעצים בכלים ייעודיים מהווה אמצעי עיקרי להתמודדות בעשביה במטעים בהם מהווה הכסחת חיפוי ומשמשת לשיפור מבנה הקרקע, הקטנת התאידות ואמצעי לשיפור ההזנה תוך שמירה על ממשק אי פליחה.

שיטות חדשניות לבקרת עשבייה: עם התפתחות החקלאות האורגנית והשאיפה של החקלאות הרגילה להפחית התלות בחומרי הדברה נוצרה מוטיבציה לפיתוח שיטות אלטרנטיביות חדשניות להתמודדות עם עשביה. שיטות כמו שימוש בקיטור, מים חמים, חשמל, קרינה אולטרא סגולה וקרינה אינפרא אדומה נמצאות שבשלב ניסיון ובדיקה.

שימוש בקוטלי עשבים ממוצא טבעי- במערכת האורגנית נושא השימוש בחומרים להדברת עשבים שנוי במחלוקת. רק לאחרונה נאסר השימוש במא"ג- מגנזיום כלורט שמבוסס על מלחים מים המלח שעברו שפעול. כיום מותר לשימוש רק ה- **OC6** שהוא סבון של מלחי אשלגן. בבדיקה נמצא תכשיר המבוסס על שרף אורנים.

לסיכום:

בפועל מתקיימת בארץ חקלאות אורגנית מצליחה המכסה היום 60,000 דונם של ג"ד"ש, ירקות ומטעים שבהם מודברים העשבים בשיטות האורגניות בהצלחה. היקף הכישלונות קטן, אף כי קיים ונובע על פי רוב מבעיות בממשק ו"פיספוסים" בעיתוי או בשיטה הנקוטה. מקובל בין החקלאים האורגניים כי באם מקפידים על כללי הממשק מקבלים ירידה בעומס העשביה ובכמות העבודה

הנדרשת כדי להתמודד עימה עם השנים. מאידך ידוע כי הזנחה של עונה אחת יכולה להחזיר את רמת השיבוש לנקודת ההתחלה של העיבוד האורגני של החלקה.

מן המחקר נדרש ליצור הבנה של מנגנונים טבעיים שניתן יהיה לרתום לממשק הכולל שיאפשר התמודדות יעילה יותר עם העשבים בשדה.

בריאות הגידול האורגני (עקרונות הגנת הצומח בחקלאות אורגנית)

אורי אדלר היה מדריך לחקלאות אורגנית

מבוא:

הגנת הצומח הוא מושג הלקוח מהחקלאות האינטנסיבית שנוטה להפריד בין מרכיבים שונים של סביבת הגידול החקלאי וליצור תחומים נפרדים להזנה, הגנת הצומח, טיפוח וכד'. גישתה של החקלאות האורגנית שונה, והיא מתייחסת לבריאות הצמח כחלק מבריאות השדה שהוא חלק מהסביבה הכללית.

בעקרון טוענת הגישה האורגנית כי צמחים בריאים ומאוזנים שיתפתחו בסביבת גידול בריאה יפתחו עמידות עצמית וסביבתית ויתקפו פחות מפגעים. וזו אכן אחת ממטרות בנית ממשק גידול אורגני מושכל, בנית ממשק שיטפח צמחים בריאים, ההתערבות לכן נדרשת רק כשמשווא משתבש ומסיבה ידועה או פעמים רבות לצערנו לא ידוע מופר האיזון הטבעי והצמחים נתקפים בפגעים שונים.

האתגר בחקלאות אורגנית ליצור ממשק גידול שלא ידרוש התערבות בנושאי פגעים, במידה ומטרה זו אינה מושגת מאפשרת החקלאות האורגנית התערבות באמצעים שונים ובעוצמות שונות שמטרתם להחזיר את הגידול לאיזון תוך קבלת יכולת בכמות ובאיכות הנדרשות.

בפועל על אף החשש הקיים בקרב חקלאים העוברים לחקלאות אורגנית ישנם מקרים רבים בהם ניתן לסיים גידול אורגני ללא אף ריסוס, או בהתערבות מינימלית כשפגעים רבים שמהווים בעיה בחקלאות הרגילה אינם מופיעים כלל כבעיה בסביבת גידול אורגנית שבמנגנונים טבעיים שונים מונעת את הופעתם, דוגמאות בארץ קימות בגידולים כמו כותנה אורגנית שברב המקרים אינה מרוססת כלל, בחיטה אורגנית, בתמרים אורגניים שבהם לא מופיעים כלל מהפגעים המאפיינים את מטעי התמרים, בטטות אורגניות שאין מרססים בהן והן לא נפגעות ממלדרה ועוד. דוגמאות נוספות מהעולם מופיעות בפרו של דוד רוזן – הדברה ביולוגית של מזיקים.

עקרונות יצירת סביבת גידול בריאה

בנית ממשק גידול אורגני מושפע מהכרה מעמיקה של הדרישות הסביבתיות של הגידול והתאמתם לסביבת הגידול המתוכננת. ללא הכרה של דרישות הגידול לטמפרטורות יום ולילה, רמות קרינה, לחות יחסית, קרקע, יסודות הזנה לא ניתן לתכנן גידול מוצלח.

התאמה בין דרישות הגידול לחלקת הגידול המיועדת כוללות:

בחירת מועדי שתילה- זריעה מותאמים לאיזור ולגידול- גידולים אורגניים צרכים להישתל או להיזרע בעונת הזריעה/שתילה המיטביות לגידול, מועדי השתילה נקבעים על פי הכרת דרישות

הגידול ונסיון מצטבר על ידי חקלאים ומדריכים. למשל בכותנה דחית זריעה בשבועיים מקטינה משמעותית את הנגיעות בזחל הוורוד.

בחירת זנים מתאימים לדרישות השוק ולהתאמה האיזורית. החקלאות המודרנית מאופיינת בריבוי זנים ובטיפוח מתמיד של זנים חדשים בחברות הזרעים המסחריות, חשוב להכיר את הזנים ולבחור את הזנים שעונים לדרישות הצרכנים וגם מותאמים ככל הניתן לסביבת הגידול. נושא חשוב הוא נושא העמידות של הזנים שמאפשרים גידול עם התערבות פחותה. במינים שונים קיימות עמידויות רבות שמקורן בטיפוח קלסי (בהכלאות וסלקציות ולא בהנדסה גנטית האסורה בחקלאות אורגנית).

זריעה או שתילה - לכל שיטה יתרונות וחסרונות, יש לבחור בשיטה המיטבית בהתאם לגידול, מחיר הזרעים, וגורמים מגבילים כמו משך נביטה, יכולת התמודדות עם עשבים

שימוש בשתילים מורכבים: לעיתים במקרים בהם ידועים פגעים אופייניים לגידול וידוע שהקרקה נגוע ניתן להרכיב את הזן המבוקש על קנה עמידה, השיטה מקובלת מאוד במטעים ולאחרונה פותחה גם שיטת הרכבה לשתילים של גידולים חד שנתיים כמו ירקות.

טיפול פוריות הקרקע (ראה פרק פוריות קרקע לפרטים) קרקע פוריה תספק לגידול המסחרי את דרישותיו בחומרי הזנה ותגן עליו מפני התפתחות פגעי קרקע. קרקע פוריה תתרום גם לחסינות הגידול מפני פגעי נוף.

התאמת דרך הכנת הקרקע לדרישות הגידול - ערוגות, גודיות, שטח מפולס דרך הכנת השטח, מצע הזריעה/שתילה משפיע על התפתחות הגידול היכולת לטפל בו ועמידותו, לגידול בעונת החורף ידרשו ערוגות מוגבהות ומנוקזות שימנעו עמידת מים וחוסר חמצן בבית השורשים, מאידך בקיץ יועדפו ערוגות נמוכות או אף שקועות - כפי שהיו מקובלות בחקלאות המסורתית הארץ ישראלית כדי לשמור על המים והלחות ככל הניתן. צורת הכנת השטח תשפיע גם על יכול החקלאי להתמודד עם עשבים שגם להם תפקיד באיזון הטבעי המושג בחלקה.

שימוש בחיפויים - חיפוי הקרקע בחומר אורגני כמו קש או בחומרים פלסטיים משפר את חיפויים מחומר אורגני או מחומרים פלסטיים. החיפוי שומר על לחות הקרקע, משפר פעילות מיקרוביאלית, ומונע עשביה.

שימוש במחסומים מכאניים - רשתות משמשות לחסימת חרקים בבתי צמיחה למיניהם, גדרות חי משמשות כמחסום מכאני לחרקים שעפים נמוך וכן מהוות מקום ריבוי לאויבים טבעיים.

שימוש במבנים - חממות, מנהרות עבירות, בתי רשת, מנהרות נמוכות, רשת אגריל. מבנים מתאימים את תנאי הסביבה לדרישות הגידול ובכך נותנים גם פעמים רבות יתרון לגידול על

פני הפגעים שעשויים לפגוע בו. בנוסף ניתן לעיתים לווסת לחות (ראה פרק בתי צמיחה בחקלאות אורגנית)

הזנה מוספת מאוזנת ומותאמת לדרישות הגידול. הזנת הגידול האורגנית היא אומנות שמבוססת על הכרת דרישות הגידול על רמת פוריות הקרקע סביבת הגידול ועל נסיונו המצטבר של המגדל של המגדל. חשוב להקפיד על הזנה מאוזנת, חוסר ביסודות הזנה או עודף יגרמו להפרת האיזון בגידול גידול חלש או לחילופין גידול מואץ יהפוך להיות רגיש יותר לפגיעה במחלות או במזיקים. עקב כך ישנה חשיבות עילאית לשמירה על הזנה מאוזנת בכמויות מדודות תוך התחשבות במצב הגידול בעונה ובפוריותה הבסיסית של הקרקע.

חיסול הגידול עם גמר הקטיף/אסיף כדי למנוע התפתחות פגעים. מהלך הגידול בחקלאות אורגנית הוא תהליך רציף הממשיך בכל מהלך השנה. גם עם סיום הקטיף אחראי המגדל לשמור על חלקת השדה ולטפחה. סילוק שאריות הגידול לערמת הקומפוסט או הצנעתם לקרקע, סילוק שאריות פלסטיק למתקן מיחזור ומניעת גדילת עשבים ופיזור זרעיהם מהווים חלק בלתי נפרד ממשק חקלאי אחראי. הזנחה עשויה לגרום לריבוי פגעים בשדה ובשדות סמוכים ולריבוי זרעי עשבים שקשה יהיה להתמודד עימם בעונה העוקבת.

יצירתיות- מעבר לגישות שניסקרו כאן יש מקום למגדל ולמדריך למצוא פתרונות יצירתיים שישפרו את בריאות הצמח ותוצאות הגידול, שיטות וכלים שיותאמו לזמן ולמקום ומהוות חלק מהפיתוח המתמשך של הידע בחקלאות אורגנית שברובו נוצר על ידי המגדל עצמו או בסיעור מוחות משותף של המגדל והמדריך החקלאי.

התערבות יזומה:

במידה והשיטות שנימנו לעיל לא מספקות פתרון הולם דרושה התערבות יזומה של המגדל. התערבות יזומה גם היא כוללת מגוון אמצעים כשברב המקרים אמצעי בודד לא יספיק והתוצאה המקווה תתקבל רק בשילוב מספר גורמים ממשקיים והתערבותיים שיאפשרו תוצאות גידול נאותות.

האמצעים המקובלים בשימוש היום הם:

פיזור אויבים טבעיים- פיזור גורמים ביוטיים- חיידקים, וירוסים או חרקים מועילים שבמנגנונים ביולוגיים שונים גורמים להחזרת האיזון בשטח. מנגנונים אילו יכולים להיות תחרות, טריפה, וניטרול. (נושא החרקים המועילים מורחב במאמרו של שמעון שטיינברג).

בילבול- פיזור של פרוהורמוניים באוירת הגידול שגורמת לכך שהחקרים לא ימצאו את זויגם ולא יתרבו ובכך תוקטן אוכלוסייתם. בילבול מקובל היום נגד זחל ורוד בכותנה, נגד עש התפוח בתפוחים.

לכידה המונית- שימוש במלכודות יעודיות שלכודות את המזיק מקובלות נגד זבוב הזית, ונגד כנימות עש הטבק וטריפס בעגבניות ופלפל בחממות. קימות מלכודות צבע פאסיביות או מלכודות משולבות המצוידות גם בהורמון משיכה בנוסף לאמצעי הלכידה שיכול להיות דבק, מיכל מים ואמצעים נוספים כיד הדמיון.

עידוד אויבים טבעיים יכול להתבצע גם על ידי יצירת מקומות חיות כמו קינים, קופאות קינון לתינשמות וכד'.

גידול בבתי צמיחה מוגנים ברשתות

שימוש בפלסטיק סלקטיבי חוסם קרינת **UV** שמונע את זיהוי הצמחים על ידי החרקים.

אמצעי ההתערבות האחרון הוא שימוש בחומרים, חומרים המאושרים לשימוש בחקלאות אורגנית. גם כאן נעדיף את הפתרונות הרכים יותר שאינם פוגעים באיזון הכולל.

חומרי ההדברה שבשימוש בחקלאות אורגנית מבוססים על מיצויים צמחיים, שמנים וחומרים מינרליים טבעיים. (ראה פרק על חומרים בחקלאות אורגנית בספר זה)

בשימוש בשמנים כמו שמן עץ התה או שמן איזדרכת הודית- נים חשוב טיפול רצוף מאין הטענה של הצמח בשמן ולכן טיפולים חוזרים חשובים.

יש לזכור שגם חלק מחומרי ההדברה האורגניים הם חומרים רעילים ויש לנהוג בהם מנהג הזהירות בשימוש ובטיפול.

הדברה ביולוגית של פרוקי-רגליים (חרקים ואקריות) בחקלאות האורגנית

פרופ' שמעון שטיינברג- מדען ראשי חברת ביובי שדה אליהו

פרסם לראשונה בחוברת מחקר חקלאי בישראל- ח) 2* 3. 7 : 2 : בהוצאת מנהל המחקר החקלאי

תקציר

העיקרון הבסיסי של ההדברה הביולוגית הוא שעל האויב הטבעי להפחית את אוכלוסיית המזיק ולייצבה ברמות שמתחת לסף הכלכלי. בסקירה זו מתוארות שלוש הקבוצות העיקריות הנוטלות חלק בהדברה הביולוגית של מזיקי החקלאות: האחת – גורמי מחלה שעומהם נמנים פטריות, חיידקים, נגיפים, חד-תאיים ונמטודות; השנייה – חרקים טפיליים (פאראזיטואידים), השייכים בעיקר למשפחת זבובי הזחלים ולכמה משפחות של צרעות טפיליות; השלישית היא קבוצת הטורפים, שעם החשובים שבהם נמנים מיני פשפשאים, ארינמלים, פרות-משה-רבנו, זבובאים ועכבישיים (אקריות). כמו-כן מתוארות שלוש דרכים לשימוש באויבים טבעיים, הלכה למעשה: 1) ייבוא ואיקלום של מינים זרים – דרך הנחשבת כהדברה ביולוגית "קלאסית" והיא מוצלחת במיוחד במערכות אגרואקולוגיות יציבות, כמו פרדס או יער; 2) שימור אויבים טבעיים, על-ידי תמרון הסביבה למצב שבו היא תהא נוחה יותר לפעילותם; 3) תגבור אויבים טבעיים בדרך של פיזורם תקופתיים, בשיטת ההצפה ובשיטת פיזורי זריעה עונתיים, ובדרך של טיפוח גנטי של תכונות רצויות. הממשק האורגני מספק, על-פי רוב, סביבה נאותה ליישום כל אחת מהדרכים הללו, בהתאם לאופי הגידול ומרקם המזיקים שבו.

בארץ ובעולם נוצרו נסיבות מתאימות האמורות לעודד הרחבה משמעותית של שימוש באויבים טבעיים פרוקי-רגליים נגד מזיקים מקרב פרוקי-הרגליים. למימשק האורגני יש כל הסיכויים להוביל מגמה זו בעתיד.

מבוא ;

המושג "לוחמה ביולוגית" או "הדברה ביולוגית" מוגדר כך: "... שימוש ביצורים חיים לשם הפחתת צפיפות אוכלוסיותיהם של בעלי-חיים וצמחים מזיקים..." (7).

סקירה זו לא תעסוק בכל תחום האורגאניזמים המזיקים (כמו למשל: חיידקים או עשבים רעים), אלא תתמקד בקבוצות השייכות לפרוקי-הרגליים ושעמן נמנים רוב בעלי-החיים המזיקים לאדם: מחלקת החרקים ומחלקת העכבישיים.

חשוב להבחין בין הדברה ביולוגית להדברה טבעית. האחרונה מתארת מצב שבו אוכלוסיית מזיקים נתונה כמעט באופן קבוע תחת שליטה של מירקם שלם של אויבים טבעיים המצויים דרך-קבע בשטח. מצב מעין זה מתקיים שנה אחר שנה בלא צורך בהתערבות האדם. ההדברה הביולוגית, לעומת זה, מצריכה התערבות יזומה של האדם באמצעות החדרת אויבים טבעיים

למערכת החקלאית, שכן עצם קיומה של זו בדרך של מונקולטורה מהווה הפרה משמעותית של שיווי-משקל בטבע. ההדברה הביולוגית היזומה מנסה, אפוא, "להסיג את הגלגל אחורה". חרף העובדה שהחקלאות האורגנית שואפת להתערבות מזערית במערכת, ובכך מעודדת בפועל את ההדברה הטבעית, הרי שבמציאות החקלאית (לרבות המימשק האורגני), נפוץ השימוש בהדברה הביולוגית היזומה יותר מאשר ההדברה הטבעית ולכן תידון בסקירה הזו רק השיטה הראשונה.

בבסיס ההדברה הביולוגית עומד העיקרון שהאויב הטבעי (הגורם תמותה ברמה משמעותית) חייב להפחית את אוכלוסיית המזיק ולייצבה ברמות שמתחת לסף הכלכלי. ואם ותעבור אוכלוסיית המזיק את הסף הכלכלי – תידרשנה פעולות הדברה נגדו, שאם לא כן תוסיף אוכלוסייתו להתפתח ותגרום נזקים כלכליים ממשיים. רמתו של הסף הכלכלי תלויה באופיו של הנזק הנגרם על-ידי מזיק מסוים מחד גיסא ובערכו של היבול הנפגע ובדרישות השוק לגבי ניקיונו ממזיקים מאידך גיסא (7). הקו המנחה את העוסקים בהדברה ביולוגית הלכה למעשה הוא, אפוא – הפחתת הנזק אגב שמירה על רווחיות הייצור החקלאי (10).

יתרונותיה הבולטים של ההדברה הביולוגית הם אלה: היותה בטוחה לאדם ולסביבה, והיותה קבועה באופן יחסי אלא-אם-כן היא מופרעת על-ידי גורמי סביבה לא-צפויים.

בדרך כלל היא נושאת עצמה מהבחינה הכלכלית, לאחר השקעה ראשונית. השיטה מתאימה מאוד להדברת מזיקים שהסף הכלכלי שלהם גבוה, שכן במהותה היא מאפשרת רמה מסוימת של קיום המזיק, שאם לא כן, אין לאויב הטבעי ממה להתקיים. מכאן, שמזיקים הגורמים למשל נזק קוסמטי כבר ברמות הנמוכות ביותר של האוכלוסייה, או כאלה שהם מזיקי-הסגר (כאלה שחל איסור מוחלט על הכנסתם לארץ-היעד של התוצרת), אינם מועמדים טובים להדברה ביולוגית למרות שאצל מיעוטם דווח על הצלחות בהדברה הביולוגית (7). השיטה יעילה במיוחד בגידולים הסובלים ממזיק-מפתח אחד, לעומת גידולים הסובלים ממגוון של מזיקים. ככל שגדל מגוון המזיקים כך גדל החשש שהדברה כימית של אחד מהם (בהעדר חלופה ביולוגית) תשבש את ההדברה הביולוגית של האחר. בגידולים כמו אספסת (בחלקים מארצות-הברית), אבוקדו (בישראל, ראה ספרות מס' 2), ירקות חממה וצמחיית-פנים (באירופה, ראה ספרות מס' 16 ו-17), הצליחו להתגבר על מירקם שלם של מזיקים בעזרת הדברה ביולוגית בלבד.

פרק א': גורמים הנוטלים חלק בהדברה הביולוגית

שלושה גורמים עיקריים נוטלים חלק בהדברה הביולוגית: גורמי מחלה, טפילים (פאראזיטואידים) וטורפים. להלן יורחב על כל אחד מהם.

א/2 גורמי מחלה

המחלות הנפוצות ביותר בחרקים או בעכבישיים נגרמות על-ידי פטריות, חיידקים, נגיפים, חד-תאיים ונמאטודות. מספר מיני מחוללי-המחלות (פאתוגנים) הידועים נוטלים חלק בהדברה הביולוגית קטן בהרבה ממספר פרוקי-הרגליים (7). כמה ממחוללי-המחלות (בעיקר פטריות, נגיפים וחד-תאיים) מסוגלים, בתנאים מסוימים, לחולל מגפות באוכלוסיית מזיקים בטבע.

חשוב לזכור כי מחוללי מחלות אלה ייחודיים בדרך-כלל למין או למספר מינים קטן של מזיקים ואינם תוקפים בעלי דם חם. עם זאת, מגבלתם העיקרית, לעומת טפילים וטורפים, היא שהם אינם בעלי כושר חיפוש פעיל אחר הפונדקאי שלהם, ומכאן שיכולתם לווסת את אוכלוסיות ברמות נמוכות מוגבלת למדי.

בעשור האחרון חלה התקדמות רבה בייצור התעשייתי וביישום המסחרי של תכשירי הדברה מיקרוביאליים. מבין תכשירי הפטרייה נפוצים אלה המיועדים לקטילת כנימות-עש וכנימות-

עלה והם מבוססים על הפטריות האלה: ***Verticillium lecanii*, *Aschersonia***

aleyrodis*, *Paecilomyces fumosoroseus

החיידק ***Bacillus thuringiensis***, הכולל מספר גדול של תת-מינים וגזעים, הוא אחד המיקרואורגאניזמים היעילים והנפוצים ביותר, בעיקר כנגד זחלי עשים. תכשירי הדברה במיגוון רחב המבוססים על חיידק זה נמצאים עתה בשימוש. נבון וויסוקי (4) מרחיבים בסקירתם על מנגנון הפעולה של החיידק ודרכי השימוש בו בארץ ובעולם. תכשירי הדברה המבוססים על נגיפים מצויים אף הם בשימוש. בקנה מידה רחב ובדומה לחיידקים, גם הם פועלים נגד זחלי עשים. נמאטודות (תולעים נימיות) התוקפות מזיקים הולכות אף הן ותופסות מקום כאמצעי מבטיח להדברה ביולוגית, במיוחד של עשים וחיפושיות. בארץ בוחנים במרץ, במגוון בתי-גידול (3), את פוטנציאל היישום שלהן נגד מזיקים שונים.

א/3/ טפילים *פאראזיטואידים)

החרקים הטפיליים שבהם עושים שימוש בהדברה הביולוגית, שונים מהטפילים המוכרים, כגון קרציות או כינים, בהיותם משלימים את התפתחותם, או את כל תקופת הזנתם כזחל, בתוך גופו של פונדקאי יחיד או על גביו, להבדיל מהטפילים האמיתיים, שאינם קוטלים בדרך-כלל את פונדקאיהם. החרקים הטפיליים האלה מכונים פאראזיטואידים (7), והחשובים שבהם נמנים עם סדרות הזבובאים והדבוראים; מהראשונה ידועים כ- 15,000 מינים ומהשנייה כ- 50,000 (8). בסדרת הזבובאים חיים בני משפחת זבובי הזחלים בעיקר כטפילים (אם כי לא תמיד) על זחלי פרפראים ופשפשאים. בסדרת הדבוראים קיימות כמה משפחות צרעות שהן טפילות על חרקים בלבד. צרעות אלה, שהן חרקים זעירים (בדרך כלל בממדים של מילימטרים אחדים), משמשות בהדברה הביולוגית הלכה למעשה זה יותר ממאה שנה. הן מצוידות באיבר הטלה משורי (העולה לעיתים כמה מונים על אורך גופן) ובאמצעותו הן מסוגלות לקדוח ולהגיע אל הפונדקאי, גם אם הוא חבוי במקום סתר, ולהטיל ביציהן על גופו או בתוכו. בדרך-כלל פועל איבר ההטלה כעוקץ, שדרכו מוזרק ארס המשתק את הפונדקאי.

היות וכושר התנועה של רוב זחלי הטפילים מוגבל מאוד בכל שלבי התפתחותם, הרי שהבוגרים (ובעיקר הנקבות), שניחנו ביכולת תנועה ניכרת (תעופה), הם האחראיים לחיפוש ולבחירה של פונדקאי המתאים להתפתחות צאצאיהם. בהקשר זה פיתחו הטפילים יכולת מרשימה לאתר את פונדקאיהם גם כאשר האחרונים נמצאים ברמות אוכלוסייה נמוכות. מעבר לכך פיתחו

נקבות של צרעות טפיליות יכולת הבחנה בין פונדקאי שהותקף על-ידי נקבות אחרות מבנות מינן, או ממינים אחרים, ובין פונדקאי שטרם הותקף.

מאפיינים נוספים של הטפילים הם ;

דרגות ההתפתחות של הפונדקאי שנתקפות. מבחינים בארבע קבוצות: טפילי ביצים, טפילי זחלים, טפילי גלמים וטפילי בוגרים. יש והפאראזיטואיד מטיל ביצתו בדרגת התפתחות אחת של הפונדקאי ומשלים את התפתחותו בדרגה עוקבת, כאשר הוא קוטל את הפונדקאי סמוך להתגלמותו. יש והטפיל עוצר את מהלך התפתחותו של הפונדקאי באמצעות הזרקת ארס ומסתפק במשאבים המצויים בפונדקאי בעת ההטלה.

התאמה לפונדקאים שונים. מבחינים בין שלוש קבוצות של טפילים: מונופאגיים, המסוגלים להתפתח רק בגופו של פונדקאי ממין מסוים אחד; אוליגופאגיים, התוקפים קבוצה מוגבלת של פונדקאים בני מינים קרובים; ופוליפאגיים, הנטפלים למיני חרקים רבים שנמנים עם קבוצות שונות.

מקום ההתפתחות. מבחינים בין טפילים פנימיים, המתפתחים בתוך גופו של הפונדקאי, ובין חיצוניים, הנצמדים אל גופו של הפונדקאי ואוכלים אותו מבחוץ. ביציהם של הטפילים הפנימיים מוטלות בדרך-כלל אל תוך חלל גופו של הפונדקאי, המלא בנוזלים. הביצים והזחלים מוגנים בדרך-כלל היטב מפני פגעי הטבע. בעייתם העיקרית היא הנשימה ואותה הם פותרים בדרכים שונות (עיין בספרות מס' 7). הטפילים הפנימיים אינם גורמים מוות מיידי של קורבנם. בתקופה הראשונה לחייהם אין זחליהם פוגעים ברקמות חיוניות של הפונדקאי אלא מסתפקים בנוזלי גופו. רק עם התקרבתם לסיום התפתחותם מחסלים זחלי הטפיל את כל רקמות הפונדקאי ובכך גורמים למותו. הטפילים החיצוניים מטילים בדרך כלל את ביציהם על-פני גופו של הפונדקאי או בסביבתו הקרובה. הזחלים הבוקעים מהביצים שואבים את נוזלי גופו של הפונדקאי דרך נקבים זעירים שהם נוקבים בו, והאחרון הולך ומתכווץ עד שמת. במקרים רבים הם תוקפים פונדקאים שחיים במקום סגור, כמו מנהרה בעלה או בעץ, או בתוך מעטפת חיצונית מהסוג של פקעת גולם, חביונה, מגן שעווה וכיו"ב. בתנאים כאלה הטפיל מוגן, גם בהיותו מחוץ לגוף הפונדקאי, ואילו זה האחרון אינו יכול להתחמק ממנו.

מספר הפרטים שמתפתחים בגופו של הפונדקאי. ישנם מיני טפילים המסווגים כ"יחידאים" (סוליטאריים), אשר רק פרט יחיד שלהם מתפתח בגופו של הפונדקאי. לעומת זה ישנם טפילים הידועים כ"קבוצתיים" (גריגאריים), אשר פרטים אחדים שלהם מתפתחים באופן נורמלי בתוך גופו של הפונדקאי או על גביו. יודגש שהבחנה זו אינה מוחלטת; כך, למשל, לממדי גופו של הפונדקאי יש השפעה על מספר הטפילים שיצליחו להשלים את התפתחותם.

טפילות. יתר (**superparasitism**). להבדיל מטפילות קבוצתית, שהיא מצב נורמלי, טפילות-יתר היא מצב שבו נתקף הפונדקאי על-ידי פרטים רבים מדי של הפאראזיטואיד, בין אם כתוצאה מהטלה חוזרת על-ידי פרטים רבים מדי של הפאראזיטואיד, בין אם כתוצאה מהטלה חוזרת על-ידי אותה הנקבה או כתוצאה מהטלות על-ידי נקבות נוספות בנות אותו המין. התוצאה בשני המקרים שלילית, שכן המזון אינו מספיק לכל צאצאי הפאראזיטואיד ואזי חלקם או כולם ימותו מבלי שהשלימו את התפתחותם. מצב זה שכיח כאשר היחס המספרי

בין פאראזיטואיד ופונדקאי נוטה באופן קיצוני לטובת הראשון. או אז יקרה שהדחף להטלה על-ידי נקבות הפאראזיטואיד יגבר על יכולת ההבחנה שלהן בין פונדקאי שהותקף ובין כזה שלא הותקף (ראה לעיל).

רב. טפילות (**multiparasitism**). פונדקאי אחד נתקף בו-זמנית על-ידי טפילים אחדים בני מינים שונים. בדרך כלל יגבר מין אחד על האחרים וישמידם, או לחילופין, תסתיים התחרות במותם של כל המינים. ואולם ידועים מעט מקרים שבהם טפילים בני מינים שונים ישלימו את התפתחותם זה בצד זה באותו פרט-פונדקאי.

טפילות שניונית (**hyperparasitism**). הטפיל הראשוני (זה שתוקף את המזיק) נתקף על-ידי הטפיל השניוני, במישרין או בעקיפין. תופעה זו נפוצה בעיקר בצרעות הטפילות. השלכותיה על תוצאות ההדברה הביולוגית הן שליליות: בעוד שהפאראזיטואיד הראשוני של חרק מזיק נחשב כמועיל, הרי שהטפיל השניוני של אותו חרק מחבל באמצעי ההדברה הביולוגית ונחשב כמזיק לכל דבר.

הזנה טורפנית (**predatory host feeding**). הזנה על נוזלי גופו של הפונדקאי היא תופעה הידועה בקרב מינים רבים של צרעות טפילות. הצרעה הבוגרת פוצעת את הפונדקאי באבר-ההטלה שלה ובמקום להטיל בו ביצה היא מלקקת או מוצצת את נוזלי גופו הזבים מהפצע. בדרך זו מעשירה הצרעה את תפריטה במזון חלבוני הנחוץ לה לייצור הביצים בשחלותיה. כך עשויה הצרעה להמית את הפונדקאי כאילו הייתה טורף ולא טפיל. להזנה על נוזלי גופו של הפונדקאי יש השלכות על יעילותן של צרעות טפילות בהדברה הביולוגית, ובמיוחד בקרב מיני טפילים שבהם שיעור הפונדקאים הנקטלים בדרך של טריפה גדול משיעור הפונדקאים המתים כתוצאה מהטפילות (7).

א/4/ טורפים

טורפים הם בעלי-חיים הניזונים באחרים וזקוקים לפרטים רבים לשם השלמת התפתחותם או תקופת הזנתם (7). הסקירה דלהלן תתמקד בטורפים הנמנים עם מחלקות החרקים והעכבישיים.

אפשר לחלק את הטורפים ללועסים ולמוצצים, בהתאם לצורת הזנתם. עם הלועסים נמנים גמלי-שלמה, שפירות, חיפושיות, ואילו עם המוצצים נמנים פשפשאים, ארינמלים, זבובאים ועוד. אברי הפה של הטורפים עברו שינויים והתאמות לצורת הזנתם, שינויים שמבדילים אותם מקרוביהם הצמחוניים. המשפחות העיקריות הכוללות מינים שפעולתם מביאה תועלת ממשית להדברה ביולוגית של מזיקים (לפי 10) נמנות עם הסדרות האלה:

הפשפשאים/ מהם ידועים במיוחד הפשפשים הטורפים המשתייכים לכמה משפחות הכוללות מינים מועילים רבים. הללו ניזונים בעיקר מזחלים קטנים של פרפרים, תריפסים, כנימות עש וביצי חרקים.

הארינמלים / מתוכם ידועים מינים מספר, שבהם הזחלים בלבד הם הטורפים (כנימות, בעיקר) ואילו הבוגרים צמחוניים וניזונים בטל-דבש ובצוף פרחים.

פרות-משה-רבנו. במשפחה זו, השייכת לסדרת החיפושיות, מספר רב של מינים טורפים, חלקם מן הידועים שבאויבים הטבעיים של מזיקי החקלאות. בוגרים וזחלים כאחד נוטלים חלק בטריפה, ועם מזונם העיקרי נמנות כנימות עלה, כנימות קמחיות, איצריות וכנימות מגן רכות וממוגנות.

הזובאים / בסדרה זו משמשים מינים ממשפחות זבובי הרחף ויתושי העפצים כטורפים יעילים של כנימות עלה. גם במשפחות אלה, בדומה לארינמלים, הזחלים הם הטורפים ואילו הבוגרים צמחוניים.

העכבישיים / כמוזכר, זוהי מחלקה שעמה נמנים פרוקי-רגליים שאינם חרקים, והיא כוללת גם טורפים יעילים. רובם שייכים למשפחות האקריות הטורפות, הניזונות באקריות צמחוניות ובביצי חרקים. חשיבותן במימשק ההדברה של מזיקים נמצאת בעלייה מתמדת.

בטורפים כבדי-תנועה, כמו זחלי זבוב הרחף או יתוש העפצים, דואגת האם (שאינה טורפת) להטיל את הביצים בלב מושבת הכנימות הצפופה, שאם לא כן לא יגיעו הזחלים אל טרפם וימותו. הפוכים הם פני הדברים בקרב טורפים פעילים וקלי-תנועה, כמו בוגרים וזחלים של פרות-משה-רבנו וארינמלים.

כאן, גם אם תוטלנה הביצים בריחוק-מה ממושבת הטרף, ישיגו הזחלים את טרפם בלא כל קושי.

ההדברה הביולוגית – הלכה ומעשה במימשק האורגני

השימוש באויבים טבעיים כולל, הלכה למעשה, שלוש דרכים: (1) ייבוא ואקלום של מינים זרים; (2) שימור אויבים טבעיים באמצעות תמרון הסביבה; (3) תגבור אויבים טבעיים בבית גידולם. סבירסקי (5) וכן בלומברג וחובריו (2) מפרטים בסקירותיהם דוגמאות לדרכים אלה וליישומן, בעיקר בפרדס ובמטע בישראל.

ב.1. ייבוא ואקלום של אויבים טבעיים

רוב המזיקים החשובים אינם ממוצא מקומי, והם פלשו בדרך כלל לארץ היעד בעזרת האדם, בין אם בשגגה ובין אם בעקיפה מכוונת של תקנות ההסגר, כשהם אינם מלווים באויביהם הטבעיים. התוצאה – התפרצות קשה והתפשטות מהירה של אותם מזיקים המנצלים את פרק-הזמן הארוך באופן יחסי הדרוש לארגון הלוחמה נגדם. ואכן, המזיקים המיובאים הם עדיין המטרה המסורתית ללוחמה הביולוגית, אם-כי גם מזיקים מקומיים משמשים תדיר יעד לאויבים טבעיים מיובאים (5).

אחד העקרונות הבסיסיים של ההדברה הביולוגית הקלאסית קובע שאת האויב הטבעי של המזיק המיובא יש לחפש ולהביא מארץ מוצאו של האחרון. זה, כמובן, אינו כלל ברזל; לעיתים תפוצתו הגיאוגרפית של המזיק רחבה במיוחד, ואז רצוי לייבא מערך שלם של אויבים טבעיים התוקפים אותו, בהנחה שאחד או אחדים מהם יתאימו למטרותנו.

כל משלוח של אויב טבעי מחו"ל עובר טיפול קפדני במתקן הסגר, שם מאתרים, מסלקים ומשמידים אורגאניזמים לא-רצויים (למשל, מזיקים, טפילים שניוניים) העלולים להגיע באותו משלוח. לאחר מכן מרבים את האויב הטבעי, במעבדה המיועדת לכך, עד לכמויות המתאימות לפיזורי אקלום, ומפזרים אותו כמה פעמים, בכמויות גדולות ככל האפשר, בחלקות האקלום שנגועות במזיק ואשר אינן מטופלות בחומרי הדברה חריפים. בחלקות אלה עוקבים במשך שנים מספר (לפחות שלוש) אחר קליטתו של האויב הטבעי ומעריכים בסיומה של אותה תקופה את יעילותו.

רוב ההצלחות של ההדברה הביולוגית הקלאסית מן הסוג שתואר לעיל היו במערכות אגרו-אקולוגיות יציבות פחות או יותר (גידולים רב-שנתיים כמו פרדס, יערות ומטעים). לעומת זה, מספר ההצלחות היה קטן בהרבה בבתי גידול חד-שנתיים (כגון גידולי שדה למיניהם), שבהם תנאי האקלים והסביבה משתנים וצפויים פחות, והגידולים קצרי-ימים באופן יחסי. החלקה האורגנית דומה מבחינות רבות לחלקת פיזור ואקלום של אויב טבעי חדש, מבחינת תנאי הסביבה ששוררים בה (למשל, מיעוט השימוש בחומרי הדברה חריפים), ולפיכך רבים הסיכויים להתבססותו של אותו אויב טבעי גם בה.

ב.2. שימור אויבים טבעיים

העיקרון העומד בבסיס השיטה הוא תמרון הסביבה למצב שבו תהא נוחה יותר לפעילותו של אויב טבעי, אם בעזרת אספקת המשאבים הבסיסיים החסרים לו (ולוא גם באופן זמני) או על-ידי הפחתת ההשפעות השליליות של גורמים המצויים בסביבה (5,7).

נוכחותם של צמחים שונים (בעיקר עשבי-בר) בבית הגידול עשויה לספק לאויב הטבעי משאבי מזון חלבוניים או פחמימניים שלעיתים חסרים לו ממקורת מזונו הטבעיים, קרי – המזיקים. למשל, עשבים שונים מספקים אבקת פרחים וצוף לאקריות טורפות ולצרעות טפיליות, וחשוב אפוא למנוע את השמדתם המלאה עקב טיפול בקוטלי עשבים. הגישה האורגנית, שאינה מטפלת בעשבים בדרך כימית ולעיתים אף מותירה אותם כמות-שהם בחלקה, עולה בקנה אחד עם עקרון השימור של האויבים הטבעיים, אם כי יש להקפיד שלא להרבות בצמחים העלולים לפגוע במאזן הרצוי של אויב טבעי ומזיק.

היבט אחר של שיטת השימור כרוך בעובדה שלעיתים אין מנוס משימוש בחומרי הדברה נגד אותם פגעים בבית-הגידול שאין להם פתרון לא-כימי יעיל. שימוש בחומרי הדברה בררניים, כאלה הפוגעים במזיק המטרה ולא באויבים טבעיים, ובמקביל צמצום מרבי בחומרי הדברה בעלי תחום פעולה רחב – אלה יסייעו בוודאות לשימור האויבים הטבעיים. דווקא בממשק האורגני ישנה דוגמה בולטת לבעייתיות שבשימוש בחומר הדברה לא-ברירני הפוגע באויבים טבעיים ומשפיע לרעה על סיכויי ההדברה הביולוגית של מזיקים: הגופרית מיושמת ביעילות רבה באיבוק נגד מחלת הקימחון בגידולים שונים (גפן, מלפפון-חממה ואחרים) ונגד אקרית החלודה בפרדס. ידוע שלגופרית המיושמת באיבוק יש השפעה קטלנית על קשת רחבה של טפילים וטורפים (עיין בדפי הנחיות בדבר השפעת חומרי הדברה על חרקים מועילים, בהוצאת תעשיות הדברה ביולוגית, שדה-אליהו ו- **Koppert Biosystems**).

כך, למשל, נמצא שלאיבוק יש השפעה שלילית על הדברה ביולוגית של קמחית ההדר בפרדס וקמחית הגפן בכרם, עקב פגיעה קשה בפרות-משה-רבנו ובצרעות טפיליות (בין אם הן טבעיות ובין אם הן מיושמות בפיזורים מסחריים יזומים) שברגיל מדבירות את המזיק ביעילות. מצב זה גרר חיפושים נמרצים אחר חלופות ידידותיות יותר מהאיבוק בגופרית. בכרם האורגני נבדקים עתה (ת' זהבי – מידע אישי) בעיקר פטרייה שהיא אנטאגוניסטית לפטריית הקימחון, דטרנטים למיניהם וחומרים המבוססים על סודה לשתיה.

ב.3. תגבור אויבים טבעיים

תגבור אויבים טבעיים בבית-הגידול יכול להיעשות בכמה דרכים: הדרך האחת היא פיזורים תקופתיים של האויבים הטבעיים, והדרך האחרת היא טיפוחם הגנטי. הפיזורים יכולים להתבצע בכמה שיטות: בשיטת ההצפה (**inundative releases**) מבוצעים פיזורים

קצרי-טווח, שבהם מופצות באופן סדיר כמויות גדולות של פרטים המיועדים לפעול על המזיק באופן מיידי, כחומר הדברה ביולוגי (5). שיטה זו רצויה למקרים שבהם ההדברה הביולוגית אינה מחזיקה מעמד לטווח ארוך (גידול חד שנתי, חורף, או כל עונה קשה אחרת שהאויב הטבעי מתקשה לעבור אותה בשלום).

השיטה מתאימה במיוחד נגד מזיקים שמסבים נזק קשה במשך תקופה מוגבלת בשנה. פיזורי הצפה של צרעות טפיליות מהסוג *Trichogramma* נגד נובר התירס האירופי ופרפראים אחרים (18) הם דוגמה אופיינית ליישום השיטה. קיומו של גידול המוני של האויב הטבעי ברמה תעשייתית/מסחרית ובמחירים תחרותיים משמש תנאי הכרחי ליישומה.

שיטה אחרת של פיזור תקופתי היא שיטת פיזורי הזריעה העונתיים (**seasonal inoculative releases**). בדרך זו מפזרים מדי עונה ובפרקי-זמן ידועים כמויות מדודות של אויבים טבעיים. אלה אמורים להתבסס בשטח בתוך פרק זמן-קצר, הנמדד בימים או בשבועות ספורים, ולהחזיק את אוכלוסיית המזיקים ברמה נסבלת לאורך כל עונת הגידול (12,14,15). פיזורי הזריעה העונתיים הם הדרך העיקרית שבה מיושמת ההדברה הביולוגית בגידולי חממה באירופה. האויבים הטבעיים מיוצרים ומסופקים על-ידי חברות מסחריות שהתמחו בגידולם ההמוני וביישומם בשדה. מתוך יותר מ- 20 מיני אויבים טבעיים, שהם זמינים מהבחינה המסחרית ומיושמים בחממות בדרך של פיזורי זריעה עונתיים, בולטים מאוד המינים האלה: האקרית הטורפת *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, התוקפת אקריות-קורים; הצרעה הטפילית *Encarsia formosa* Gahan, טפיל של כנימת עש-החממות וכנימת עש-הטבק; הצרעה *Diglyphus isaea* (Walker), טפיל של מיני זבובי-מנהרות; והצרעה *Aphidius colemani* Viereck, טפיל של כנימת עלה האפרסק וכנימת עלה הדלועיים (16,17).

מבחינת המימשק האורגני, כל אחת משתי השיטות של הפיזור התקופתי של אויבים טבעיים היא ישימה, בהתאם לאופי הגידול ומירקם המזיקים שבו. הדרך האחרת לתגבור אויבים טבעיים היא, כאמור, טיפוחם הגנטי לשם השראת תכונה רצויה הקיימת בהם אמנם באופן טבעי אך אינה מספקת את הדרישות. למשל, טיפוח לעמידות בפני קוטלי-מזיקים הנמצאים בשימוש שיגרתי בבית-הגידול, הוא תחום שהושגה בו התקדמות רבה, הן במחקר הבסיסי והן ביישום, בעיקר בקרב צרעות טפיליות ואקריות טורפות (9,11).

פרק ג': מבט לעתיד

מאחר שקשה להעריך מראש את מידת יעילותו של אויב טבעי זר שיובא והופץ בבית-גידול חדש, וגם של אויב טבעי מקומי שהופץ לצורך תגבור אוכלוסייתו, מושקעים כיום מאמצים ניכרים בפיתוח שיטות מיון ובחירה של אויב טבעי יעיל על-פי אמות מידה מן הסוג שפרטו סבירסקי (5), Horn (10) ו-Minkenberg (15): 1) כושר חיפוש, דהיינו היכולת לאתר את המזיק, בעיקר כאשר האחרון נמצא ברמות נמוכות; 2) שיעור קטילת המזיק על-ידי האויב

הטבעי – שיהיה שווה לפחות לקצב ריבוי ואפילו יעלה עליו; (3) ייחודיות (ספציפיות) למזיק; העובדות מוכיחות שמירב ההצלחות בהדברה הביולוגית הושגו בעזרת אויבים טבעיים שהיו ייחודיים למזיקים; (4) כושר ריבוי מהיר מזה של המזיק, תכונה הקשורה, בין היתר, למשך-דור קצר יותר מזה של המזיק בתנאים נתונים, וליכולת להעמיד מספר רב יותר של צאצאים ליחידת זמן; (5) התאמה מרבית של האויב הטבעי למזיק, המתבטאת בכושרו להתחמק ממערכות ההגנה הפנימיות של האחרון (למשל, תופעת הכימוס; ראה ספרות מס' 1), בכושרו להתגבר על רעלנים שהמזיק מפריש, וביכולתו להשלים את התפתחותו על-גבי המזיק המסוים; (6) מידת ההתאמה של האויב הטבעי לתנאי האקלים השוררים בבית גידולו של המזיק; (7) היכולת לפתח שיטות יעילות לגידול המוני של האויב הטבעי, במיוחד כאשר קיים צורך בפיזורים תקופתיים שלו.

חשוב לזכור, כי ישנם מזיקים לא-מעטים אשר טרם נמצא להם אויב טבעי יעיל. כנגד אלה יש עדיין צורך בהדברה כימית או בשיטות חלופיות להדברה ביולוגית. ההדברה המשולבת (**Integrated Pest Management**), שתכליתה ליישם את מרב השיטות להפחתת אוכלוסיות מזיקים אגב שימוש מזערי בחומרי הדברה חריפים ונקיטת חלופות לא-כימיות עד כמה שאפשר, היא אחת השיטות הנפוצות כיום בבתי-גידול רבים כתשובה להדברה ביולוגית לא-מספקת או, לחלופין, להדברה כימית לא-אחראית. הממשק האורגני נוח במיוחד ליישום ההדברה המשולבת. כאן נתמכת ההדברה הביולוגית, בעת הצורך, באמצעי הדברה פיסיקליים, כמו מלכודות דבק צבעוניות (צהובות – ללכידת כנימות עש וזבובי מנהרות, וכחולות – ללכידת התריפס הקליפורני) או רשתות נגד חרקים. מלבד זאת היא גם נתמכת באמצעי הדברה כימיים מותרים, כגון דטרגנטים לסוגיהם, או חומרי הדברה ממוצא בוטאני, כמו תכשירי נים (**neem**) למיניהם ונגזרות הפירתרום.

השימוש בהדברה הביולוגית, במיוחד זו המסחרית שמתבססת על פיזורים תקופתיים של אויבים טבעיים, מחייבת יצירת תמריץ או עידוד לחקלאי, הן במימשק הקונבנציונלי והן באורגאני. דוגמה ייחודית לכך היא השימוש בדבורי הבר מהמין ***Bombus terrestris***

L. להאבקה טבעית של עגבניות-חממה, שהוביל את החקלאי להכרה בצורך ובאפשרות להפחית את השימוש בחומרי הדברה, הכרה שהניעה אותו להשתמש, ביוזמתו, בחלופות לא-כימיות להדברת פגעים, כדי לסכן באורח מזערי ככל האפשר את דבורי הבר המועילות. (6). **Van Lenteren** (13) מדגיש את תרומתו של הממסד לעידוד השימוש בהדברה הביולוגית, הן בדרך של הוצאה מאסיבית של חומרי הדברה כימיים ממאגר השימוש המותר (מגמה שמתחזקת והולכת בקרב מדינות העולם המערבי, לקראת שנות האלפיים) והן במדיניות רשמית שמעודדת ותומכת בפועל בגישת ההדברה המשולבת של פגעים. הנה כי כן, דומה שקיים עתה, יותר מאי-פעם בעבר, צירוף נסיבות מתאים שירחיב במידה משמעותית את השימוש בטכנולוגיות ביולוגיות להדברת פגעים בחקלאות המודרנית, ובמיוחד שימוש בהדברה הביולוגית של פרוקי-רגליים בעזרת פרוקי-רגליים אחרים, מועילים. טבעי הדבר שהמימשק האורגני הוא שיוביל מגמה זו בעתיד הנראה לעין.

רשימת הספרות

- בלומברג, ד' (1989) כימוס (אנקאפסולציה) – מנגנון הגנה של חרקים בפני טפיליהם, וחשיבותו בהדברה ביולוגית של מזיקים. "מחקר חקלאי בישראל", ג' (2-1) : 45-58.
- בלומברג, ד' ; סבירסקי א' ; ויסוקי, מ' ; יזהר, י' (1995) הדברה ביולוגית של מזיקים במטעים. "עלון הנוטע" מ"ט : 2-5.
- גלזר, א' (1989) נמטודות טפילות על חרקים כאמצעי להדברה ביולוגית של מזיקי חקלאות. "מחקר חקלאי בישראל", ג' (2-1) : 79-93.
- נבון, ע' : ויסוקי, מ' (1989) החיידק בצילוס תורנינגיינזיס כמדביר ביולוגי של מזיקי חקלאות. "מחקר חקלאי בישראל" ג' (2-1) : 59-78.
- סבירסקי, א' (1989) הדברה ביולוגית בעזרת פרוקי רגליים (חרקים ואקריות). "מחקר חקלאי בישראל", ג' (2-1) : 11-44.
- שטיינברג, ש' (1994) שימוש בדבורת הבומבוס להאבקה בחממות עגבנייה גורר הפחתת השימוש בחומרי הדברה בהן. "השדה", ע"ד : 951-1003.
- **7. DeBach, P. and Rosen, D. (1991) Biological Control by Natural Enemies, 2nd edition.**
- **Cambridge University Press, Cambridge, UK. 440 pp.**
- **8. Godfray, H.C.J (1994) Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology.**
- **Princeton University Press, Princeton, NJ. 473 pp.**
- **9. Havron, A. and Rosen, D (1994) Selection for organophosphorus pesticide resistance in two species of *Aphytis*. In; Rosen, D. (Ed.) Advances in the Study of *Aphytis* (Hymenoptera: Aphelinidae). Intercept, Andover, UK. pp. 209-220.**
- **10. Horn, D.J. (1988) Biological control. Chapter 9 in: Ecological Approach to Pest Management.**
- **Elsevier Applied Science Publications, London, UK. pp. 170-185.**
- **11. Hoy, M. (1990) Pesticide resistance in arthropod natural enemies: variability and selection responses. In: Roush, R.T. and Tabashnik, B.E. (Eds.) Pesticide Resistance in Arthropods. Chapman and Hall, New York, NY. pp. 203-236.**

- **12. Lenteren, J.C. van (1986) Parasitoids in the greenhouse: successes with seasonal inoculative release system. In: Waage, J.K. and Greathhead, D.J. (Eds) Insect Parasitoids. Academic Press, London, UK. pp. 341-374.**
- **13. Lenteren, J.C. van (1994) Biologically based crop protection: the approach for the 21st century. *Med. fac. Landbouww. Univ. Gent* 59: 163-169.**
- **14. Lenteren, J.C. van and Woets, J. (1988) Biological and integrated pest control in greenhouse. *Ann. Rev. Entomol.* 33: 239-269.**
- **15. Minkenberg, O.P.J.M. (1990) On Seasonal Inoculative Biological Control. Ph. D. thesis. Wageningen Agricultural University, the Netherlands. 230 pp.**
- **16. Revensberg, W.J. (1992) The use of beneficial organisms for pest control under practical conditions. *Pflan. Nach. Bayer* 45: 49-71.**
- **17. schelt, J. van (1993) Market-driven research and development in biological control. *Pestic. Sci.* 37: 405-409.**
- **18. Wajnberg, E and Hassan, S.A. (Eds.) (1994) Biological Control with egg Parasitoids. CAB international, Wallingford, UK. 304 pp.**

מיקרוביולוגיה של הקרקע והדברה ביולוגית של מחלות צמחים

עפר קליפלד - חברת מיקונטרול בע"מ

הקרקע - תיאור כללי

ב

מהלך המחקר המיקרוביולוגי של הקרקע, שהחל לפני כמאה שנים, מצאו החוקרים כי הקרקע (המוגדרת כשכבה מאווררת על שטח פני כדור הארץ, המספקת מקום מחייה לאורגניזמים שונים), אינה רק חומר סטטי בעל תכונות פיסיקליות שונות, אלא מערכת ביולוגית, בעלת מאזן ביולוגי דינמי.

הקרקע נוצרה על ידי גורמים פיסיקליים, כימיים, אקלימיים וביולוגיים שונים. בקרקע מצויים קומפלקסים של מינרלים ופולימרים אורגניים (הומוס), אשר בתוכם מצויים: מלחים, מולקולות אורגניות, מים וגזים. מרכיב מרכזי הנו המיקרו והמיקרו אורגניזמים, המצויים בכמויות גדולות, יחד עם שורשים מתים ושאריות פאונה בדרגות פירוק שונות.

הקרקע כוללת חמישה מרכיבים עיקריים: חומר מינרלי, מים, אויר, חומר אורגני, ואוכלוסייה ביולוגית. האוויר והמים תופשים כמחצית מנפח הקרקע. לחלק האי אורגני בקרקע, יש השפעה על זמינות חומרי המזון ועל האוורור וכושר פסיחת המים, ומכאן השפעה רבה על האוכלוסייה המיקרוביאלית.

החלק החי של הקרקע מהווה פחות מ 1% מנפחה הכללי. החלק החי כולל 3 מרכיבים:

1. מיקרו פלורה הכוללת: וירוסים, חיידקים, אקטינומציטים, פטריות ואצות.

2. מיקרופאונה הכוללת: חד תאיים- מקבוצת הריסניות, השוטניות, והאמבות.

3. פאונה הכוללת: תולעים ופרוקי רגליים.

חלוקה זו כללית ביותר ויש בקרקע קבוצות אורגניזמים (כמו **Myxomycetes**) המגשרים בין המיקרופלורה למיקרופאונה ואינם מסווגים באף אחת מן הקבוצות, אי לכך משתמשים במושג **Protista** הכולל את כל המיקרואורגניזמים.

ההומוס

המקטע האורגני בקרקע נקרא הומוס. מקטע זה הנו תוצר פרוק של צמחים ובעלי חיים באמצעות המיקרואורגניזמים. ההומוס מכיל גם את המיקרואורגניזמים ותוצרי המטבוליזם שלהם.

ההומוס מכיל פחמן וחנקן אורגניים, הדרושים להזנת המיקרואורגניזמים. ההומוס נמצא במצב דינמי – ממשיך להיווצר ובמקביל גם להתפרק. פרוק מוריד את רמת הפחמן בקרקע. קצב הפרוק מהווה מדד לפעילות הביולוגית ותלוי במבנה ודישון הקרקע. באדמת בור כמות החומר האורגני קבועה למדי, בעוד שבקרקע חקלאית, הוא משתנה בהתאם לגידולים. החומר האורגני מכיל מימן, חמצן, חנקן, זרחן וגופרית וכן פחמן וחנקן אורגניים, הדרושים להזנת המיקרואורגניזמים, עובדה ההופכת את החומר האורגני לרזרבת המזון העיקרית בקרקע. חלק קטן ממקטע ההומוס מסיס במים. מצויות בו מגוון תרכובות כגון: פוליסכרידים, חומצות אמיניות קשורות, תרכובות ארומטיות, תרכובות זרחניות ועוד.

האוכלוסייה המיקרוביאלית בקרקע – חיידקים- פטריות ואחרים

הקרקע עשירה באוכלוסייה מגוונת של יצורים זעירים- מיקרואורגניזמים. אוכלוסייה זו כוללת מספר רב של מינים וסוגים, בעלי פעילויות שונות. מבחינה חקלאית ניתן להבחין בין מיקרואורגניזמים מזיקים ומועילים לצמחים, לבין כאלה שאינם משפיעים כלל על גידולי החקלאות. רוב אוכלוסיית הקרקע שייכת לקבוצה השלישית והינה פסיבית מבחינת השפעתה הישירה על גידולי החקלאות.

מספר האורגניזמים הוא כ- 10^9 יחידות ריבוי לגרם קרקע, אי לכך ניתן להתייחס אל הקרקע כאל רקמה חיה.

בקרקע קיימת שונות רבה ממקום למקום, ובדרך כלל ניתן לראות את המיקרואורגניזמים, כשרויים במצב מתמיד של רעב, אשר מהווה את אחד הגורמים לפעילותם.

המיקרואורגניזמים מתרכזים בעיקר בשכבות העליונות של הקרקע, בעומק הקרקע פוחת מספרם. גורמים נוספים המשפיעים על שכיחות המיקרואורגניזמים בקרקע הם: לחות, חומר אורגני, חומציות, טמפ', צמחיה ועונות השנה. כמות החומר האורגני משפיעה על כל הקבוצות, החומציות מעודדת באופן יחסי את הפטריות, שינוי לחות הקרקע, ממצב יבש עד 80% רוויה, מעלה את מספר החיידקים ורוויה מפחיתה את כמות החיידקים. מבין החד תאיים כמות הריסניות עולה בתנאי לחות גבוהה ועם ירידת הלחות עולה מספר האמבות.

החיידקים

החיידקים הם הקבוצה הנפוצה ביותר בקרקע, בדרך כלל מספרם רב יותר מכל יתר הקבוצות גם יחד. באדמות מאווררות, החיידקים והפטריות הם האורגניזמים העיקריים ובסביבה המכילה מעט חמצן, או מחוסרת חמצן הרי החיידקים הם האחראיים הבלעדיים לשינויים כימיים וביולוגיים. החיידקים בולטים בחשיבותם, עקב כושרם להתרבות במהירות ולפרק במהירות וביעילות חומרי טבע.

מספר החיידקים וסוג החיידקים משתנה בהתאם למספר גורמים:

דרגת העיבוד - ככל שהקרקע מעובדת יותר ופחות חשופה, כך עולה מספר החיידקים, זאת בשל נוכחות חומר אורגני, המסופק לקרקע עקב נוכחות שורשים.

לחות - משפיעה בשתי דרכים. המים הם מרכיב חשוב בפרוטופלסמה והם חיוניים להתפתחות וגטטיבית, אבל כאשר הם בעודף, חל דיכוי בהתרבות המיקרוביאלית, מאחר והדבר מגביל את חילוף הגזים ומוריד את אפשרות הספקת החמצן. פעילות אופטימלית של חיידקים אאירוביים היא בתכולת רטיבות בין 50-70 אחוז מקיבול השדה.

PH - דרגות חומציות או בסיסיות קיצוניות, מעכבות הרבה חיידקים. המצב האופטימלי הוא בסביבה נייטרלית.

טמפרטורה - אוכלוסיית החיידקים גדלה כאשר עוברים מאזורים קרים לאזורים חמים. באזורים קרים החיידקים עוברים את החורף במצב בלתי פעיל. הטמפרטורה משפיעה על כל פעילות ביולוגית ולכל מיקרואורגניזם, יש אופטימום טמפרטורה לפעילות וטווח טמפרטורה המאפשר גידול. מיקרואורגניזמים מזופילים הנם בעל אופטימום של 25°C - 30°C וטווח 15°C - 45°C ואלו הם רוב החיידקים בקרקע. יש חיידקים המתפתחים מתחת ל 20°C ואלו הם הפסיכרופילים אשר אין לנו כל הוכחות לקיומם. ישנם גם חיידקים טרמופיליים בעיקר במעינות החמים הגדלים בטמפרטורה של 45°C - 65°C ויותר.

נוכחות חומר אורגני ואי אורגני – החומר האורגני המכיל גם פחמן וחנקן, חיוני ביותר להזנת המיקרואורגניזמים בקרקע ובכלל זה החיידקים.

אקטינומיצטים

האקטינומיצטים (**Actinomycetes**) הם קבוצת ביניים החופפת בין החיידקים לפטריות החוטיות, ומהווה את הגורם השני במספרו בקרקע אחרי החיידקים. האקטינומיצטים הם בעלי תא אחד ולהם תפטר עדין ומסונף שיכול לעבור חלוקות או יכול להתחלק לצורות של ספורות. מבחינת מבנה הדופן ונוכחות נוקלאואיד, האקטינומיצטים נחשבים לחיידקים. האקטינומיצטים נפוצים לא רק בקרקע אלא גם בבוץ נחלים, קומפוסט, קרקעית אגמים וכו'. האקטינומיצטים מצויים בעיקר בשכבת הקרקע העליונה, אולם הם מגיעים גם לעומק ניכר. באדמות בעלות **PH** גבוה, חלק ניכר יחסית של האוכלוסייה הם אקטינומיצטים.

פעילות האקטינומיצטים מושפעת מנוכחות פחמן זמין וחומר אורגני בכללו. הם מעדיפים לחות נמוכה ו **PH** גבוה. טווח טמפרטורה 5°C - 39°C ואופטימום של 28°C - 37°C .

האקטינומיצטים גדלים לאט וכאשר רמת החומר האורגני גבוהה והתחרות חזקה, הם אינם נפוצים ביותר. אינם מופיעים בתחילת פירוק של שאריות צמחים, אולם כאשר חומרי המזון מוגבלים יותר והלחץ התחרותי יורד, האקטינומיצטים מתרבים יחסית. הם אורגניזמים הטרוטרופיים ותלויים בנוכחות חומר אורגני. האקטינומיצטים מפרקים הן תרכובות פשוטות והן מורכבות הכוללות: פוליסוכרים, חלבונים, שומנים וכדומה.

פעילות האקטינומיצטים בטרנספורמציות בקרקע אינה ידועה עדיין בשלמותה. קיימות הוכחות על השתתפותם בתהליכי: פירוק שאריות קשות פירוק של צמחים ובעלי חיים, יצירת הומוס, טרנספורמציות של זבל ירוק, יצירת קומפוסט ועוד.

ידועים אקטינומיצטים גורמי מחלות צמחים כגון: **Streptomyces scabies** הגורם גרב בתפוחי אדמה ואחרים.

בניגוד לגורמי המחלות מצויים אקטינומיצטים בעלי חשיבותם רבה בקביעת שיווי המשקל הביולוגי בקרקע, עקב כושרם האנטגוניסטי החזק. כושר זה מושג באמצעות יצור והפרשת

תרכובות אנטיביוטיות. לתכונה זו חשיבות לצורך השימוש להדברה ביולוגית כנגד בפטריות הגורמות מחלות שורשים בקרקע.

פטריות

בקרקות מעובדות ומאווררות מהוות הפטריות את המסה המיקרוביאלית הגדולה ביותר בקרקע. הדבר נובע מגידול הפטריות והתפשטותן המהירה, כרשת קורים בקרקע. באדמות חומציות, הפטריות הן הגורם העיקרי בפירוק חומר אורגני (באדמות יער וכו'). בדיקות אקולוגיות מראות כי בקרקע מדושנת ניתן למצוא 10 – 100 מטר תפטיר חי ופעיל בגרם קרקע, בחישוב משקלי נמצא, כי תפטיר חי בקרקע שוקל כ- 250 ק"ג לאקר.

פטריות יוצרות נבגים בלתי מיניים (קונידיה) או נבגים מיניים (ספורות). הקונידיה הם הנפוצים ביותר. צורת הנבגים, צבעם וצורת הופעתם, קובעים את הטכסונומיה של הפטריות.

מספר הפטריות בקרקע הינו מ- 10^4 עד 10^6 פטריות לגרם קרקע.

השפעת הסביבה

התפוצה והפעילות הפיסיולוגית של הפטריות שונה בהתאם למקום התפתחותן. האוכלוסייה המקומית, משתנה עם הזמן ובהתאם למצב הקרקע. הגורמים העיקריים המשפיעים על תפוצת הפטריות הם: מצב החומר האורגני, ריכוז יוני המימן (המשפיע על ירידת ה- **PH**), דישון אי אורגני או זיבול אורגני, לחות, איורור, טמפרטורה, עונות השנה והרכב הצמחייה. הפטריות ניזונות באופן הטרוטרופי, לכן תפוצתן נקבעת בעיקר בהתאם לחומר האורגני הניתן לחמצון.

הסוגים הנפוצים בקרקע הם: **Aspergillus, Fusarium, Trichoderma,**

Penicillium, Mucor והם מושפעים מכל תנודה בהרכב החומר האורגני.

פטריות רבות יכולות לחיות בטווח **PH** רחב, אולם עקב כושר תחרות גבוה ב- **PH** נמוך, הרי באדמות חמוצות נמצא יותר פטריות. הכושר המטבולי של הפטריות נמוך מאוד בלחות נמוכה, אי לכך מספר הפטריות הוא תואם את רמת הלחות בקרקע. פטריות נשמרות יפה גם בתנאי יובש בעזרת ספורות, קונידיות וקישיונות. רוב הפטריות הן מזופיליות, באשר לדרישת הטמפרטורה שלהן, אולם יש גם פטריות טרמופיליות בעיקר אלו המתפתחות בקומפוסט.

הגידולים החקלאיים הגדלים בקרקעות השונות, משפיעים על אוכלוסיית הפטריות, לא רק עקב תוספות החומר האורגני, אלא גם מכיוון שפטריות שונות, קשורות במשפחות צמחים מסוימות.

תפקידים בקרקע

הפטריות הן הטרוטרופיות מוחלטות חסרות כלורופיל. הן נחלקות ל 4 קבוצות על פי הזנתן :

ספרופיטיות חסרות סוכרים, מפרקות ליגנין, פטריות פרזיטיות ופטריות פתוגניות על שורשי צמחים. תופעת הפרזיטיות אינה נדירה בין פטריות. הן טפילות על צמחים, על אמבות ועל פטריות אחרות. פטריות אחדות טפילות על גם על פרוטוזואה. ישנן פטריות מסוימות אשר לוכדות נמטודות.

עיקר חשיבות הפטריות היא בפירוק חומר אורגני: שאריות צמחים, זבל ירוק, שאריות בעלי חיים וכו'. עם הוספת חומר אורגני, בעיקר באדמות עם **PH** נמוך, יש עליה רבה במספר הפטריות. הפטריות מפרקות צלולוז, המיצלולוז, עמילן, פקטינים וליגנינים. בקרקעות מאווררות היטב חשיבותן ופעילותן רבה, לעיתים יותר מזו של החיידקים. הפטריות יכולות לפרק גם חלבונים כמקורות לפחמן וחנקן.

בתנאים מסוימים מתחרות פטריות עם הצמחים העילאיים, על ניטרט ואמוניה ומורידות את תכולת החנקן בקרקע. פירוק החומר האורגני מסייע ליצירת הומוס. הפטריות משפיעות גם על האגרציה של הקרקע, באמצעות קשירה מכנית של חלקיקי הקרקע, על ידי קורי התפטיר.

פתוגניות

פטריות ספרופיטיות מסוימות, מסוגלות לחדור לרקמות חיות של צמחים ולגרום למחלות ולתמותה. קיימים פרזיטים פקולטיביים המסוגלים להתקיים מחומר אורגני בקרקע ויתקיפו צמחי תרבות עם גידולם בשדה. הפטריות הטיפוסיות לקרקע, הן בעלות כושר תחרותי ניכר ופעילות כפתוגניים בלתי ספציפיים. קיימים גם פרזיטים אובליגטורים (מוחלטים) שאין להם כל תפקיד בפירוק ההומוס וכן פרזיטים ספציפיים.

קיימת גם אסוציאציה בין פטריות לצמחים גבוהים הקרויה **Mycorrhiza**. הפטרייה קשורה לשורשי הצמח העילאי באופן חיצוני או חודרת לרקמותיו, הצמח מספק לפטרייה קרבוהידרטים ותוצרי ההטמעה, וייתכן שגם ויטמין **B**, חומצת אמינו ועוד. (אסוציאציה בין אצה לפטרייה יוצרת את החזזית).

אצות

אצות הן אורגניזמים פוטוסינטטיים, הן זקוקות לאור ולכן גדלות באזורים לחים ומוארים. ניתן למצוא אותן כמעט בכל דגימת קרקע (בשיעורים די נמוכים בהשוואה לקבוצות האחרות בקרקע).

האצות ירוקות עקב הכלורופיל שלהן, אם כי לעיתים צבעים אחרים מחפים על צבע הכלורופיל. מבחינה מורפולוגית האצות יכולות להיות חד תאיות או חוטיות. אצות הקרקע בדרך כלל קטנות יותר ופשוטות יותר מאצות המים. רוב האצות הן אורגניזמים פוטואוטוטרופיים, המשתמשים באור כמקור אנרגיה ובפחמן דו חמצני כמקור פחמן יחיד. הערכות כמותיות הראו נוכחות של 100 – 50.000 אצות לגרם קרקע בשטח הפנים העליון. בתנאים קשים המספר יורד באופן ניכר. בדרך כלל הן מתפתחות יפה באדמות נייטרליות ובסיסיות.

הדברה ביולוגית

החי והצומח נמצאים בשיווי משקל הרמוני בסביבתם הטבעית, שבה קיומו ושכיחותו של יצור תלויים בקיומם ובשכיחותם של יצורים אחרים. במקביל תלוי קיומה והרכבה של כל מערכת החי והצומח בתנאי הסביבה. האדם הפר את שיווי המשקל הזה בעיקר על ידי שימוש במונוקולטורה ובחומרי הדברה. קשה להעלות על הדעת את קיומה של החקלאות המודרנית ללא השימוש בחומרי הדברה כימיים כגון: הרביצידים, פונגיצידיים, אינסקטיצידים וכו'. השימוש בחומרי הדברה גורם לנזקים צפויים ובלתי צפויים לסביבה, לאדם ולחי. יעילותם של חומרי ההדברה יורדת עם הזמן, בשל תופעת הפירוק המואץ של חומרי הדברה, בעלי ייחודיות גבוהה וכן בשל השימוש בחומרים ספציפיים למזיקים, או לגורמי מחלות מסוימים, דבר המביא להופעת מזיקים וגורמי מחלות העמידים לחומרים אלה.

ככל שגברה המודעות לסכנות מחומרי ההדברה, כן הוחמרו דרישות הרשויות להבטחת בטיחותם ויעילותם, וכתוצאה מכך עלו הוצאות הפיתוח ופחת מספרם של חומרי ההדברה החדשים שיצאו לשוק. סיבות אלו הביאו לחיפוש אחר שיטות אחרות להפחתת נזקים, שגורמים לצמחים עשבים, מזיקים וגורמי מחלות. עיקר החיפושים התרכזו בשיטת ההדברה

(biological control) הביולוגית

למונח הדברה ביולוגית יש מספר הגדרות אך המאחד את רובן הינו:

"שימוש ישיר או עקיף באורגניזמים להפחתת שיעור מחלה,

על ידי השפעה, ישירה או עקיפה, על הפתוגן או המאכסן".

ניתן לחלק את שיטות ההדברה הביולוגית לשני סוגי פעולות: כאלה המתרחשות בתוך הצמח וכאלה המפחיתות את המחלה על ידי שינוי הסביבה החיצונית של הצמח.

הפחתת שיעור המחלה על ידי שינויים פנימיים בצמח:

שיטת ההנדסה הגנטית (אסורה לשימוש בחקלאות אורגנית) זכתה בשנים האחרונות להצלחות בהקניית עמידות לצמחים בפני מזיקים וגורמי מחלות. בשיטה זו, הוקנתה עמידות בפני נגיפים, לצמחים שבתאיהם הושלל הגן הנגיפי, ליצירת מעטפת הנגיף. צמחים שהחלו לייצר את הנגיף,

נעשו עמידים בפני אותו נגיף. צמחים המכילים גנים זרים נקראים **transgenic plants**.

יש הכוללים שיטה זו כהדברה ביולוגית. מאחר ומעטפת הנגיף שהוחדרה היא שהקנתה לצמחים את עמידותם. העמידות נוצרה על ידי הצמח עצמו.

צרות נוספות של הדברה ביולוגית המתרחשת בתוך הצמח הן ההגנה הצולבת

(cross protection) והעמידות המושרית **(induced resistance)**. ההגנה

הצולבת עושה שימוש בזנים היפרווירוולאנטיים (בעלי רמת וירולנטיות נמוכות), על מנת למנוע הדבקה ופיתוח מחלה על ידי זנים בעלי רמת וירולאנטיות גבוהה. שיטה זו זכתה להצלחה בברזיל במלחמה נגד הנגיף, הגורם את מחלת הטריסטזה בהדרים. העמידות המושרית, בדומה

להגנה הצולבת, נגרמת בצמח, על ידי הדבקה מוקדמת בזן אי וירולאנטי של הפתוגן. תופעה זו נצפתה בחיידקים ובפטריות שהם פתוגניים לעגבנייה, למלפפון ולתפוח אדמה.

הפחתת שיעור המחלה על ידי שינויים בסביבה החיצונית של הצמח

ניתן לחלק את השיטות הנכללות בגישה זו לשתי קבוצות: שיטות ישירות ושיטות עקיפות.

א. השיטות הישירות:

שימוש בתרביות של מיקרואורגניזמים – לדוגמא, הדברה ביולוגית של עשבי בר, בחקלאות ובמאגרי מים, על ידי שימוש בפטריות גורמות מחלות, הן על ידי הכנסת גורמי מחלות לאזורים חדשים והן על ידי הגברת פעילותם של גורמים אנדוגניים.

שימוש בתכשירים המכילים מיקרואורגניזמים ומוצריהם, יחד עם חומרי מזון וחומרי שימור להגנת האנטאגוניסטים ומוצריהם. תכשירים כאלו הנמצאים בשימוש מסחרי מעטים ביותר ועימם אפשר למנות את התכשיר המכיל תרבית של זן מיוחד (**K84**) של החיידק **Agrobacterium radiobacter** המייצר רעלן ייחודי - **Agrocin 84**, הפעיל נגד החיידק גורם העפצים **Agrobacterium tumefaciens**. תכשיר אחר המכיל נבגים של הפטרייה **Peniophora gigantea** המשמשת למניעת אינפקציית חתכים בעצי אורן על ידי הפתוגן **Heterobasidium annosum**.

ב. השיטות העקיפות:

1. הפעלת מחזורי זרעים המשאירים את הפתוגן בלא מאכסן מתאים ומעודדים התפתחות מיקרופלורה אנטאגוניסטית.
 2. הוספת חומרים (אורגניים ואי אורגניים) המעודדים את המיקרופלורה האנטאגוניסטית, מגבירים את עמידות הצמח, ומחלישים את הפתוגן.
- הפעלת אמצעים פיסיקליים כגון סולאריזציה וקיטור הפועלים ישירות על הפתוגן אך גם משנים את אוכלוסיית הקרקע ועשויים להגביר את פעולת האנטאגוניסטים.
- אמצעי סניטציה – הכוללים הרחקה, שריפה או קבירה של שאריות צמחים נגועים והשמדת צמחי בר, המשתתפים במחזור החיים של הפתוגן, או משמשים נשאים שלו – מורידים את רמת המידבק ומאפשרים פעולה יעילה יותר של האנטאגוניסטים.

פעולות ספונטניות הקורות בטבע – כגון: מחזורי ייבוש והרטבה, תקופות יובש ארוכות, חמסינים, רוחות שרב והצפה לתקופה ממושכת – עשויות להקטין את רמת אוכלוסיית הפתוגן ועוצמת פעילותו, להגביר את פעילותה של האוכלוסייה האנטאגוניסטית ולהפחית שיעורי מחלות.

הדברה ביולוגית של פטריות פתוגניות באמצעות תבדידים לא אלימים של אותן פטריות.

הצמדת המושג פתוגן למין מסוים של אורגניזם או פטרייה, מציינת את העובדה שלמין זה היכולת לגרום מחלה. אולם לגזעים שונים השייכים לאותו המין יש לעיתים הרכב גנטי שונה והוא הקובע את רמת האלימות שלהם, המתבטאת בעוצמות שונות של סימפטומים אופייניים למחלה. גזעים (תבדידים) לא פתוגניים, או כאלה שהסימפטומים שהם מחוללים חלשים מאוד, מכונים "תבדידים תת אלימים" (היפווירולנטיים).

לגזעים התת אלימים מייחסים פוטנציאל גדול בהדברתם הביולוגית של הגזעים האלימים של אותו מין או סוג פטריות. הדמיון הרב בתכונות ובכלל זה יכולת דומה לאכלס אותן סביבות מיקרואקולוגיות, תכונה המאפשרת לשני סוגי הגזעים, להתחרות בהצלחה במיקרואורגניזמים אחרים על מקורות המזון. ישנן דוגמאות לא מעטות, המעידות שהדברה ביולוגית של מחלות, שגרמו פטריות בקרקעות מדכאות (סופראסיביות) מסוימות, התבצעה על ידי גזעים תת אלימים של אותן פטריות.

בישראל תבדיד לא אלים של **R. solani** שהגן בהצלחה על נבטי צמחים שונים, בפני התקפתם של תבדידי ריזוקטוניה אלימים, השייכים לקבוצות אי התאם שונות. התברר שכ 30% מתבדידי הריזוקטוניה, שבודדו מקרקעות שונות בארץ, היו לא אלימים (הם נבדקו על 11 פונדקאים שונים).

אך רק אחד מכל התבדידים האלו, הצטיין בכושר הגנה טוב על נבטים בפני חולי נופל.

הדברה ביולוגית כתופעה טבעית

באזורים שונים בעולם נמצאו הבדלים בתגובות גידולים שונים למחלות המועברות בקרקע.

התברר שיש קרקעות ה"מדכאות" פתוגן מסוים (**suppressive soils**) ולעומתן

אחרות המעודדות את הפתוגן

(**conductive soils**). התברר כי תופעה זו ביולוגית ביסודה, וכי אפשר לבודד את

הגורמים האחראיים לדיכוי הפתוגנים ולהעביר את תכונת הדיכוי מקרקע טבעית לקרקע מעוקרת.

תופעה אחרת – הפונגיסטאזיס – קשורה בפעילותה של אוכלוסיית הקרקע הספרופיטית, ומעידה על קיומה של הדברה ביולוגית בכל קרקע טבעית. בכל קרקע כזו קיימת אוכלוסיית פטריות עשירה, מרביתה בצורת נבגים שאינם נובטים למרות יכולתם לנבוט בקרקע מעוקרת.

בעיות וסיכונים בהדברה ביולוגית

ההדברה הביולוגית בשיטת ההנדסה הגנטית (אסורה בחקלאות אורגנית), מביאה לשחרורם לטבע של מיקרואורגניזמים וצמחים טרנסגניים (שהועברו להם תכונות חדשות באמצעות שינויים גנטיים), אשר עלולים להעביר את הגנים החדשים שלהם, לצמחים ולאורגניזמים אחרים. בעקבות תופעה זו עלולות להתפתח תופעות בלתי רצויות, שלא נחזו מראש. אי לכך לפני השימוש באנטגוניסט כמדביר ביולוגי, יש לוודא תחילה, שאין הוא מהווה סכנה פוטנציאלית לאדם ולחי, ושאינו פתוגני לצמחים.

ישנן כיום תקנות לבדיקה מפורטת של הנזק הפוטנציאלי שגורמים מדבירים מלאכותיים לסביבה, במטרה להקטין עד למינימום את הסכנות הכרוכות בשימוש בתכשיר חדש. החובה לבצע בדיקות אלה, מצמצמת את השימוש המסחרי בתכשירי הדברה ביולוגית חדשים, ומעלה במידה מסוימת את עלות פיתוחם. טרם נודע על גורם פעיל כלשהו בתכשיר להדברה ביולוגית נגד חרקים ופתוגניים שיצא מכלל שליטה.

התנאים להצלחת ההדברה הביולוגית

הכנסת גורם פעיל בהדברה ביולוגית לסביבה מסוימת, אינה מבטיחה את הצלחת פעולתו של הגורם. גורמים שונים היוצרים תנאים לא מתאימים עלולים למנוע מן הגורם את פעולתו. מכיוון שמדובר בסביבה טבעית לא מבוקרת, אין אפשרות לשלוט על גורמים שונים כגון אקלים. לדוגמא, הצלחת הדברה ביולוגית של חרקים, בעזרת חרקים טורפים, מותנית בהבנה עמוקה של ההיבטים האקולוגיים, הנוגעים למאחסן, לטורף ולמזיק כאחד.

מיקרואורגניזמים המיושמים בקרקע, יפגשו אוכלוסיית קרקע הגדולה מהם מאות ואף אלפי מונים, המתחרה אתם על מזון וחמצן, ויוצרת חומרים המונעים את התפתחותם. יש לוודא שהתכשיר המיושם יכול לא רק את האנטגוניסט הרצוי, אלא גם מזון שיאפשר לו התפתחות סלקטיבית, בסביבתו החדשה. כמו כן יש ליישם את התכשיר במקום שבו סיכויי ההדברה הם הטובים ביותר, בהתחשב בגורם המחלה: על זרע, על השורש, על העלווה, ורק במקרים מיוחדים גם בקרקע.

רשימת ספרות

אורדנטליך אריה, חת אילן. "טריכודרמה כדגם להדברה ביולוגית של פטריות שוכנות קרקע". מחקר חקלאי בישראל, ג' עמ' 137-152, 1989.

הניס יגאל. "הדברה ביולוגית – סיכויים וסיכונים". מחקר חקלאי בישראל, ג' 1-2, 3-10, 1989.

סנה ברוך. "הדברה ביולוגית של פטריות פתוגניות באמצעות תבדידים לא אלימים של אותן פטריות". מחקר חקלאי בישראל, ג' 1-2, 163-171, 1989.

עקרונות גידולי ירקות אורגנים בבתי צמיחה

איציק כהן. מדריך ירקות אורגנים בבתי צמיחה

ארגון לחקלאות אורגנית

כיום אנו מוצאים שפע של ירקות אורגנים כמעט בכל עונות השנה וכל זאת הודות ל**בתי צמיחה** מסוגים שונים. מסתבר שאפשר וניתן לאמץ עקרונות מתקדמים לחקלאות האורגנית בבתי צמיחה.

האזרח שמגיע לבקר בחנות ירקות אורגנית או במחלקת הירקות בסופרמרקט { בישראל, אירופה או ארה"ב } מוצא שפע ירקות אורגנים בכל השנה מעטים עדיין זוכרים שעגבניות, מלפפונים, פלפל, עגב' צרי, אבטיחים, מלונים וירקות אורגנים נוספים ניתן היה להשיג בקיץ או בסוף האביב בשאר העונות הסתפקו בעלים { כרוב, כרובית, חסה וכו' }.

■ כיום מגדלים בישראל מגוון גדול של ירקות אורגנים במשך כל השנה כמעט בלי משמעות לעונות השנה וזאת הודות ל**בתי צמיחה** מסוגים שונים { חממות, מנהרות עבירות, מנהרות נמוכות ובתי רשת }. חקלאי הרוצה להבטיח אספקת ירקות אורגנים בכל השנה ללא תלות במזג אוויר, חייב לאמץ את עקרונות החקלאות האורגנית המודרנית המגדלת בבתי צמיחה.

■ בבתי הצמיחה האורגנים בטכנולוגיה מתקדמת אנו מנסים לתת לצמח את התנאים האופטימאליים לגידולו, וכמובן תמיד נשקיע באמצעים טכנולוגיים לשליטה על כל התנאים האלה, כמו לחות, אור וחום { ע"י בקרת אקלים, מחשבים, מסך טרמי וכו' }.

■ גידול בבית צמיחה אורגני מצריך ידע רב ביותר מאשר גידול בשטח פתוח מכיוון שבבית צמיחה אורגני נוצר מקרו אקלים השונה מהאקלים בחוץ. אנו רואים בעיות של טמפרטורות גבוהות בשעות מסוימות ביום לחות גבוהה ומחסור באור, יחד עם זאת הגידול מהווה אתגר גדול ומאפשר כאמור גידול ירקות אורגנים כל השנה.

■ מרבית החקלאים האורגנים מייצאים את תוצרתם לאירופה וחלקם לארה"ב. התוצרת צריכה לעמוד בדרישות התקן של השוק האירופי המשותף והתקן האמריקאי.

■ החקלאים האורגנים בישראל מאוחדים ברובם על ידי הארגון לחקלאות אורגנית בישראל. הארגון חבר שנים בפדרציה העולמית לחקלאות אורגנית וכמובן שלפדרציה יש תקן משלה וכן רשימת חומרים מותרים לשימוש. גם לאמריקנים יש תקן משלהם יש דמיון רב לתקן האירופי אבל הן אינן זהות. ולכן כל רשימה חומרים שתופיע יש לבדוק בחברת הפיקוח מה מותר לשימוש ומה לא.

■ חשוב לציין שיש דרישה באירופה לתוצרת רציפה כל השנה, ובכדי שהחקלאי האורגני ישמור על הקניינים שעובדים איתו לרצף שיווק באירופה, חייב לשטול את תוצרתו בבתי צמיחה אורגני בטכנולוגיה מתקדמת.

יתרונות בתי צמיחה אורגני בהשוואה לגידול בשטח פתוח

- . מייצג טכנולוגיה מתקדמת מאוד .
- . מאפשר שליטה בתנאי גידול קשים באזור .
- . שליטה על תקופת הגידול ומועד קבלת היבול .
- . מאפשר שימוש באמצעים ובטכנולוגיה מתקדמים .
- . ניתן לשלוט על גידול הירקות כמעט בכל תנאי אקלים ואור .

סוגי המבנים- חממה, בית רשת, מנהרה נמוכה, מנהרה גבוהה וסככת גידול {יתרונות וחסרונות של כל סוג}.

סוגי כיסויים- פוליאאתילן, זכוכית, פיברגלס, פוליקרבונט ורשת. ההבדל בין הכיסויים בתכונות העברת אור, גוון, עובי, מחיר, עמידות לאורך זמן וקשיים בהרכבה.

טמפרטורה- צריכת חום ושיטות חימום { מים חמים, אוויר חם, חימום חשמלי ומסך טרמי }.

צינון החממה- רשת הצללה, סיוד הגג, וילון, ערפול ונזקי עודף קרינה בחממה.

בקרת אקלים- חשיבות הבקרה שילוב המחשב כאמצעי לקליטת שינויים באקלים והפעלת האמצעים הטכנולוגיים. { כדוגמת יצירת לחות מתאימה }.

בחירת מבנה

קיימים היום מגוון של בתי צמיחה, מנהרות עבירות, מנהרות גבוהות ובתי רשת לשימושים חקלאיים. מספר חברות בונות בתי צמיחה { ימקו, עזרום, מיכה פרץ, טלמן, נטפים וכו' }. השיקולים החשובים בבחירת המבנה הם התאמתו לצרכי המגדל, וכמובן חשוב מאוד השיקול הכלכלי.

בבחירת המבנה חשוב לתכנן לטווח הארוך ולא רק לטווח הקצר. לעיתים ניתן לרכוש מבנה זול אבל מצריך תחזוקה רבה ויקרה. מבנה המכוסה זכוכית עמיד לאורך זמן אך יקר במחיר ובהקמה, מבנה המחופה בפוליאאתילן זול יותר אך מצריך החלפת היריעות מידי שנה-שנתיים, וזאת מלאכה שלא כל אחד יכול לבצע בעצמו ולא תמיד נמצאים בעלי המקצוע להחלפה כזאת בהישג יד.

מיקום בית הצמיחה האורגני

חשוב למקם את המבנה במקום שגם החקלאים שמגדלים מסביב יהיו אורגנים- כדי שלא יעבור רחף או ריסוס לא אורגני בטעות.

את בתי הצמיחה נבנה צפון דרום { מרזב } בכדי שנקבל אור מקסימלי במבנה.

הגידול בבית הצמיחה האורגני יהיה בעיקר בחורף אף כי ניתן להשתמש במבנה כל השנה על ידי שיפורים טכנולוגים מתקדמים { מסכים טרמיים, מאווררים ואמצעי הצללה מתאימים }.

בגידול חורף אחת הבעיות הוא מחסור באור הדרוש להתפתחות הצמח לכן חשוב למקם את בתי הצמיחה האורגנים במקום שיקבל שמש במשך רוב היום ולא יוצל ידי המבנה עצמו, בתיים או עצים גבוהים.

בבחירת בית הצמיחה האורגני יש לקחת מספר שיקולים

גובה המבנה- רצוי מבנה גבוה { 4-4.5 מטר גובה מרזב }. בארץ קיימת בעיה של עודפי חום בחממות ככל שהמבנה יהיה גבוה יותר עומס החום יהיה פחות על הצמחים ויהיה בחלק העליון/

חוזק המבנה . יש לקחת בחשבון אפשרות של רוחות חזקות-ברד וגורמי טבע חריגים נוספים בבחירת המבנה. פגעי הטבע יכולים לגרום לנזקים בחורף קשה { קריסת המבנה מברד, קריעת יריעות ניילון מרוח וכו' }. חוזק המבנה חשוב גם לצורך הדליה, אם נרצה לגדל בבית הצמיחה האורגני בהדליה הולנדית { פלפל, עגבניה או כל גידול אחר } הצמח והיבול מגיעים למשקל רב ויש לקחת בחשבון את עומס הפרי ומשקל הצמח על המבנה.

קורות רוחב . ניתן להדלות את הגידולים על המבנים המקובעים בקרקע. אך בתכנון בית הצמיחה האורגני כדאי לקחת בחשבון את האפשרות להתקנת מערכת הדליה התלויה בחלק העליון של המבנה, ולצורך זה יש לחזק את המבנה. ללא חיזוק כזה עלול המבנה לקרוס פנימה.

אוורור גג . פתחי אוורור בגג מאפשרים לשחרר את עומס החום ולווסת את הטמפרטורות ועודף הלחות בחממה/

מעבר אור אופטימלי למבנה . יש לזכור שעיקר הגידול בבית הצמיחה האורגני בחורף. יש חשיבות רבה לאור המגיע לצמח לצרכי הטמעה, כל פגיעה במעבר האור גורמת לפחיתה ביבול ביחס ישיר לרמת ההצללה. מבנה עם קורות גג עבות יקבל פחות אור מאשר מבנה עם שלד העשוי קורות דקים.

רשתות 61 מ"ש . יש לדאוג לאטימה מוחלטת של המבנה ברשתות 50 מ"ש נגד חרקים בהיקף בתי הצמיחה. וכן להקפיד על איטום הרשתות באזור המרזבים ובפתחי החממה.

שבועיים לפני השתילה מומלץ לנקות את הרשתות על ידי לחץ אוויר ומים { מתוך בית הצמיחה החוצה } . בכדי לאפשר אוורור מרבי לחממה וכן להוצאת כל שאריות החרקים על רשת 50 מ"ש/

חשוב! כניסה כפולה בפתח בית הצמיחה האורגנית.

מה לגדלוהכנת החממה לשתילה

יתרון בית הצמיחה האורגני הוא בחורף- בעונה קרה ניתן לגדל בחממה אורגנית ירקות שאינם יכולים לגדול בשדה הפתוח עקב רגישות למזג האוויר הקר.

הגידולים המומלצים- פלפל, {זנים שונים } פלרמו, עגבניות, עגבניות שרי, באשכול, מלפפון, חציל, קישוא, מילון, אבטיח, תות שדה וכו'.

כל הגידולים ניתנים לגידול בהדליה (למעט תות שדה אורגני) ע"י ליפופס סביב חוט היורד מקורות הגג של המבנה. על ידי כך נוכל לנצל טוב יותר את שטח החממה. או כמובן בהדליה ספרדית.

דישון והשקיה

כללי- בתכנון החממה יש לקחת בחשבון נושא הדישון וההשקיה- רצוי להכין את מערכת ההשקיה בהתאמה ותכנון מוקדם של מחשב השקיה ודישון מקומות השתילה (טפטוף). לאפשר השקיה ודישון באזורים שונים בנפרד לפי סוגי הירקות וכן להכין מערכת חכמה של דישון והשקיה במקביל.

השקיה

שיטות השקיה: המטרה, טפטוף, התזה, השקיה תת קרקעית, הצפה, תלמים וערפול. בבתי צמיחה משתמשים בעיקר בטפטפות, בממטירים ובמערפלים.

יתרונות ומגבלות של כל שיטת השקיה תוך כדי התייחסות ל: אחידות פיזור המים, חיסכון במים, הפעלה בתנאים שונים כמו שיפוע, סוגי קרקעות שונות לחצי מים מוגבלים ומחיר התקנת המערכת.

אביזרי השקיה- ממטיר, טפטפת, מתז, קוצב, צנרת. מחברים, שלוחה, מסנן, ראש מערכת רגילה, אוטומטית וחצי אוטומטית, וסת לחץ וטרנסיומטרים ועוד.

מדדים לקביעת מועד ההשקיה וכמות המים- סוג הצמח, שלב הגידול, סוג הקרקע, טופוגרפיה, אקלים ותנאי סביבה, גודל וגיל הצמח.

דישון אורגני ומשפרי קרקע

הדשנים מיועדים לתגבר את רמת יסודות ההזנה הזמינים בקרקע { בנוסף לקומפוסט }. כאשר הגידול מתפתח וקולט את היסודות בקצב מהיר יותר מכפי שהקרקע המטויבת בקומפוסט יכולה לספק. קומפוסט מספק די זרחן זמין ומשפר מאוד את זמינות יסודות הקורט. לעומת זאת הוא דל בחנקן זמין הנצרך בכמות גדולה ועל כן הוא היסוד העיקרי הדורש תגבור. תכולת החנקן בדשנים אורגנים חייבת להיות גבוהה מאשר הקומפוסט. קצב הפרוק בקרקע חייב להיות מהיר. הדשנים העיקריים שניתנים כחומר מוצק לקרקע הם כופתיות אורגן 6, אורגני-קום וגוואנו.

להלן רשימה חלקית ~ מלאה ע"י חברת פיקוח / של דישון ומשפרי קרקע אורגני בבתי צמיחה/

אורגן 3000 – מיצוי של רפתות וזבל עופות נוזלי.

גואנו בהצנעה- לשלשת של עופות מים { דשן חנקני } ..

גואנו בהמסה- לישום דרך מערכת ההשקיה. { דשן חנקני }

נוגרו { augro } - דישון על פי הנחיות היצרן { דשן חנקני }

טיבעון- מקורו בהידרוליזת חלבונים. { דשן חנקני }

ניפרט- 6.5% n . 8.5% n . 11% n { דשן חנקני }

שבח 200- טיוב קרקע- חומצה הומית

ביו פיש-קמח דגים במוצק ו/או בנוזל.

חשוב. להתייעץ עם מדריך אורגני באזור הגידול בכל נושא דישון והשקי

עיבוד וטיפול קרקע נכון 0 פוריות קרקע

הכנת הקרקע לקראת גידול בבתי צמיחה אורגני/

- עיבוד. רצוי להשתמש במשתת לפתיחת האדמה בעומק של כ-40 ס"מ ללא הפיכת הקרקע.
- יש כמה דרכים לפיזור קומפוסט, ניתן לפתוח תלם ולפזר את הקומפוסט פנימה או לשפוך את הקומפוסט בפס השתילה.
- זיבול- כמויות הקומפוסט שונות על פי סוג הקרקע, בשנים הראשונות באדמה חולית כ- 15 קוב, ובאדמה כבדה/חצי כבדה 8-10 קוב לדונם. { חשוב פיזור הקומפוסט על פס השתילה }.
- יש להוסיף על הקומפוסט לפני תיחוח 200 ק"ג אורגן 6 { או אורגני-קום } לדונם.
- מומלץ להרטיב את הקרקע אחרי פיזור הזבלים ולבצע תיחוח שטחי לעומק של כ- 20 ס"מ.
- מומלץ שהקומפוסט יהיה בשכבות העליונות של הקרקע ולאחר מכן פריסת טפטוף על השורות ולבצע חיטוי סולרי.

חשוב" שהקומפוסט יהיה בשל ומוכן

פוריות קרקע-פוריות הקרקע הוא מרכיב חשוב ובסיסי ממנו מתחילה כל פעילות חקלאית. מטרתו העיקרית הגדלת החומר האורגני בקרקע. היכולת לספק יסודות הזנה בכמות ובקצב הדרושים לגידול הוא הגורם המשפיע על כמות היבול. ולכן מדי פעם אנו צריכים לתגבר { קומפוסט וחומרים אורגנים נוספים } את ההזנה של הקרקע. לפיכך הממשק האורגני חשוב כדי לשמר את תכולת החומר האורגני בקרקע וביכולת לשאת לאורך זמן, חשוב לא פחות נושא הגידולים המיטיבים, זבל ירוק ומחזור הגידולים שמאזן את ניצול יסודות ההזנה בקרקע. יש הבדל גדול בין יכולת התפוקה של קרקעות שונות לדוגמא קרקע חולית בנגב המערבי { חולות חלוצה } לעומת קרקעות כבדות/חצי כבדות כמו בבקעת הירדן.

חיטוי סולרי. מבוצע ע"י כיסוי הקרקע ביריעות פלסטיק שקוף במהלך הקיץ החמים מעלה את טמפרטורת הקרקע לכ-80-60 מעלות למשך כ- 35 יום. פעולת החיטוי הסולרי משמידה גורמי מחלות ועשביה. חשוב השקיה תוך כדי החיטוי דרך הטפטפות אחת לשבוע כ-10 קוב מים { כמות מים על פי אזורים }

חיפוי קרקע. שיטה נפוצה ויעילה להדברת עשביה בחקלאות האורגנית בבתי צמיחה ע"י חיפוי קרקע. החיפוי בולם את קרינת השמש ומונע נביטה או התפתחות עשביה. החיפוי עשוי מחומרים פלסטיים כמו ניילון שחור/לבן או שחור/אפור. קיימים גם סוגי ניילון בררניים המעבירים חלק מהקרינה ומחממים את הקרקע אך מונעים מעבר קרינה שדרושה לגידול עשביה. חשוב לא פחות החיפוי מפחית את התאיידות המים בחלקה.

לאחר ביצוע פעולות אלו ניתן לשתול והכי חשוב שיהיה ברכה והצלחה/

חשוב" טיפוח הקרקע הוא מרכיב חשוב ביותר לכמות ואיכות של תוצרת אורג

הגנת הצומח

השימוש בחומרי הדברה אורגניים דורש רגישות והבנה מה קורה בבית הצמיחה ובגידול האורגני/קוטלי מגע פוגעים קשות בחרקים מועילים ולכן יש לשקול היטב לפני שמרססים.

כמו כן חומרי ההדברה בשיטה האורגנית הם קוטלי מגע ממקור טבעי, ולרוב אין ביכולתם להדביר לחלוטין מחלה או נגע אלא להפחית את כמות המזיקים.

ולכן הפעולות שנעשה בעיקר פעולות מניעה של כניסת חרקים לבית הצמיחה ע"י סניטציה נכונה אוורור בית הצמיחה וכן הלאה.

כמו כן רצוי להשתמש בפורמונים, חומרים דוחים ומלכודות כדוגמה מלכודות צהובות מרוחות בדבק רימפוט ללכידת כנימת עש הטבק, או מלכודות כחולות מרוחות בדבק רימפוט נגד טריפסים וכו'.

מומלץ מאוד להשתמש בהדברה ביולוגית של חברת ביו-בי משדה אליהו וכל זאת על פי המלצות ביו-בי.

חשוב! חשוב! חשוב!

רשימת התכשירים { חומרי הזנה והדברה } המותרים לשימוש בישראל באחריות חברת הפיקוח והשירותים להגנת הצומח.

היא מתעדכנת ומתפרסמת מידי פעם וניתן להשיג את המידע באתר האינטרנט של השירותים להגנת הצומח במשרד החקלאות.

כן ניתן להשיג גם באתר של הארגון לחקלאות אורגנית. www.organic-israel.org.il

#ככל שהעולם מתפתח שואף הוא לחזור לטבעיותו המקורית #~ הרב קוק |

מטעים אורגאניים בישראל

מאת: נרי יצחקי – לשעבר המדריך הארצי למטעים אורגניים בארגון לחקלאות אורגנית בישראל

עריכת המהדורה השנייה: ד"ר יזהר טוגנדהפט – מדריך מטעים אורגניים של הארגון

מבוא

גידול מטעים אורגניים החל בישראל בשנות ה-70. קבוצה של "משוגעים" לדבר, שהובלה על-ידי מריו לוי משדה אליהו, החלה לגדל מטעים אורגניים לשוק המקומי.

מן הראוי לציין מספר משקים, שהיו מחלוצי הנוטעים האורגניים בארצנו:

שדה אליהו - רימונים, תמרים, כרם ענבים

אפיקים - בננות

גבולות - פרדס, מנגו

קשת - תפוח, מנגו

יודפת - מישמש, אבוקדו

הרדוף - אבוקדו, זיתים

עמם היו משקים ומגדלים פרטיים נוספים - שיחד היוו את התשתית הראשונית לפיתוח שיטות ואמצעים לגידול המטעים האורגניים בארצנו.

בשנות ה-70 היו בין 1,000-2,000 דונם מטעים, שגדלו בשנות ה-80 ל-2,000-4,000 דונם. בשנים אלו החלו גם ניסיונות היצוא הראשונים לאירופה, באמצעות חברת אגרסקו.

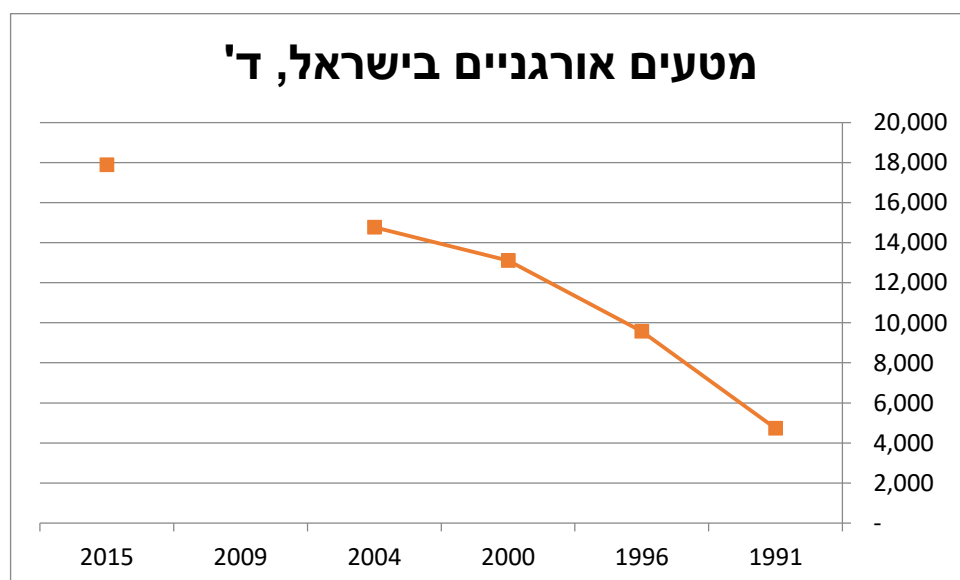
פירוק אגרסקו במהלך שנות ה-2000 שינה את מפת היצוא החקלאי מישראל. גם הנוטעים האורגניים נאלצו לחפש ערוצי שיווק חלופיים. כיום פועלות מספר חברות המייצאות תוצרת אורגנית לאירופה, צפון אמריקה ולמזרח הרחוק.

בשנת 2015 פעלו 150 משקים שעיבדו כ- 18,000 דונם מטעים ממינים שונים. ניתן למצוא מטעים בכל איזורי הארץ. אופי המשקים משתנה, החל ממשקים קטנים עם מגוון מינים גדול, בוסתנים, משקים קטנים מתמחים בגידול אחד או מספר מינים דומים, ועד מטעים גדולים בני מאות דונמים. הגידולים העיקריים הם תמרים, אבוקדו, הדסים, חוחובה וצבר. עיקר השיווק של גידולים אלה וכן מנגו, מיועד ליצוא. הזית, גידול המטע האורגני השני בהיקפו בארץ, מיועד כמעט כולו ליצור שמן זית אורגני הנמכר בשוק המקומי. בנוסף יש מטעים של נשירים, הכוללים גלעיניים, גרעיניים, שקד ושסק. יש גם ענבי מאכל ויין, מנגו, רימון, בננה וארגון, הנמכרים בשוק המקומי. בהיקפים קטנים קיים גם יצוא של תאנים, רימון ודובדבן. בגידולים האחרים יש מגוון גדול של מיני פרי שונים, כמו אגוזים ופירות טרופיים. בתוך רשימה זו נכללים אגוז מלך, פקאן, מקדמיה, קיווי, גויאבה,

פסיפלורה, קרמבולה, אנונה, פפאיה, אננס, ליצי, ספודילה, פטל ופיטיה. למעלה מ-20 משקים מגדלים מגוון גדול מ-3 של מיני עצי פרי, בשטח קטן של דונמים בודדים. חלקות אלה מסווגות "בוסתן". תוצרתן נמכרת בעיקר במכירה ישירה לצרכן.

אין נתונים רשמיים על היקף השיווק של פירות לשוק המקומי, ולמרות שהדרישה לפירות אורגניים הולכת ועולה, יש עודפים בעונות ובמינים מסויימים. עודפים אלה גורמים לירידת המחיר המשולם לחקלאי. הנוטע האורגני נדרש להשקיע ימי עבודה רבים בטיפול בעשביה במטע, להתמודד עם עלויות גבוהות של זבלים וחומרי הזנה, ועם מגוון מזיקים ומחלות שלעיתים אין בנמצא כלים מידיים להגנה על היבול. ולמרות כל אלה, הצרכן הישראלי, המבקש לאכול פירות אורגניים מתוצרת מקומית, ימצא שפע ומגוון, באיכות גבוהה ביותר.

גרף קצב גידול מטעים אורגניים



בישראל כיום כ-150 מגדלי מטעים אורגניים מוזן בצפון ועד סמר בדרום, ומכל מגזרי המשק החקלאי - קיבוצים, מושבים, חוות ומגדלים פרטיים.

חלק מתוצרת המטעים האורגניים מופנית לתעשייה - מיץ הדורים, מיץ ענבים, מיץ רימונים, שמן זית, פירות יבשים, שימורים, ריבות, יין ועוד....

המשך התפתחות הגידול מותנה בהתפתחות השוק המקומי מחד ובחדירה לשווקים בחו"ל מאידך.

בחוברת זו ניסינו להציג את עיקרי השיטות והעקרונות לגידול מטעים אורגניים, בהתאם לניסיון שנצבר במהלך השנים.

אני תקווה שחברת זו תהיה לעזר למגדלים הרבים, המתעניינים ומצטרפים לחסידי שיטה חקלאית זו, המתפתחת בארץ ובעולם, ומהווה תחליף וסמן דרך לחקלאות התעשייתית הקונבנציונלית.

קרקעות ישראל עניות בחומר אורגני. הבסיס לצמח בריא הוא רמה גבוהה של חומר אורגני בקרקע, לפחות 3%. במטע האורגני יש לנקוט פעולות אגרוטכניות המכוונות לטיוב ולהעשרת הקרקע בחומר אורגני. ההזנה במטע האורגני מבוססת על שימוש בדשנים ובזבלים מעובדים ממקורות טבעיים, המאושרים לשימוש על-ידי הוועדה לאישור חומרים לחקלאות אורגנית. מטרות הדישון: העלאת פוריות הקרקע והזנת העץ.

הכלי הראשון לטיוב הקרקע והעשרתה בחנקן הוא שימוש בצמחי כיסוי ממשפחות בוטניות שונות. לצמחי הכיסוי מספר מטרות: מניעת סחף קרקע, בית גידול לאויבים טבעיים, מניעת הידוק הקרקע, והעשרה בחנקן ("זבל ירוק"). מטרה זו מושגת בעיקר בעזרת גידול קטניות, שהינם קושרי חנקן ומעשירים את הקרקע בחומר אורגני ובחנקן. בנוסף, השתלטותם על השטח מונעת עשבייה.

השיטה - לאחר נביטה ראשונה של עשבי הבר במטע בסתיו, מחכים להתייבשות השטח, מתחחים או מקלטרים וזורעים את צמחי הכיסוי על פני כל שטח המטע. מומלץ תלתן תבור + בקיה שדות. לאחר הזריעה רצוי להימנע מכניסה לשטח עד סוף החורף. לפני הפריחה יש לכסח, כדי להשאיר את מרבית החנקן בקרקע.

ניתן להשאיר את הכיסוח כחיפוי מסביב לעץ באזור המורטב. זוהי פעולה מתמשכת ולאורך שנים. צמחי הכיסוי גורמים להעלאת פוריות הקרקע ולהעשרתה בחנקן, מונעים עשבייה וחוסכים שימוש בחומרי הזנה יקרים. מומלץ שימוש בשיטה זו בנוסף למתן קומפוסט. במשך הזמן ניתן להקטין את כמות הקומפוסט למטע.

חלק מעקרונות החקלאות האורגנית - מיחזור וניצול פסולות אורגניות, כגון: פסולת תעשייתית, זבלי בעלי חיים ועופות, פסולת אורגנית מאשפה ביתית ושימוש בפסולת בעלי חיים ועופות (קמח קרניים, קמח דם, קמח נוצות).

בחקלאות אורגנית ניתן להשתמש במי קולחין מושבים, וזאת בתנאי שאין בהם שאריות של מתכות כבדות, והם עומדים בתקנות השקיה בקולחים של משרד הבריאות.

החומר האורגני ויסודות ההזנה מגיעים לצמח בעזרת מי ההשקיה או הגשם. בחירת העיתוי ואופן הפיזור של הדשן האורגני צריך להתחשב בשיטת ההשקיה (להלן השקיה במטע האורגני). ההחלטה לגבי סוג הדשן, עיתוי הדישון וכמותו - מותנית במין הגידול, בגילו, בסוג הקרקע, במצב המטע ועוד. לכן, יש צורך להיוועץ במדריך, למניעת מחסורי הזנה, לפיזור ההזנה במועד המתאים. פיזור בעודף של דשן אורגני יגרום לבזבז כספי ולהדחת חנקות למי תהום.

החנקן שבחומר האורגני יופיע כחנקן אורגני – בחלבונים וחומצות אמינו – וכחנקן מינרלי – יון חנקן או אמוני. צמחים קולטים בשורשיהם רק את הצורות המינרליות של החנקן. הפירוק האיטי של חנקן אורגני בקרקע מאפשר אספקה רציפה של חנקן מינרלי הדרוש להזנה. כאשר מספקים למטע מנות גדולות של דשן אורגני, חייבים להתייחס לאיכותו. תכולה גבוהה של חנקן מינרלי בדשן

האורגני עלולה לגרום להדחת חנקות למי תהום. חובה לנקוט משנה זהירות ולתכנן את אופן ההזנה וההשקיה כדי למנוע פגיעה בסביבה. להלן חומרי ההזנה הניתנים לשימוש במטע האורגני;

קומפוסט

זהו הדשן הבסיסי להזנת המטע האורגני, ותרומתו רבה לפוריות קרקע. תוספת קבועה של קומפוסט, לאורך שנים, יוצרת שינויים חיוביים במבנה הקרקע. הגדלה של תלכידי הקרקע מגבירה את תכולת האוויר בקרקע. החומר האורגני משפר את יכולת תאחיזת המים של הקרקע ומאפשר קיומם של חיים מיקרוביאליים שממשיכים להעשיר את הקרקע ולטייבה.

מרכיבי הקומפוסט - זבל בקר, זבל עופות, קש, גזם, אשפה ביתית, אבקת בזלת ועוד. תהליך ייצור הקומפוסט חייב להיות מבוקר. לנוטע האורגני יש אפשרות לייצור עצמי של הקומפוסט, ובכך ביכולתו לבקר ולוודא את מרכיבי הקומפוסט ואיכותם, ואת ההתאמה לצורכיו, תוך הקטנה משמעותית בעלות הקומפוסט. יצור עצמי של קומפוסט חייב להעשות על פי התקנות של המשרד להגנת הסביבה, שמטרתן לצמצם סיכוני נגר תשטיפים מערימת הקומפוסט ולבטל מפגעי ריח.

קיימת כמובן האפשרות לרכוש קומפוסט. יש לרכוש קומפוסט מיצרני קומפוסט מאושרים בלבד! חובה לקבל מיצרן הקומפוסט נתונים לגבי איכות הקומפוסט ובשלותו. קומפוסט בסיום התהליך חייב להיות קר. לכן, קומפוסט המגיע למגדל בעודו חם הינו קומפוסט בלתי בשל, שתהליך הקומפוסטציה שלו לא הסתיים. יש הבדלים גם במחירי הקומפוסט. ניתן לקבל את הקומפוסט בתפוזרת, ומחלק מהיצרנים גם בשקי ענק.

תהליך ייצור הקומפוסט מפורט בחוברת שפורסמה למטרה זו, כמובן גם על-ידי מדריכי הארגון, שמנחים את המגדל לגבי איכות הקומפוסט ותהליך ייצורו בשטח.

את הקומפוסט יש להוסיף לשטח לפני הנטיעה. לאחר סימון השטח לנטיעה, מפזרים כ-10-15 מ"ק לדונם בפס הנטיעה, בהתאם לטיב הקרקע.

לאחר פיזור הקומפוסט יש להצניעו בקרקע, רצוי במשתת פראפלאו או על-ידי תיחוח או קלטור. לאחר הצנעת הקומפוסט בקרקע, מסמנים את השורות לנטיעה ואת מיקום השתילים. לאחר הנטיעה יש לפזר כ-10 ליטרים קומפוסט מסביב לשתיל, באזור בית השורשים.

בשנותיו הראשונות של המטע, פיזור הקומפוסט ייעשה בקרבת העץ, בהתאם לגידול מערכת השורשים. עם התבגרות המטע, ייעשה פיזור הקומפוסט כל שנה בפס המושקה, לכל אורכו. ניתן לפזר את הקומפוסט בעזרת מפזרת צד או בעבודה ידנית. לאחר פיזור הקומפוסט, חובה להרטיבו. בהשקיה בטפטוף מומלץ לפתוח תלם רדוד, לפזר בו את הקומפוסט, לכסותו ולהניח את שלוחות הטפטוף מעל לתלם ההזנה.

במטע בוגר מקובל להוסיף כ-4 מ"ק קומפוסט לדונם מדי שנה. יש לעקוב אחר מצב העצים, להיעזר בבדיקות עלים לזיהוי מחסורים או עודפים. לאחר שנים רבות של הזנה בקומפוסט, ניתן לעבור לפיזור קומפוסט לסירוגין, שנה - כן ושנה - לא.

קצב התפרקות הקומפוסט בקרקע איטי, וכאמור, לאחר שנים של מתן קומפוסט הוא משנה את מבנה הקרקע - בקרקעות כבדות גורם לאוורור הקרקע ולמניעת היסדקותה.

לקומפוסט תרומה רבה ביותר לשיפור פוריות הקרקע, לעידוד אוכלוסיית המיקרואורגניזם בקרקע, ובדרך כלל הוא מכיל את כל מרכיבי ההזנה הנדרשים לעץ.

בגידולים מסוימים ובשלים פנולוגיים שונים נדרשת תוספת חנקן להזנת העץ. ניתן לספק יסוד זה ממספר מקורות.

זבל עוף מעובד

רפד לולים (פרט לרפד מטילות בסוללות) העובר תהליך חימום מהיר ומבוקר, שמטרתו לקטול מיקרואורגניזמים מחוללי מחלות ולפרק שאריות של חומרים. זבל עוף מעובד אורגני לא יכיל שאריות חומרים כגון אנטיביוטיקה או קוטלי חרקים אסורים. זבל עוף עשיר בחנקן מינרלי, 3%-4%, והוא עשיר בזרחן. מרבית החנקן נמצא בצורתו המינרלית, ולכן זמין מיד לצמח. חשוב להיזהר מישום של כמות גדולה שיכולה לגרום נזקי המלחה לעץ ולהדחת חנקות.

גואנו

זהו זבל ציפורי ים, הנכרה מחופי דרום אמריקה או דרום אפריקה. הזבל מנופה ומשווק בשקים, בשנים האחרונות בעיקר מנמיביה.

בגואנו כ-15%-16% חנקן. מטרתו - תוספת חנקן לעץ. מומלץ לבקש מספק/יבואן החומר את הרכב החנקן בגואנו.

בנוסף לחנקן, הגואנו עשיר גם בזרחן.

הגואנו מיושם על-ידי הצנעתו בקרקע או כתמיסה באמצעות מערכת ההשקיה. חייבים להצניע את הגואנו בקרקע, למניעת התנדפותו.

מכילים תמיסת גואנו על-ידי השרייתו עם מים במכל, ביחס של 1 גואנו ל-10 חלקי מים.

לאחר ההשריה, יש לערבב את התמיסה היטב מספר פעמים במשך היום. יש לבצע את תהליך הערבול במשך כשבוע. ניתן לערבב ידנית, בבוחש מכני, או על-ידי לחץ אוויר מתחתית המכל.

משך הערבול כ-5 דקות. ערבול אחרון ייעשה יממה לפני יישום החומר, וזאת לצורך שקיעת כל המוצקים בתחתית המכל. המכל חייב להיות סגור היטב, למניעת התנדפות האמון.

המכל צריך להיות במקום מוצל, ורצוי להלבינו. מחדירים את התמיסה למערכת ההשקיה על-ידי שימוש במשאבת דשן.

לאחר הדישון יש להוסיף מנת גואנו נוספת + מים ולחזור על התהליך הנ"ל. לאחר מספר פעמים, כאשר כמות הבוצה בתחתית המכל גדולה, יש לרוקן את המכל ולנקותו.

ניתן לפזר את המשקע סביב העצים.

פעילות הגואנו מהירה. השפעתו על העץ ניכרת כבר לאחר כשבועיים, ולכן יתרונו בזמינותו המהירה במצבים של מחסור חמור בחנקן. יתרונו הנוסף הוא באפשרות יישומו דרך מערכת ההשקיה.

תמיסת הגואנו עשירה בחומרים אורגניים העלולים לגרום לסתימות במערכת הטפטוף. עלות החומר גבוהה.

קמח נוצות

קמח נוצות מיוצר מפסולת משחטות במכוני פסדים. קיים גם יבוא מחו"ל. קמח נוצות משמש כתוספת חנקן לעץ, בנוסף לחנקן שבקומפוסט. בקמח נוצות כ-12% חנקן. אין בו חומרי הזנה נוספים, והוא מכיל שומנים. קצב התפרקותו איטי (כ-3 חודשים). אין צורך להצניעו בקרקע. החומר אינו מסיס, ולכן לא ניתן ליישום במערכת ההשקיה. בתהליך התפרקותו החומר מושך בעלי חיים ומשמש כמצע ריבוי לזבובים. ריחו רע! יש לפזר את קמח הנוצות באזור השטח המורטב בהמטרה או מתחת לטפטפת. חובה להרטיבו! יש לפזר את החומר באביב המוקדם ובסוף הקיץ. למתן רצף חנקן, יש לפזרו כל 3 חודשים, מהאביב המוקדם. יש לתת מנה ראשונה באביב המוקדם, ועליה לפזר את מנת הקומפוסט ולהרטיב. במידה שהקרקע רטובה, יש לתת השקיה טכנית.

ניתן לקבל קמח נוצות בתפזורת או בשקי ענק. יש מגדלים שמערבבים את הקומפוסט עם קמח נוצות ומשתמשים בו כדשן מעורב במנה אחת באביב, לצורך חיסכון בעבודה. פיזור קמח הנוצות נעשה ידנית, מנה לעץ. הכמות היא בהתאם לצורך ובהתחשב בבדיקות העלים. בשנים האחרונות זהו הדשן החנקני המקובל ביותר במטע האורגני.

קמח קרניים

מיוצר בדרום אמריקה. חומר הגלם: קרניים + טלפיים של בקר. מכיל 14% חנקן, וגם זרחן, אשלגן וברזל. מיוצר ב 3 דרגות - טחינה גסה, בינונית ודקה. קצב שחרור החנקן גדול יותר ככל שדרגת הטחינה גבוהה יותר. לחומר יתרון בכך שאינו מפיץ ריח רע, הגורם למשיכת בעלי חיים. לא ניתן ליישם את החומר דרך מערכת ההשקיה, כיוון שאינו מסיס.

דשנים נוזליים

תוצרי תסיסה ופירוק של חומרים אורגניים, שאריות של תעשיית המזון מן הצומח וחי. דשנים אלה נוחים לשימוש וניתן ליישם באופן רציף דרך מערכת ההשקיה, או בפיזור ישיר על הקרקע או הנוף. תכולת החנקן בדשנים אלה נעה לרוב בתחום 8%-1%, אולם הם יקרים מאוד.

מינרלים

ניתן ליישם דשנים ממקור טבעי, הנמכרים כתכשירים לדישון. אשלגן כלורי מוצק או נוזל, מחצבים המכילים סידן ומגנזיום. כמו כן קיים מגוון חומרים מיבוא ומייצור מקומי, חלקם דרך הקרקע וחלקם בריסוס עלוותי, לשיפור ולתוספת במחסורי ברזל, אבץ ומנגן

משפרי צימוח וחנטה

קיימים מספר חומרי הזנה המבוססים על מיצוי אצות ים. בחומרים אלו ריכוז גבוה של חומצות אמינו וציטוקינים, וקיימת השפעה על המאזן ההורמונלי של העץ. אומנם ריכוז החנקן במוצרים אלה נמוך, אולם יש להם השפעה חיובית על לבלוב צעיר וחנטה. במקרים מסוימים דווח על שיפור איכות הפרי.

הגנת הצומח במטע אורגני

בחקלאות האורגנית חל איסור על שימוש בחומרי הדברה כימיים. חומרים אלו מזיקים לבריאות החקלאי, לבריאות אוכל הפרי, מפירים מאזן ביולוגי במטע ופוגעים בסביבה ובחי. מטרת הגנ"צ האורגנית היא להפחית את נזקי המחלה או המזיק מתחת לסף הנזק הכלכלי, לשמר את האיזון הטבעי במטע, לטפח אויבים טבעיים וכמובן, לשמור על בריאות הנוטע, הצרכן והסביבה.

בחקלאות אורגנית מותר השימוש רק בחומרים שאושרו לשימוש על-ידי הוועדה לרישוי תכשירים אורגניים בשירותים להגנת הצומח במשרד החקלאות, ופורסמו בחוברת או באתר השירותים להגנת הצומח. חומרי הדברה המותרים בחקלאות אורגנית מופקים ממחצבים טבעיים (גופרית, נחושת) וכן חומרים המופקים ממקור צמחי או טבעי.

יצרן או יבואן של חומר הדברה או הזנה חייב בהגשת תיק, שבו פירוט מרכיבי החומר ותהליך ייצורו. אישור החומרים הוא בהתאם לתקן האירופי. החומר מאושר על-ידי הוועדה לניסיונות רק לאחר קבלת דיווח על ביצועיו, מאושר לשימוש לחקלאי האורגני + פרסומו. השימוש בחומרים למטרות יצוא לארצות הברית נעשה לפי התקן האמריקאי (NOP).

חקלאי אורגני חייב לתעד את קניית חומרי ההדברה ולרשום את כל פעולות הריסוס וההדברה שמבוצעות. רצוי שלחקלאי האורגני יהיה מרסס המיועד לתכשירים אורגניים בלבד.

השימוש בחומרי הדברה רעילים גרם לנזקים סביבתיים רבים ופגע קשות בעולם הצומח, החי, במיוחד בעופות הבר שבטבע, נוסף לזיהום מי התהום. במקביל להבנה הגוברת בנזקי ההדברה הקונבנציונלית, מזיקים רבים מגלים עמידות לחומרי ההדברה הקונבנציונלית הקיימים. כמו-כן, עלות פיתוחם ורישומם של חומרים אלו גבוהה, וזאת בנוסף לאיסורים מדי פעם לגבי שימוש בחומרים כימיים הגורמים לנזקים סביבתיים ובריאותיים חמורים.

מודעות ציבור הצרכנים למוצר הגדל בשיטה האורגנית הולכת וגדלה בהתמדה. גם החקלאי, בעיקר המייצא, נאלץ להפחית שימוש בחומרים כימיים רעילים. החומרים הטבעיים שבשימוש החקלאות האורגנית והשמירה על איזון ביולוגי במטע הם כלים נפוצים גם בחקלאות הקונבנציונלית. הדבר בולט בגידולי יצוא, בהם נאסר על החקלאי להשתמש בתכשירי הדברה מסויימים לקראת הקטיפה.

שיטות ההדברה במטע האורגני

שימוש באויבים טבעיים

זוהי ההדברה הביולוגית הקלאסית. בשיטה זו מביאים לאיזון טבעי בין המזיק לבין האויבים הטבעיים, המתחלקים לטפילים ולטורפים. האויבים הטבעיים מצויים בשטח, וניתן להוסיף עליהם אויבים טבעיים לתגבור. בשיטה זו, רמת המזיקים אינה יורדת להכחדה מוחלטת. בדרך כלל, שיטה זו אינה מושלמת, כי לחלק מהמזיקים אין אויב טבעי וכי חלק מהאויבים הטבעיים המובאים מחו"ל אינם מתאקלמים, נודדים לשטחים שכנים, נפגעים מפגעי מזג-אוויר ועוד. לכן, יש להשלים את התהליך על-ידי שימוש באמצעים נוספים.

שימוש בחיידקים נגד מזיקים

המדובר כיום בעיקר בשימוש ברעלנים של חיידקים מהסוג בצילוס, הפוגעים בהתפתחות חרקים. קיימים בשוק מספר תכשירים, הפוגעים בזחלי עשים אוכלי עלווה, למשל עש תפוח, עש הקליפה, מודד, עש אשכול, עש התמר הקטן, עש היסמין.

שימוש בפרומונים

מתמקד ב-2- כיוונים עיקריים: הניטור והבלבול. בניטור משתמשים לצורך מידע על קיום המזיק, תוך ריסוס נגדו במועד האופטימלי. משמש גם בחקלאות הקונבנציונלית. פרומון מיועד לבלבול המטרה. מתבצע באמצעות פיזורו בשטח על-ידי חוטים, המפיצים ומרווים את השטח בפרומון הנקבי. הריח מונע מהזכרים הזדווגות, ולכן הנקבה מטילה ביצים עקרות. שיטה זו חדרה גם למטעים הקונבנציונלים.

שימוש בשמנים

בחקלאות אורגנית מותר שימוש בשמנים פרפינים צרי זיקוק ובשמנים קיציים רבים. בריסוס בנפח גבוה גורם השימוש בשמנים לציפוי שלד העץ, מונע בקיעת ביצים, פוגע בכנימות ממוגנות ופוגע גם בנבגי פטריות. יעיל כטיפול מונע חורפי למניעת התפרצות קשה של מזיקים ומחלות החורפים על העץ.

שימוש בחומרי הדברה ממקור צמחי

קיימת שורה ארוכה למדי של חומרים המאושרים לשימוש בחקלאות אורגנית, שהופקו על-ידי מיצוי מצמחים שונים: סבדילה, רוטרין, אזאדריכטין, פירתרום ועוד. חומרים אלו פוגעים במזיקים כרעל קיבה ומגע, ולפעמים משלבים ביניהם. טווח פעולתם בדרך כלל קצר עד קצר מאוד. התפרקותם מהירה ואין שאריות. רוב החומרים פוגעים גם באויבים טבעיים, ובגלל מגרעת זו יש להשתמש בהם רק בחוסר ברירה.

שימוש בסבונים

תכשירים מסבון נוזלי משמשים בעיקר להדברת כנימות עלה.

שימוש בחומרים דוחים

חומרים המופקים ממיצוי צמחים, דוחים בעלי חיים, ציפורים, חלזונות, נמלים ועוד.

שימוש באמצעי הפחדה

מיועד בעיקר להרתעת בעלי חיים וציפורים, הגורמים לנזקים לעץ ובעיקר לפרי.

שימוש ברשתות הגנה

שיטה זו הולכת ומתפתחת גם בחקלאות הקונבנציונלית. המטרה: הגנה על המטע מפני מזיקים והשפעות אקלימיות קיצוניות. רשתות הגנה מונעות נזקי זבוב הפירות ומזיקים נוספים. הרשתות יוצרות צל, ותגובת העץ, הסובל מעודף קרינת שמש בארצנו החמה, הינה חיובית ביותר. מונע מכות שמש, מונע שפשופים הנגרמים מרוחות, מונע נזקי ברד, מונע נזקי ציפורים. במקרים רבים משפר את איכות הפרי. למרות שלל יתרונות רבים אלו, החיסרון הוא בעלות היקרה של כיסוי המטע. כיום מכוסים מטעי שסק, רימונים, תאנים, אפרסקים, נקטרינות וגודגדן. נראה כי בעתיד שיטת הגנה זו תלך ותגדל.

שימוש בדבק

ניתן למרוח דבק על גזע העץ ועמודי ההדליה כך נמנע מעבר חלזונות ונמלים מהקרקע אל נוף העץ.

שימוש במתקני לכידה

כיום משתמשים במלכודות נגד זבוב הפירות שונים (זבוב ים תיכון, זבוב הזית, זבוב הדלועיים וזבוב האפרסק). המלכודות נתלות בשטח עם תחילת לכידת הזבוב על-ידי מלכודות הניטור. מטרת המלכודת היא משיכת הזבוב לתוכה והרעלתו או לכידתו באמצעות דבק. המלכודות בנויות על עיקרון של צורה מושכת, צבע מושך, פיתיון למאכל. קיימים כיום כמה סוגי מלכודות לזבובי הפירות. זבובי פירות הם מזיקים קשים מאוד. יש חשיבות רבה לבחירה נכונה של אמצעי הניטור כך שיתאים למין הזבוב. הדברה רציפה בזמן ובמרחב יכולה היא הכלי המתאים. יש לנטר כל השנה ולתלות מתקנים בשטח רצוף וגדול ככל האפשר, גם בשולי החלקה, וגם בעונה בה הזבוב פעיל למרות שאין פרי רגיש.

שימוש בתנשמות

ניתן לעודד התבססות של תנשמות במרחב מסויים לצורך הדברת מכרסמים. מתקנים שובכי קינון למשיכת התנשמות מהאזור, לצורך ריבוי אוכלוסייתן. הרעיון מיושם בהצלחה רבה, מביא להפחתה משמעותית של אוכלוסיית המכרסמים בשטח ומצמצם נזקים באופן משמעותי ויעיל.

הדברת מחלות

מטע בריא, מדושן ומטופל כראוי, נגזם למניעת סבך והצללה ומאפשר איורור חובו של העץ, תוך מניעה, ככל הניתן, של הפרת האיזון במטע על-ידי שימוש בחומרים מורשים הפוגעים באויבים הטבעיים. כל אלו יאפשרו קיום מטע ברמת מזיקים ומחלות שתפחית עד למינימום המחייב את מידת ההתערבות והטיפול בחומרים המתאימים להדברה.

יש לציין, שבמטע האורגני אסור השימוש בחומרים הורמונליים כלשהם גם ממקור טבעי, ולכן במטע האורגני יש להתחשב ברגישות הזנים לנשירה ולגודל פרי, ויש להקפיד על נטיעת זנים המותאמים לאקלים האזור בו נמצא המטע, למניעת קשיי התעוררות.

מקורות השתילים וחומרי ההדברה וההזנה בחקלאות האורגנית חייבים להיות מחומרים שאינם מהונדסים גנטית.

לרשימת החומרים המותרים לשימוש במטע האורגני מתווספים כל שנה חומרים חדשים, שיטות עבודה בכלי מיכון, מלכודות ועוד. בידי הנוטע האורגני יש מגוון די רחב של אמצעי הדברה.

כבר כיום ניתן להוכיח, שברוב גידולי המטע האורגני, רמת הנגיעות ממזיקים וממחלות ורמת היבולים - דומה למקובל בחקלאות הקונבנציונלית.

להדברת מחלות ניתן להשתמש במחצבים טבעיים או מיצויים מצמחים.

גופרית - באיבוק או בריסוס. לגופרית מגרעת בהפרת איזון ובפגיעה באויבים טבעיים. גורמת לנזקים בטמפרטורה גבוהה.

תכשירי נחושת. קיימים חומרים רבים. כיום יש כבר מגבלה על כמות הריסוסים המותרת. נראה שבעתיד ייאסר השימוש בנחושת, ויש צורך במציאת תחליפים. בנוסף, קיימים תכשירים שונים המבוססים על מיצוי צמחים ושמנים מינרליים, המפחיתים את הנגיעות במחלות נוף שונות. ניתן לתגבר את הקרקע בפטריות מועילות כדי לעזור לעץ להתמודד עם נוכחות פטריות שוכנות קרקע מחוללות מחלות. גם מיצויים ותוצרי תסיסה של קומפוסטים שונים, ממקור אנימלי או צמחי ("תה קומפוסט") יכולים – בהכנה נכונה – לעודד צימוח ולהפחית רגישות העץ למחלות שונות.

את רשימת החומרים המותרים כנגד מזיקים ומחלות שונים אפשר למצוא באתר השירותים להגנת הצומח- תחת הלשונית #תכשירים אורגניים#

<http://www.hadbara.moag.gov.il/hadbara/>

השקיה במטע האורגני

המלצות ההשקיה במטע האורגני זהות למטע הרגיל. יש חשיבות רבה בבחירת שיטת ההשקיה. יש להתחשב בסוג הקרקע, בשונות לעומק הקרקע ובטופוגרפיה של השטח. תכנון מדויק טרם נטיעה הוא בסיס להצלחת המטע. להלן היתרונות והחסרונות של שיטות ההשקיה השונות.

טפטוף

יתרונות

חיסכון במים, הרטבת שטח מצומצם, ולכן - כמות העשבייה פחותה. תחזוקה קלה יותר של מערכת ההשקיה.

הרמת מערכת הטפטוף בעייתית - למניעת נגר הטיפה לאורך שלוחת הטפטוף, יש להקפיד על מתיחת השלוחה.

הטמנת מערכת ההשקיה בקרקע – לכך יש יתרון בולט במניעת עשבייה, וניתן לעבד עם כלי עיבוד מכניים, ללא פגיעה במערכת הטפטוף.

חסרונות השיטה

הרטבת שטח מצומצם: מונע הפעלת הדשן המפוזר על הקרקע (קומפוסט, קמח נוצות וכו'). הפעלת הדשן מחייבת הרטבתו!

לחומרי דישון אורגניים מסיסים יש נטייה לסתום את מערכת הטפטוף. נדרשת תחזוקה שוטפת של שלוחות הטפטוף בחומרי חיטוי, כדי למנוע הצטברות של חומר אורגני. גם אבנית עלולה להצטבר בפתח הטפטפת ולסתום אותו. המסת אבנית באמצעות חומצות אורגניות מותרת, אולם תכשירים אלה יקרים מאוד.

בטפטוף טמון קיים הסיכון לחדירת שורשים לתוך הטפטפות וסתירתן.

מתזים

- א/ יתרונות
- ב/ פיזור מים על שטח נרחב בכל פס הנטיעה; טוב להפעלת הדשן המפוזר בכל עונות השנה/
- ג/ מגדיל מאוד את נפח הקרקע הפוריה ומשפר את תפקוד העץ/
- אין סתימות בשימוש בדשנים מסיסים- למניעת פגיעה מפעולת מיכון בשורה אפשר לתלות השלוחה על העצים בצורה פשוטה- ניתן להשתמש במתזים תלויים/

חסרונות

גורם לעשבייה מרובה, אין חיסכון במים.

עקב השימוש בכלי מיכון שונים לכיסוח ולעיבוד הקרקע בשורה, יש הכרח לתלות את מערכת ההשקיה.

נדרשת תחזוקה רציפה של המתזים, שעלולים להיסתם או להתנתק.

ניהול רצפת המטע האורגני

שיטת החקלאות האורגנית אינה דוגלת בהכחדת העשבייה במטע.

לעשבים חשיבות מרובה לשמירת המאזן הביולוגי בשטח המטע, תרומתם רבה לאוכלוסיית האויבים הטבעיים, והם תורמים לטיוב הקרקע, להעשרתה ולמניעת הידוקה.

ככלל, רצוי ככל הניתן להימנע מהידוק הקרקע על-ידי נסיעה מרובה בשטח המטע בטרקטורים.

על הנוטע האורגני להכיר היטב את העשבים במטע, ללמוד לנצלם לתועלת העצים ולמנוע את הנזק שעלול להיגרם בשל אי הטיפול בהם. גישה זו מכונה "ניהול רצפת המטע"

חל איסור מוחלט על שימוש בקוטלי עשבים ובמונעי נביטה כימיים במטע אורגני! לעשבים במטע יתרונות וחסרונות כאחד.

היתרונות: בית גידול לאויבים טבעיים. צמחים נמוכים מספקים לאויבים הטעביים מחסה ומזון. בנוסף, כיסוי צמחי של הקרקע תורם למניעת סחף קרקע, מניעת נגר עילי ושיפור בהחדרת מי גשם לקרקע, מניעת עודפי מים, מניעת הידוק קרקע, תוספת חומר אורגני לקרקע, מעודד פעילות מיקרואורגניזמים בקרקע.

החסרונות: תחרות על מים וחומרי הזנה, הפרעה לפיזור מים, הפרעה לעבודות במטע, בעיקר בקטיף הפרי ובגידום, מעודד פעילות מכרסמים.

בעיית העשבייה חמורה בעיקר במטעי נשירים, במטעים צעירים ובהרכבות.

הבעיה פחותה במטעים סובטרופיים בוגרים ובפרדסים, בהם קיימת הצללה המונעת עשבייה בשטח.

ניתן לחלק את העשבים ל-2 קבוצות בולטות: עשבייה חד שנתית, שהיא הפחות בעייתית, ועשבייה רב שנתית, הבעייתית ביותר (סעידה, קוסב, פספלו, יבלית, ינבוט, קנה וכו').

התמודדות עם העשבים במטע אורגני היא מרכיב חשוב ובולט בהוצאות של ימי עבודה רבים להדברתם.

השיטות והאמצעים לטיפול בעשבייה

- חיפוי קרקע בחומרים אורגניים: נסורת, שבבי גזם, קש ושאריות כסיח העשבייה.
 - שימוש בצמחי כיסוי - בעיקר קטניות הקושרות חנקן לקרקע, ודגניים שונים, שבזריעה מכוננת משתלטים על הקרקע ודוחים עשבייה רעה.
 - חיפוי קרקע ביריעות פלסטיק – פוליאתילן או יריעה ארוגה
 - כיסוח העשבייה - כלי מיכון חרמש מוטורי, עידור, עישוב ידני.
 - עיבוד קרקע - דיסק, קלטור, תיחוח.
 - רעיית בעלי חיים - חמורים, אווזים וכו'.
- שלהוב – שריפת הצמחייה באמצעות מבער. מתאים לצמחים צעירים אך דורש שריפה של דלק פוסילי.

כיום, הטיפול בעשבייה נעשה על-ידי אי-פליחה ושימוש בכלי כיסוח בין שורות. הבעיה הקיימת בשורה - ורצוי לשקול מעבר מעישוב ידני ומשימוש בחרמשים מוטוריים לכלי עיבוד בשורה הרתומים על הטרקטור. הדבר מחייב הגנה על מערכת ההשקיה. הרמת מערכת ההשקיה ושימוש במתזים תלויים, או הטמנה של הטפטוף, אך החסכון בעלות ימי העבודה גדול מאוד. השימוש ביריעות פלסטיות, בעיקר במעטים צעירים ולפני נטיעת התורם גם לחיסכון רב במים ולצמצום העשבייה.

גם השימוש בבעלי חיים מתרחב - שימוש בחמורים במטעי תמרים בוגרים והתחלת שימוש באווזים, שיטה שבנוסף להדברת העשבייה יוצרת מקור הכנסה נוסף - גידול אווזים אורגניים לבשר.

יתרונות וחסרונות בשיטות הדברת עשבייה במטע אורגני

השיטה	יתרונות	חסרונות
חיפוי קרקע אורגני	מניעת עשבייה חד שנתית, שמירת לחות - חיסכון במים, תוספת חומר אורגני, מניעת נזקי נקרים, זול	עבודה מרובה, לא מונע עשבייה רב שנתית, סכנת שריפות, מעודד נברנים, סכנת העברה של זרעי עשבי בר
חיפוי קרקע בבדי פלסטיק	מניעת כל סוגי העשבייה, שמירת לחות - חסכון במים, מניעת נזקי נקרים	עלות גבוהה

כיסוח ועיבוד קרקע ע"י מיכון	שיטה זולה, תוספת חומר אורגני	כלי עיבוד יקרים, מחייב הרמה או הטמנה במערכת השקיה
טיפול בעשבייה ע"י כיסוח ידני או עישוב	מניעת הידוק, אין צורך בשינוי מערכת ההשקיה	ימי עבודה רבים ויקרים
צמחי כיסוי	שיטה זולה, תוספת חומר אורגני לקרקע, העשרת הקרקע בחנקן, מונע הידוק קרקע, מונע סחף, מייבש את השטח	לא מונע עשבייה רב שנתית באזורים שחונים דורשי מים
רעיית בעלי חיים	פתרון טוב למטע בוגר, יש סניטציה ע"י ניקוי פרי נשר הנגוע במזיקים, גידול ביניים, תוספת זבל אורגני לקרקע	בעיית גניבות וטריפות, יש צורך בגידור, סכנת פגיעה בעצים ובפרי

יש לשים לב לנעשה בשולי המטע, למנוע סכנת שריפות. יש לרסק את הגזם של העצים בשטח - אין לשורפו! גזם עץ מרוסק מהווה תרומה נוספת לחומר אורגני לקרקע, וניתן להשתמש בו כחיפוי מסביב לעצים.

לסיכום

החקלאות האורגנית בכללה וענף המטעים שבתוכה הולכת ומתרחבת בארץ ובעולם. בישראל התפתח הגידול ממספר מטעים בודדים בשנות השבעים לכ-18,000 דונם הקיימים כיום ולכ- 150 מגדלי מטעים אורגניים בכל מיני הפירות ובכל אזורי הארץ, להספקת פרי אורגני בריא לאוכלוסיית הצרכנים בארץ ובשוקי חו"ל. דרישות הצרכנים הולכות וגדלות, ויגדלו גם בעתיד.

בשנים האחרונות התווספו חומרים רבים בתחום ההזנה וההדברה לרשימת החומרים המותרים לשימוש בחקלאות אורגנית. גם האמצעים והשיטות גוונו והשתכללו. יש צורך בגיבוי מחקרי רב להבנת הבעיות הרבות הכרוכות במעבר לחקלאות אורגנית, ועדיין אין בידינו תשובות מספקות להדברת כל המזיקים והמחלות.

בנוסף, עלות השימוש בחומרי הזנה והדברה אורגניים היא יקרה יותר.

אני תקווה, שהממסד החקלאי בישראל, שכבר מכיר בחשיבות החקלאות

האורגנית כגידול חקלאי לשוק מקומי ובעיקר ליצוא, ישכיל לתמוך בחקלאי האורגני, כנהוג ומקובל בארצות מתקדמות, הרואות חשיבות רבה במעבר לשיטה האורגנית, בגלל ערכה הרב ביצוא ההולך וגדל, בתרומתה הרבה לאיכות הסביבה, לבריאות החקלאי ולציבור הצרכנים בארצנו.

גידול בע"ח אורגניים בישראל.

רודמן רפאל. מדריך/

גידול בע"ח אורגניים בישראל אינו מפותח. יש לנו נציגים בכל אחד מענפי החי. בענף החלב יש רפת אחת מסחרית בהרדוף ובה כשש מאות פרות חולבות. עדר העיזים מונה כאלפיים עיזים הפזורות בכעשרים דירים בכל רחבי הארץ. כחמישים אלף מטילות מקרקרות ומטילות ביצהן בכעשרים לולים בגליל בשרון ובנגב, ואפילו על גבעות שכם מטילות תרנגולות עבריות ביצים אורגניות המסייעות בחידוש הרצף ההיסטורי של עם ישראל במחוזות ארץ אבותיו.

בשנים האחרונות הוחל בגידול דגים אורגניים. בכמה בריכות בקיבוצים גבע ובית אלפא שבעמק יזרעאל המזרחי, משייטים להם בנינוחות אמנונים וקרפיונים ונהנים משפע מזון טבעי ואורגני המתפתח באופן טבעי בתוך המים.

שנים רבות ערגנו לטעמו המיוחד של דבש אורגני, והנה ממש בימים האחרונים יכולים שוחרי הממתק המיוחד הזה לבוא על סיפוקם בטעימת הדבש האורגני הטרי מרדיית האביב האחרון. שפע הפריחות שעלה השנה בעקבות גשמי הברכה, גרם ליבול יפה ואיכותי.

גידול בע"ח אורגניים אינה משימה פשוטה כלל ועיקר. ישראל היא ארץ חקלאית מתועשת וההצלחות המשקיות בה נמדדות בעיקר לפי גובה היבול. במציאות בה שיאנית תנובת החלב העולמית מעלה גרה דווקא ברפת הישראלית ואלופת ייצור הביצים השנתית היא מטילה כחול לבן, קשה מאד לשכנע חקלאים לעבור לשיטת הגידול האורגני.

עקרונות הגידול של בע"ח אורגניים הם פשוטים למדי ומעט החקלאים הדבקים בשיטה רואים ברכה בעמלם. ביסוד השיטה עומד הצורך הבסיסי לספק לבע"ח את הצרכים המאפיינים את הגידול של בע"ח המסוים בטבע. לדוגמא: בע"ח הגדל באופן טבעי במקווה מים, יקבל בשיטת הגידול האורגני, אפשרות לטבול במים.

צפיפות הגידול של בע"ח, גם היא מקבלת ביטוי, הפחתת הצפיפויות של אוכלוסיית הדירים ברפת, בדיר ובלול היא אבן יסוד בגישה האורגנית. הפחתת הצפיפות תורמת לבריאות החיות ולפחיתה בהידבקותם במחלות.

הגישה האורגנית לגידול בע"ח מקפידה על צער בעלי-חיים ומן הידועות הוא שאין גידול עופות בסוללות, אין הטלת מומים בחיות כמו קיצוץ זנבות, ניסור קרניים וקיטום מקורים.

הזנת החיות בשיטה האורגנית היא במזון אורגני איכותי ללא מזרזי גידול או תוספות סינטטיות למיניהן.

שאיפת החקלאי תהיה לגדל גזעי חיות עמידות ומותאמות לתנאי האקלים במקום הגידול.

בתחום הוטרינריה מחויב החקלאי להשתמש בתרופות טבעיות, השימוש באנטיביוטיקות למיניהן אסור. במקרה שנשקפת סכנת חיים ליצורים, רשאי החקלאי באישור גוף הפיקוח להגיש לחיה תרופות לפי המלצת רופא ובנוהל המוכר לחקלאים אורגניים, לבודד את החיה, לנהל רישום ומעקב אחר שלבי המחלה, לא לשווק את תוצרת החיה אלא רק לאחר תקופת המתנה לפי הכתוב בתקן.

במשק האורגני אסור לגדל יצורים שנוצרו בתהליך של הנדסה גנטית או יצורים טרנס-גניים. מעט החקלאים בישראל המתמודדים עם הגידול האורגני יודעים למנות את יתרונות השיטה. תחלואה מעטה של העדר, ממוצע אורך חיים רב יותר לחיות ותנובה של תוצרת לאורך ימים, רווחיות הנובעת מביקוש יציב למוצרים האורגניים ומעל לכל סיפוק רב.

עקרונות גידול מטילות אורגניות- ד"ר יצחק שטרן

1. זני העופות

- זני העופות שנבחר לגידול אורגני חייבים להיות זנים המתאימים למטרה זאת.
- העופות חייבים להיות מתאימים לתנאי הסביבה בעלי מערכת חיסון טובה ומפותחת.
- עופות מזנים פחות תוקפניים לניעת קניבלים, ניקור וכו'.

2. תנאי מחיה של העופות

- יש לספק לעופות מבנים מתאימים, עם מערכות אוורור וצינון ברמה טובה וכן אפשרות ליציאה מהמבנה לשטח פתוח (מרעה). סביבת הלולים חייבת להיות מרוצפת וניתנת לניקוי. יש לדאוג להצללה של המרעה. יש לדאוג שבתוך הלול יהיה לעופות שטח מספיק לתנועה חופשית ורפד עמוק ויבש בכדי שיוכלו להתפלש בו. יש לספק לעופות לוחות (מיטות) למנוחה ושינה. תרנגולות מעדיפות לישון על לוחות המוגבהים מהקרקע. יש לספק 18-20 ס"מ של "לוחות השינה" לכל עוף. יש לשמור על רפד נקי ויבש ע"י הכנה נכונה של הלול... התחלה ברפד עמוק. שמירה על יובש באיזור כלי המים ע"י תיחוח לעיתים קרובות. שמירה על רפד יבש תשמור על בריאות העופות. תמנע פצעים בכפות הרגליים ובחזה, תמנע התפתחות מחלות מדבקות. רפד רטוב מעלה את רמת האמוניה באוויר דבר שפוגע בבריאות ובביצוע העופות.

• קיני הטלה

יש לספק לעופות 120 סמ"ר לעוף בקיני הטלה.

• תאורה

זמני התאורה יתואמו לפי אורך היום.

אין לעבור 16 שעות אור ברצף. יש לאפשר תאורה טבעית ובתאורה מלאכותית יש לספק תאורה של מינימום 20 לוקס

3. הזנת העופות

מזון העופות חייב להיות מאוזן מבחינה תזונתית וממקור אורגני, בכדי לשמור על בריאות העופות והתפתחותם התקינה. יש לאפשר לעופות גישה לשטח פתוח בו גדלה צמחיה בזמן שמוג האויר מאפשר זאת, אספקה של מזון ירוק משפרת את מאזן הויטמינים והמינרלים של העופות, ותורמת להרגשת השובע שלהם. הזנה ירוקה יכולה להחליף עד 20% מהתערובת המסחרית ולחסוך בהוצאות הייצור. היציאה למרעה מפחיתה את נטיית העופות לניקור נוצות וקניבליזם.

- מרחב הזנה למטילות – 30-20 עופות לצלחת תערובת.
- מרחב מי שתייה למטילות – 10-6 עופות לטפטפת או 75-50 עופות לשוקת עגולה.
- יש לדאוג למי שתייה נקיים ובטמפרטורה שלא תעלה על 30 מעלות.

4. מניעת מחלות היגינה וטיפול רפואי

- מניעת מחלות מבוססת על, ממשק נכון על הזנה מאוזנת שמירה על צפיפות נכונה ומתן אפשרות לתנועה (מרעה)
- דרישות היגינה – המבנים חייבים להיות מנוקים ומחוטאים בין המידגרים יש להכין ולחטא את המבנה בחומרים המאושרים למטרה זאת. יש לטפל במכרסמים ע"י מלכודות ולהשמיד טפילי עופות ע"י החומרים המאושרים לכך
- בין המידגרים יש לדאוג להכנה וטיפול בשטחי המרעה
- התרנגולות מחוסנות במשק הפרגיות לפי דרישות התקן של השירותים הווטרינריים. רמת החיסון הנדרשת היא גבוהה כשחיסון ניקסל הוא חיסון חובה. יש לחזור על חיסון ניקסל במשק המטילות פעם בחודשיים לפי דרישות החוק.
- קיטום מקור- מאפשרים קיטום לשם מניעת קניבליזם.

טיפול במחלות – כל מקרה של מחלה או פציעה חייב להיות מטופל באופן מיידי בכדי למנוע סבל מהעופות. יש לתת עדיפות לחומרים המאושרים לטיפול אורגני. במידה ולא מגיעים להבראה מותר להשתמש בתרופות קונבנציונאלית (אנטיביוטיקה, סולפה וכו') לפי הוראות רופא וטרינר.

יש לשמור על דרישות הפסקת הטיפול לפני חזרה לשימוש בביצים. יש להכפיל (פי 2) את זמן הפסקת השימוש המומלץ (זמן ההמתנה) ע"י יצרן התרופה כפי שמופיע על אריזת התרופה ולפי הוראות הרופא הווטרינר. גם אם אין זמן המתנה לתרופה יש להפסיק בכל מקרה מינימום 48 שעות לפני חזרה לשימוש בביצים.

רישום טיפולים

בכל מקרה של טיפול תרופתי יש להקפיד על רישום מדויק.

א. של אבחנת המחלה ע"י הרופא הווטרינר והתאריך.

ב. התרופה המומלצת.

ג. המינון המומלץ.

ד. אופן ההגשה.

ה. אורך הטיפול וזמן ההפסקה המדויק.

ו. יש לשמור על המרשם של התרופה.

התעשייה האורגנית

תוכן העניינים :

- ❖ מבוא:
- ❖ התפתחות התעשייה האורגנית בישראל
- ❖ סוגי התעשיות בישראל.
- ❖ קצב ההתפתחות.
- ❖ התערוכה האורגנית העולמית : **BIOFACH**
- ❖ הגדרת המונח: מוצר אורגני מעובד
- ❖ התפתחות עיקרי התקן למוצר אורגני בישראל.
- ❖ אפיון המוצר האורגני המעובד בהיבט המפעל המעבד.
- ❖ יצוא מוצרים אורגניים לאירופה ולארצות הברית.
- ❖ עדכונים בינלאומיים ברשת .

מבוא:

בתעשייה אורגנית הכוונה היא לעיבוד ושימור תוצרת אורגנית. בעולם ולמעשה גם בארץ מהווים המוצרים הטריים כ-30% מכלל השוק האורגני שכולל גם טקסטיל אורגני וקוסמטיקה. נשאלת השאלה מה מותר המוצר המעובד האורגני ממוצר טרי

הגדרת מוצר מעובד אורגני :

- מוצר מזון שחומר הגלם להכנתו הינו אורגני, שגודל ללא חומרי ריסוס, הדברה או הורמונים.
 - אוחסן ללא חומרי חיטוי.
 - תהליך העיבוד יבטיח הפרדה מוחלטת ממזון קונבנציונאלי ויעובד רק בתהליכים פיזיקליים/מיכניים.
 - התוספים המותרים הינם טבעיים בלבד. אסורים תוספים סינתטיים, אסור **GMO**, אסורים חומרי שימור, תמציות או צבעי מאכל סינתטיים.
 - מוצר מזון אורגני יכיל 95% מרכיבים אורגניים מאושרים ו-5% מרשימת תוספים מותרת הכוללת מינרלים.
- בציבור המודעות לסיכון שבחומרי ההדברה הולכת וגדלה אך יש לזכור כי עם כל סכנתם מתוכננים רב חומרי ההדברה המודרניים להגן על הצמח בזמן הגידול ולהתפרק עד שהמוצר יגיע לצלחת. מאידך תעשית המזון הרגילה מבוססת ברובה על שימוש בתוספי מזון כימיים שתפקידם שימור המוצר, צביעתו, שיפור מירקמו שיפור ניחוחו ושיפור טעמו. חלקם של חומרים אילו הם תוצרי נפט ואחרים חשודים כמסרטנים או אחראיים למלות אחרות אבל החמור מכל הם מתוכננים להישאר במוצר עד צריכתו כדי לשמור את תכונות המוצר. מאידך מוצר מעובד אורגני מבוסס על חומר גלם אורגני נקי משאריות חומרים כימיים ועשיר יותר בחומרי הזנה טבעיים עקב מקור האורגני אבל גם במהלך העיבוד כל הטיפול חייב להיות אורגני ולעמוד בתקן התעשייה המגביל ואוסר על שימוש בתוספי מזון שאינם טבעיים כמו כן מגדיר במדויק אילו תהליכים מותרים לטיפול במזון. התוצאה היא מוצר ששומר על מרכיביו הטבעיים ונקי מכימיקלים בעייתיים ומכאילו החשודים כבעייתיים. מטבע המוצר האורגני הוא גם נקי מתוצרי הנדסה גנטית.

מכיוון שבשלבי העיבוד יש הגבלות על שימוש באמצעים המקובלים בתעשית המזון הרגילה ישנם מוצרים שאורך חי המדף שלהם מוגבל כמו סלטים אורגניים שמיוצרים ללא חומר משמר.

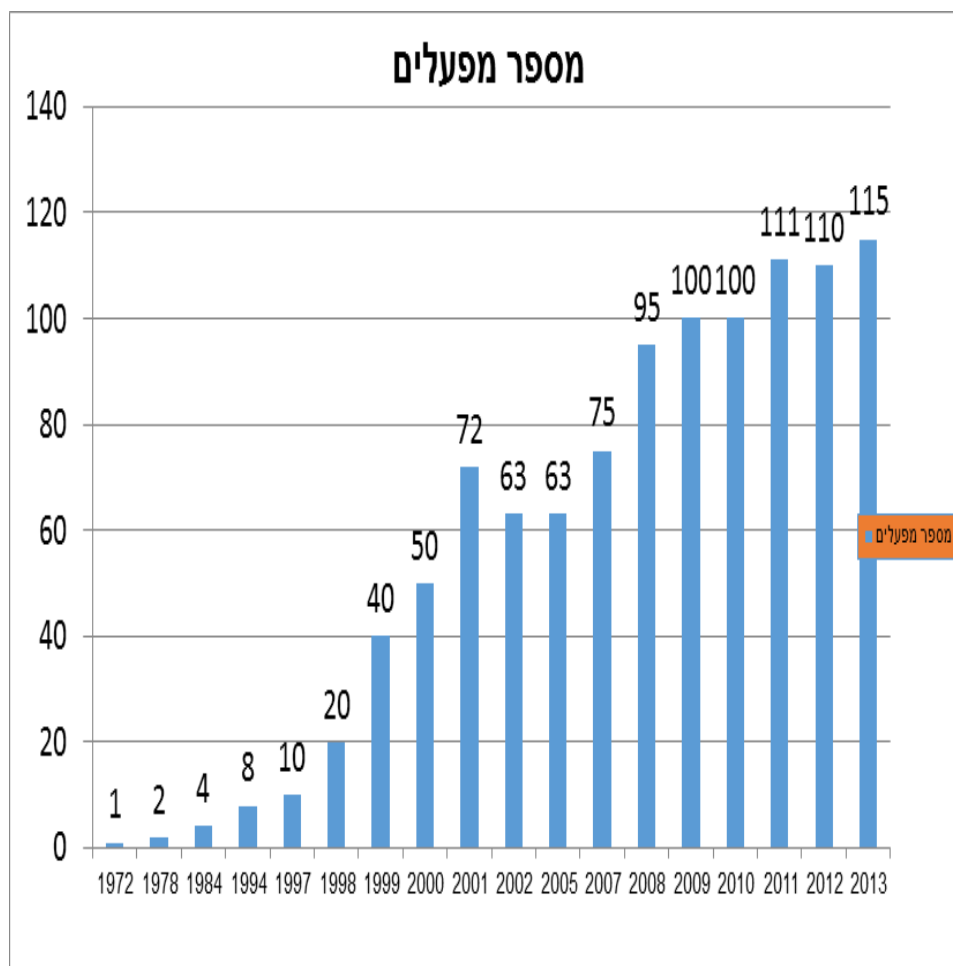
מסיבה זו ישנה גם חשיבות להקפדה עילאית על איכות חומר הגלם מכיוון שעקב המגבלות האורגניות לא ניתן "לשפר" תוצר שהגיע למפעל באיכות לקויה.

התעשייה האורגנית בישראל תחילתה ב-1972.

קִיבוץ גן שמואל מתחיל לעבד פרי הדר מתחיל לעבד פרי הדר אורגני למיץ הדלים אורגני , וייצא את תוצרתו לאירופה.

גרף מס' 1: התפתחות התעשייה האורגנית 2005 2013

מס' המפעלים המאושרים לפי שנים .



התעשייה האורגנית כוללת 3 תחומים : מזון (98%) , טכסטיל (1%) , קוסמטיקה, מוצרי טיפוח (1%).

תעשיית המזון הינה מכוונת יצוא.

הפרק יעסוק בתעשיית המזון בלבד היות ושני התחומים הנוספים הינם קטנים ביותר.

תחום מוצרי הטיפוח בהתפתחות מואצת.

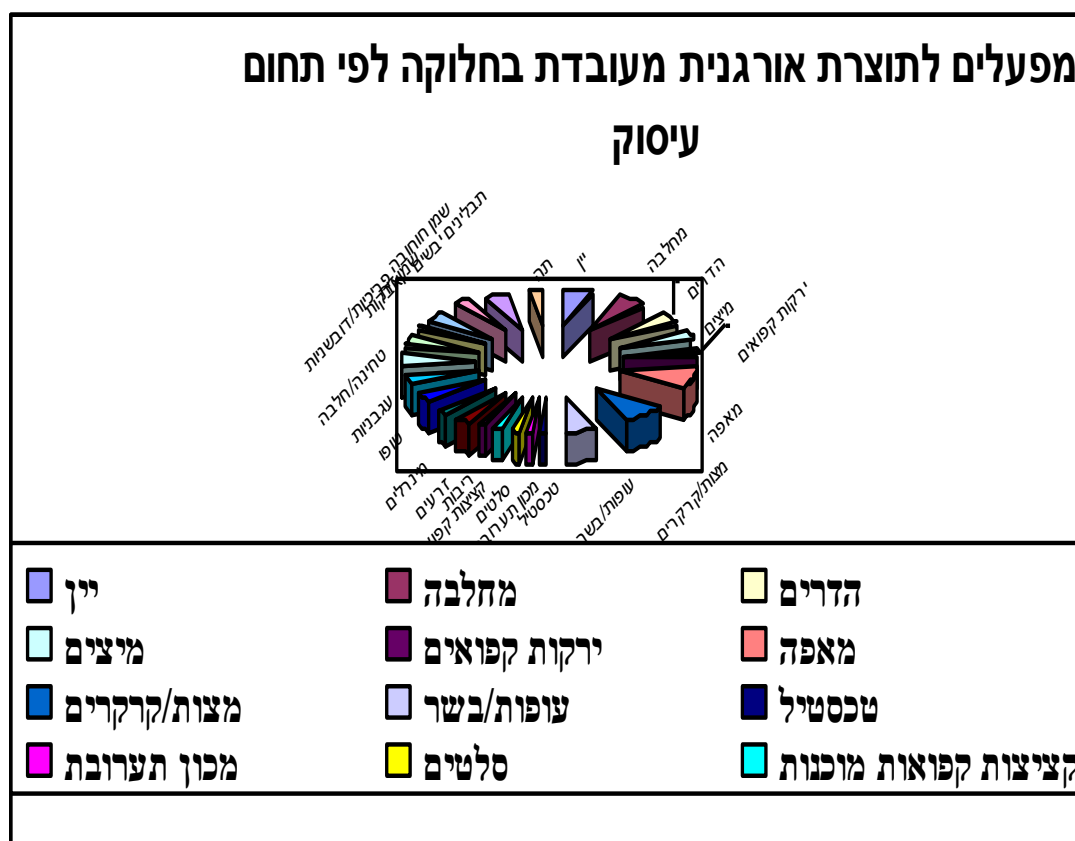
סוגי תעשיית המזון העיקריים מכוני היצוא הינם עיבוד חומרי גלם האופייניים לישראל כמו :

עיבוד פרי הדר , ייצור שמן זית , כבישת שמן חוחובה , עגבניות , תירס , ייצור חליטת תה אופניות לאזורנו.

עיבוד המזון המיועד לשוק מקומי מתאפיין במוצרי יסוד :

מוצרי לחם , לחמניות ופיתות , מצות , מוצרי חלב : חלב ניגר , יוגורטים וגבינות לבנות , חלבה , טחינה , ריבות , ירקות כבושים , סלטים אתניים , פירות יבשים.

ומתפתחת תעשיית מזון מתקדמת כמו ייצור מזון מוכן ומוצרים נוספים.



שנות ה-90 המאוחרות היו השנים בהן התעשייה התפתחה באופן מואץ , בדומה להתפתחות בעולם.

החל משנת 2002 מספר העוסקים קבוע , בדומה לקורה בעולם.

הנמצאים בתחום מרחיבים את פעילותם .

קצב ההתפתחות נשמר מזה עשור ועומד על 10-20% , כתלות בתחום הפעילות.
זהו קצב הצמיחה הגבוה ביותר בתחום המזון. ולכן נתמך מעט על ידי מכון היצוא.

התערוכה האורגנית העולמית מציגה את הישגי התחום האורגני בעולם ובעיקר את התחום התעשייתי ,

במסגרת התערוכה נערכת כל שנה תחרות על המוצר החדשני המעניין בתחומו,

התערוכה נקראת **BIOFACH** ומתקיימת פעם בשנה , בכל שנה בפברואר בנירנברג בגרמניה.

ישראל מציגה בתערוכה זו בביתן ישראלי משותף וכן בביתנם עצמאיים.

תקן התעשייה האורגנית נכתב לראשונה ב-1999 ומאז מתעדכן ברציפות, על פי קצב התפתחות התחום.

פרק התעשייה כולל מס. חלקים האופייניים לתעשייה :

מוצר מעובד הינו חומר גלם אורגני שהפעילו עליו טכנולוגיה כמו : חיתוך , חימום , ייבוש ואריזה .

מטרתה של טכנולוגיה זו הינה בדרך כלל להאריך את חיי המדף של הפרי, הירק הטרי , או תוצר בעל החיים.

הגדרת מרכיבי המוצר המעובד.

הגדרת תהליכים מותרים בעיבוד המוצר האורגני.

הגדרת תנאי ייצור נאותים.

הגדרת תיעוד מחייב.

הגדרת תהליכי ניקיון , סניטציה ותהליכי הדברת מזיקים במפעל.

הגדרת הטיפול בשפכים , תוך שמירה על איכות הסביבה.

הגדרת זכויות העובד , וההדרכות המחייבות.

ונספחים כאשר העיקרי מביניהם הוא רשימת התוספים המותרים .

רשימת התוספים המותרים הינה רשימה דינמית המתעדכנת על פי נתוני החומרים הנדרשים לעיבוד תוצרת. חומרים יכולים להכלל ברשימה או להגרע ממנה.

התקן הישראלי מתאים לתקן האירופי ולתקן האירגון הבינלאומי.

הוכנה גם טיוטה לתקן מוצרי טיפוח (ב-2006).

קבלת אישור למפעל אורגני אינו מחייב את המפעל או המוצר לעבור תקופת הסבה.

דבר המחייב הגדרת אחראי, נציג המפעל האחראי על הפעילות האורגנית הכוללת במפעל.

המפעלים העוסקים בעיבוד תוצרת אורגנית מתחלקים ל-

מפעלים בהם העיבוד של חומר הגלם האורגני מהווה 3-8% - ויתרת הפעילות היא עיבוד אותם מוצרים אך קונבנציונאליים – רב המפעלים.

מספר מפעלים מעבדים 100% מתוצרתם כמוצרים אורגניים.

בישראל 20% מהעוסקים הינם מעבדי תוצרת ו-80% עוסקים בחקלאות.

בעולם 70% מהעוסקים הינם מעבדי חומרי גלם ורק 30% עוסקים בחקלאות.

יצוא תוצרת אורגנית מעובדת לאירופה היה בשנת 2002/2003 5,500 טונות של מוצר מעובד.

בשנת 2004/2005 עלה ב-13% ל-7000 טונות מוצר מעובד.

אינפורמציה שוטפת בנושאי תעשייה ומסחר בינלאומיים אפשר למצוא באתרים הבאים:

- **industrywatch@organicmonitor.com**
- www.organicmonitor.com
- **listadmin@organicconsumers.org**
- **www.organic-center.org**

רשמה: טלי ברנר – מרכזת שולחן תעשייה.

חקלאות אורגנית יכולה להזין את העולם

Organic Agriculture Can Feed the World

Andre F. Leu, Organic Agriculture Can Feed the World

Chairman, Organic Federation of Australia

תרגום חופשי אורי אדלר

על המחבר

Leu, Andre F., יושב ראש ארגון הגג של הארגונים האורגניים באוסטרליה אותו פגשתי במהלך הכנס העולמי של ה-**IFOAM** הפדרציה העולמית של הארגונים האורגניים שהתקיים בחודש ספטמבר באדלייד שבדרום אוסטרליה. האיש הוא מגדל אורגני בעצמו ומקדם בפעולתו את הצד המקצועי רעיוני שעליו בנויה החקלאות האורגנית, וזה שבעצמו נושא חריג כמעט בעולם שיותר ויותר שם דגש על תקנים ופיקוחים ולעיתים שוכח שכל אלו מכוונים ליצור משופר.

תקציר:

מ קדמי החקלאות המתועשת נוהגים לטעון כי חומרי הדברה סינתטיים, דשנים מסיסים ותוצרי הנדסה גנטית חיוניים להזנת אוכלוסית העולם הגדלה. מספר רשויות נוהגות לטעון כי חקלאות אורגנית אינה כשירה למשימה.

מ

מאמר זה מתבונן במספר רב של מקורות מידע מכל העולם שמראים שבמתן תנאים נכונים, חקלאות אורגנית יכולה להניב יבולים גבוהים. יותר מכך, מיזמים אורגניים במדינות עולם שלישי הביאו לגידול משמעותי ביבול יציב ובר קיימה. תוצאה זו יכולה להיות מושגת בסיוע של מעט תשומות מיובאות, הקטנת עלויות ושיפור משמעותית ברמת ואיכות חיי הקהילות. במקביל, מידע מכלכלות חקלאיות מתקדמות כמו אמריקה הצפונית, אוסטרליה ואירופה מראות כי גם שם ממשק אורגני טוב יכול להניב יבולים דומים ואף גבוהים יותר מהממשקים הקונבנציונליים מתקדמים.

מבוא:

רבים מאנשי השם המובילים של החקלאות הרגילה בעולם נהגו לטעון וחלקם עדיין טוענים כי העולם יסבול רעב במידה שכל החקלאות תוסב לממשק אורגני. הם כתבו מאמרים בעיתונים מדעיים ובפרסומים אחרים שמנסים להוכיח כי חקלאות אורגנית אינה ברת קיימא ומייצרת יבולים נמוכים במובהק מהחקלאות המודרנית. **Avery (2000)**

Trewavas (2001) . הדחיפה להנדסה גנטית

(GMOs) , הורמוני גדילה, אנטיביוטיקה במזון לבעלי חיים, הקרנת מזון בקרינה וחומרי

מיננת וחומרי הדברה סינטיים הוצדקה חלקית בטענה בהגיון שבלעדי תוצרים אלו, העולם לא יהיה מסוגל להזין את עצמו.

מאז שתומס מלטוס כתב מאמר על העקרונות של האוכלוסיה **'An Essay on the Principle of Population'** ב 1778 ולראשונה העלה את הטענה שאוכלוס יתר מבשר את הסוף של המין האנושי עקב רעב של המונים **(Malthus (1798**.
הטענה זכתה לחשיפה שוב במאמרו של **Paul Erhlich**, מ 1968, פצצת האוכלוסיה (**The Population Bomb**). לפי טענה זו, כולנו היינו אמורים לסבול חרפת רעב בפרוס המאה ה-21. לטענתו, המלחמה להזנת העולם נסתיימה, בשנות ה-70 העולם יעמוד תחת מגפות ומאות מליונים צפויים לרעוב למוות עם קריסת התוכניות שנמצאות בביצוע בימים אלו **Erhlich (1968)**.

המגפות היחידות שארעו מאז היו במדינות אפריקה ונבעו ממשטרים מושחתים, מהפכות פוליטיות, מלחמות אזרחים, ובצורות תקופתיות. לעולם היה באותה עת מספיק מזון לאנשים אלו. היו אילו בעיות לוגיסטיות שמנעו מסיוע במזון להגיע אל כל אילו הזקוקים לו. אבל מאות מליונים לא רעבו למוות.
האופק של רעב המוני קודם שוב להצדקת ההשקעות בהנדסה גנטית. ביוני 2003 הצדיק הנשיא בוש את ההנדסה הגנטית באומרו "שאנו צריכים להרחיב את תפוצתה של הנדסה גנטית בטוחה במלחמתנו נגד הרעב העולמי" **(Dayton (2003**.

האם רעב עולמי נובע מחסר ביצור מזון?

בעשור הזה, העשור הראשון של המאה ה-21, חקלאים רבים סביב העולם סובלים משבר כלכלי קשה הנובע ממחירי מוצרי יסוד (קומודיטיס) נמוכים. מחירים נמוכים אילו נובעים מייצור יתר. חוקי הביקוש והיצע, בתורות הכלכליות הרווחות מראית כי מחירים יורדים כשהאספקה היא גדולה מהדרישה.

רוב מערכות הייצור בימים אלו הן מערכות שמובלות על ידי מחיר, שמבוססות על הצורך של כלכלות היקפים גדולים בכדי להקטין את עלות היחידה. הרווחיות השולית הנמוכה של מערכות כלכליות אלו מחייבת עבודה בהיקף נרחב וכתוצאה נעלמים המשקיים המשפחתיים. בהרבה איזורים בארה"ב מתקיימים היום הרבה פחות חקלאים מאשר לפני 100 שנים. כתוצאה משנית, נעלמים גם המרכזים הכפריים שנתמכו על ידי החקלאים שנעלמו מהמפה. מאות אלפי חקלאים נאלצו לעזוב את אדמתם בארגנטינה כתוצאה מהוצאות יצור גדלות ומחירי תוצרת יורדים **(Lehmann (2000**. תעשיית הסוכר באוסטרליה נמצאת על סף קריסה מאותה סיבה. יצרני חלב אוסטרליים ממשיכים לעזוב את המגזר לאחר ששינוי מדיניות גרם לקריסת

המחירים שהם נהגו לקבל בעבור תוצרתם. רוב המדינות המתועשות מסבסדות את חקלאיהן כדי למנוע את קריסת המגזר החקלאי המקומי.

אירופה, צפון אמריקה, אוסטרליה וברזיל נמצאות בתהליך של הסבת שטחי חקלאות מושקים לייצור מזון לגידול גידולי דלק כמו אתנול במטרה ליצור שוק מקיים לחקלאיהם. הדחיפה העכשווית בשוק ההנדסה הגנטית **GMO** כמו **BioPharm** שמאקלם צמחים כמו תירס קנה סוכר וטבק שעברו שינוי גנטי ליצור מרכיבים חדשים כמו הורמונים, חיסונים, חומרי פלסטיק, פולימרים שונים ועוד מוצרים נוספים שאינם מזון. משמעות התפתחויות אילו היא שפחות מזון גדל בכמה מהאיזורים הפוריים ביותר בעולם.

מגדלי גרעינים בהודו מחו על יבוא זול שמוליך אותם עמוק יותר מתחת לקו העוני. מדינות כמו הודו וסין, שפעם נחשבו בעלות אוכלוסיית יתר, מייצאות כיום כמויות גדולות של מזון. בעובדה, הודו, שהיא אחת המדינות הצפופות בתבל, מייצאת יותר מזון ממה שהיא מייבאת ברוב השנים.

יער הגשם בדרום אמריקה מבורא ליצירת שטחי מרעה לבקר, שמיועד לרשתות ההמבורגרים של צפון אמריקה. כשפוריות הקרקע יורדת, השטח נעזב ושטחים חדשים של יער גשם מבוראים והופכים לשטחי מרעה. כששטחים אלו נעזבים שוב הם הופכים לשטחי עשבים דגניים. באסיה, רוב היערות נכרתים לטובת תעשיית העץ שמיוצא לכלכלות המתועשות ומפותחות. העצוב בכל מגמת ההרס של השונות הגנטית הוא שרק שיעור קטן, אם בכלל, מכל השטחים המבוראים מיועדים ליצור מזון לטובת עניי העולם. רוב העץ והבשר משווק לכלכלות העשירות בעולם.

המציאות בה הייצור העולמי הוא יותר ממספיק להזין את כולם ויש מספיק קרקע חקלאית מתאימה לביצוע המשימה. למרות זאת, כתוצאה משימוש לא יעיל, חלוקה לא שיוויונית ושיטות חקלאיות נחותות, מליוני בני אדם סובלים ממחסור במזון.

היכולה החקלאות האורגנית להזין את העולם?

חקלאות אורגנית חייבת לענות על שתי שאלות עקרוניות:

1. האם יכולה חקלאות אורגנית להשיג יבולים גבוהים?
2. היכולה חקלאות אורגנית לספק מזון לבני האדם הזקוקים לו?

מאמר מערכת של ה **New Scientist February 3, 2001** טוען שחקלאות שמתקיימת בטכנולוגיה נמוכה, משפרת יבולים במשקים עניים מסביב לעולם על פי רב ב 70% או יותר. תוצאה זה הושגה באמצעות החלפת חומרי הדברה סינתטיים עם שיטות בקרת מזיקים ביולוגית וזבלים טבעיים (**New Scientist (2001)**).

פרופסור **Jules Pretty**, מנהל המרכז לסביבה וחברה באוניברסיטת **Essex** שבאנגליה כתב " הוכחות עדכניות מ-20 מדינות מצאו שיותר מ-2 מיליון משפחות מיישמות שיטות חקלאיות מקיימות על פני יותר מ-40-50 מיליון דונם. זו היא לא נישה שולית, לא ניתן להתעלם מהתופעה. מה שמדהים הם לא המספרים, אלא העובדה שכל זה נעשה ב-10-5 שנים. יותר מכך, רב השיפורים קורים באיזורים מרוחקים חסרי מקורות ועניים שנחשבו איזורים שאים מסוגלים לספק מזון לעצמם. **Petty (1998b)**.

דוגמה מאלפת לצורה זו של התפתחות חקלאית פורסמה במהדורת ינואר 2003 של **World Vision News** בעבודה משותפת עם מערכת סיוע החוץ של אוסטרליה **AusAID**, חיברו אנשי **World Vision** חקלאים קנטיים מאיזור **Makuyu** עם המכון הקנטי לחקלאות אורגנית **KIOF (World Vision 2003)**.

ביחד הם אירגנו סדנאות שבהן חברי **KIOF** לימדו את עקרונות החקלאות האורגנית כולל עקרונות יצור קומפוסט, הכנה עצמית בטוחה של חומרי הדברה אורגניים, גידול גן ירק וטיפול אורגני בבעלי חיים.

יבולי תירס החלו לעלות פי 4 עד פי 9 מעבר ליבולים הקודמים. יבולי הירקות הניבו יבול גבוה ב-60% מזה שהושג באמצעות חומרי הדברה יקרים ודשנים כימיים.

היפה הוא שרבים מחקלאים אלו מייצרים היום מזון עודף אותו הם מוכרים בעוד שעבר הקרוב לא היה בידיהם מספיק מזון להזנת משפחותיהם.

האופי של הקהילה השתנה, החקלאים היום בטוחים בעצמם וחשיבותם העצמית גדלה והם גאים בידעיהם שהם מסוגלים להתגבר על הבעיות של קהילתם בכוחות עצמם.

סוג זה של מיזמים אורגניים הוא מה שדרוש סביב העולם כדי לסיים עוני כפרי וסבל, וזאת כחלופה להנדסה גנטית וחומרי הדברה יקרים ורעילים.

קהילת מקויה בקניה אינה דוגמה בודדה, פרופסור פטי נותן דוגמאות נוספות מסביב לעולם של הגדלת יבולים, כשחקלאים החליפו חומרי הדברה סינתטיים ועברו לשיטות אורגניות מקימות.

223,000 חקלאים בדרום ברזיל שמשתמשים בזבל ירוק וצמחי כיסוי מקטניות בשילוב בעלי חיים הכפילו את יבולי התירס והחיטה ל-400 עד 500 ק"ג לדונם.

45,000 חקלאים בגואטמלה והונדורס שמשתמשים בשיטות מתחדשות כדי לשלש יבולי תירס לכדי 200-250 ק"ג לדונם.

200,000 חקלאים בכל רחבי קניה כחלק מפרויקט חקלאות מקיימת יותר הכפילו את יבולי התירס לכדי 250-330 ק"ג לדונם ובמקביל הגדילו יבולי ירקות במהלך העונה היבשה.

100,000 מגדלי קפה קטנים במקסיקו אימצו ממשק גידול אורגני מלא כדי להגדיל יבולים ב 50%.

מיליון מגדלי אורז בהצפה בבנגלדש, סין, הודו, אינדונזיה, פיליפינים, סרילנקה, תאילנד וויטאנם הסבו לשיטות מקיימות כשקבוצות חקלאים ובתי ספר מקומיים בשדה אפשרו לחקלאים ללמוד שיטות חלופיות לחומרי הדברה ולהגדיל את יבוליהם ב 10%. **(Pretty**

(1995), Pretty (1998b))

Nicolas Parrott of Cardiff University, UK חיבר דו"ח שנקרא המהפכה

הירוקה האמיתית.

הוא מתאר מיזמים שמאששים את ההצלחה של שיטות חקלאות אורגנית ואקולוגית בעולם המתפתח.

במדיה פרדש, הודו יבול כותנה ממוצע שמשתתף במיזם **Maikaal Bio-Cotton Project** גבוה ב 20% מאשר במשקים קונבנציונליים שכנים.

במדגסקר **SRI** פרויקט לשיפור גידול אורז הגביר יבולים מ 200-300 ק"ג להקטאר ל 60-80 או אף 100 ק"ג.

באתיופיה הסבה מחקלאות אינטנסיבית בשימוש בכימיקלים לשימוש בקומפוסט גרם להגדלת יבולים במגוון גידולים.

באיזורים הגבוהים של בוליביה שימוש בקמח עצמות סלע פוספט וגידול משולב עם גידולי קטניות קושרי חנקן כמו אספסת גרם להגדלה מובהקת ביבולי תפוחי אדמה.

אחת התוצאות החשובות של חשיפת חקלאים מקומיים לשיטות מקיימות מגדילות יבולים הוא שיצור המזון והסיבים חוזר להיות קרוב לאיזור הצריכה של האנשים שזקוקים לתוצרת. זהו לא ייצור במרחק של חצי היקף כדור הארץ ממקום הצריכה שהמוצר מובל אליהם על כל המשמעויות של הובלה למרחקים.

היבט חשוב אחר הוא עלות תשומות נמוכה - הם לא זקוקים לדשנים וחומרים מיובאים יקרים. הגידול ביבול משולב בהוצאות יצור מופחתות שמאפשרות רווח גדול יותר לחקלאים.

גורם שלישי הוא הממשק החקלאי החדש שדורש יותר כח אדם באיזורים הכפריים לפעולות כמו עישוב, יצירת קומפוסט, ולגידול גידולים משולבים. התעסוקה מאפשרת לאנשים חסרי קרקע לשלם עבור מזונם ולספק את שאר צרכיהם.

כמו בדוגמה של קהית מקווי בקניה, יתרונות אלו מאפשרים שינוי חיובי באיכות החיים ובמגמת התפתחות הקהילה. קהילות אלו הופכות להיות פעילות בכיוון החיובי תוך לקיחת אחריות עצמית לשיפור עתידם.

היכולה חקלאות אורגנית להשיג יבולים במדינות מפותחות?

מאז 1946 הודות לדשנים כימיים, חומרי הדברה, קוטלי עשבים, זני גידולים משופרים ושיטות תעשיתיות מיוחסות להשגת יבולים הגבוהים של המהפכה הירוקה. מכיוון שחקלאות אורגנית מונעת את השימוש ברוב התשומות החדשות, מקובל לחשוב שתמיד תייצר יבולים נמוכים. ההנחה, שיותר תשומות של דשנים כימיים וחומרי הדברה דרושים להגדלת יבולי מזון, לא נכונה. במחקר שפורסם על ידי פרופסור פטי – הארץ החיה, פרופסור פטי בוחן מיזמים בשבע מדינות מתועשות באירופה וצפון אמריקה, חקלאים מגלים שהם יכולים לקצץ בהשקעותיהם בתשומות יקרות של חומרי הדברה ודשנים ברמה של 20 עד 80% ולסיים במצב כלכלי עדיף. בתחילת התהליך יבולים נופלים ב 10-15% אבל תוך זמן קצר הם מתחילים לעלות. בארה"ב לדוגמא הרבע העליון של המגדלים המקיימים אוספים יבולים גבוהים ממגדלים קונבנציונליים. ביחד עם פחות השפעות שליליות על הסביבה **Pretty (1998b) Pretty**

(1998a).

George Monbiot בגרדיאן מה- 24 לאוגוסט, שחיטה שגדלה עם זבל, הניבה יבול גבוה יותר מאשר חיטה שגדלה בהזנה כימית וזאת בהשוואה שנמשכה 150 שנה באנגליה **Reganold (2001).**

במאמר שפורסם במגזין היוקרתי **Laurie Drinkwater NATURE** ושותפיה ממכון רודל הראו שהתפוקה הסביבתית של חקלאות אורגנית במקביל להשגת יבולים דומים גם ביבול וגם ברווח כממשק אורגני משווה לממשק אינטנסיבי קונבנציונלי. **Drinkwater (1998)**

Gary Zimmer, אחד מחלוצי הרפת האורגנית בארה"ב ביחד עם בנו - שטח האספסת שלו הניב יבול גבוה פי 4 מהממוצע באיזור והגדיל גם את הערך המזוני של המספוא ב 300% וכיום מגדל 150 פרות ללא כל בעיה בריאותית **Zimmer (2000) Zimmer pers. Com** דיק טומפסון, מייסד של קבוצת חקלאים מתקדמים במידנת איווה שבארה"ב, שידכו מחקר במשק אורגני עם אוניברסיטת איווה, מכון רודל ומכון ואלאס. בפרוייקט אספו כמה מהיבולים הגבוהים באיזור באצמעות שימוש בקומפוסט, עיבוד שיטחי ומחזור גידולים. **Thompson (2000)**

המערכת היצריתית שכוללת מרעה מחזורי וגידול מקביל של מספר מיני בעלי חיים פותח על ידי **Salatin Joel and Therese** בוירג'יניה. היא אחת הדוגמאות הטובות של מערכת אורגנית עתירת יבולים. הם משתמשים ב-400 דונם של גידולי מספוא על קרקע מנוקזת למרעה של בקר, כבשים, חזירים, תרנגולות לבשר, מטילות, תרנגולי הודו, פסיונים וארנבונים. המערכת התבססה על מרעה טבעי ללא עיבודים וללא יבוא מינים חדשים. התשומה המיובאת היחידה היא מזון לעופות. מערכת רב מינית ממוחזרת זו בונה אינטש קרקע בכל שנה ומחזירה למשפחה הכנסה גדולה פי 15 ליחידת שטח בהשוואה להכנסה שמושגת על ידי המשפחות השכנות שמגדלים רק בקר. **Salatin pers. Com.**

Steve Bartolo, נשיא ארגון מגדלי הסוכר באוסטרליה, מייצר יטבולי סוכר דומים ליחידת שטח בחלקתו האורגנית ובחלקתו הקונבנציונלית. היבול הגבוה ביותר של חלקתו האורגנית היה גבוה יותר מזה שהשיג בחלקתו הקונבנציונלית. **Bartolo (in publication)**

Greg Paynter, חקלאי אורגני שעובד במשרד החקלאות של מדינת קווינסלנד באוסטרליה, מנהל את הניסויים המשווים של גידולי גרעינים אורגניים וקונבנציונליים. בקולו החקלאי של דבאי בשנת 2002 חיטה אורגנית הניבה 323 ק"ג לדונם בעוד חיטה רגילה הניבה 222 ק"ג לדונם. הניסוי התקיים באחת משנות הבצורת הקשות יותר שנרשמו **Paynter pers. com. In publication**

Graham McNally of Kialla, חלוץ אורגני אוסטרלי יחודי, משיג יבולים דומים למשקים הקונבנציונליים בסביבתו. **McNally In publication**

Dr Rick Welsh ממכון **Henry A Wallace** סקר סדרה של פרסומים אקדמיים שמשווים ממשק אורגני לקונבנציונלי בארה"ב במידע מורה שמערכות הגידול האורגניות רוחניות יותר. רווח זה לא היה תלוי בפרמיית המחיר לתוצר האורגני. אבל נבע מהוצאות נמוכות יותר ויבול יציב יותר. עבודתו גם מראה כי חקלאות אורגנית מפיקה יבולים טובים יותר בשנים של מזג אוויר קיצוני כמו שנות בצורת או שנות עודף גשמים. **Welsh (1999)**.

האם הנדסה גנטית תזין את העולם?

ארגנטינה היא דוגמה טובה למה קורה עם שוק מתמוטט וגידולים מהונדסים. ארגנטינה היא המדינה השלישית בעולם בהיקף הגידול המהונדס עם 28% מהיצור המהונדס העולמי. בשנים 1999-2000 יותר מ-80% מהסויה שגדלה על שטח של 66 מיליון דונם הוסבה לזנים מהונדסים. להלן חלק מהתוצאות ממחקר שפורסם על ידי **Lehmann and**

Pengue במגזין **Biotechnology and Development Monitor**.

- ירידה ברווח השולי, מחירי הסויה ירדו ב-285 בין 1993 ל-1999.

- רווח החקלאים נפל בחצי בין השנים 1992-1999 מקשה על החזרת הלואות למיכון ותשומות כימיקלים וזרעים.
- ירידה של 32% במספר המגדלים בין 1992-1997 - מספר המגדלים ירד מ- 170,000 ל 116,000 54,000 חקלאים נאלצו לעזוב את התעשייה.
- לפחות 50% מהשטח מנוהל כיום על ידי תאגידיים רב לאומיים.
- הגדלה במועורבות תאגידיים רב לאומיים במגזר החקלאי, התעוש של גידולי הסויה והגרעינים הגדיל את התלות בתשומות חקלאיות מיובאות והגדיל את החוב הלאומי.
- הורדת מכסי היבוא גרם לפשיטת רגל של יצרני מיכון חקלאי מקומיים ולאובדן מקומות עבודה.
- שוק הזרעים הפך להיות תלוי במימון של תאגידיים רב לאומיים. **Lehmann (2000)**.

מאז שהמידע הנ"ל פורסם, כלכלת ארגנטינה קרסה, המדינה נמצאת היום בחוב גדול וכלכלתה מנוהלת על ידי קרן המטבע העולמית והבנק העולמי. רמת החיים ירדה ואלפי חקלאים נוספים נאלצו לעזוב את אדמתם. עוני עירוני וכפרי ורעב גדלו.

לפי **Caritas Argentina** - השירות הסוציאלי של הכנסיה הקתולית בארגנטינה - 40% מהילדים חיים היום בתת תזונה ויותר מחצי באיזורים הצפוניים העניים של המדינה. גם בבירה העשירה יחסית, בואינס איירס, לפחות 19 ילדים מתו מחוסר תזונה בחודש האחרון.

Caritas 2003

באם הנדסה גנטית לא יכולה להזין את ילדי המדינה השלישית בגודלה בגידולים מהונדסים, איך יכולה היא להזין את שאר העולם.

רשימת ספרות

References:

Avery D. (2000) Saving the Planet with Pesticides and Plastic: The Environmental Triumph of High-Yield Farming, Hudson Institute, USA.

Bartolo, S. Organic Sugar Production - A Case Study, to be published in the proceedings of the Inaugural Queensland Organic Conference. 2003

Caritas 2003, Argentina Crisis Leaves Millions of Children Undernourished, March 17, 2003 For More Information: Matt Felice, Catholic Relief Services, mfelice@catholicrelief.org, (410) 951-7304, P.O. Box 17090 Baltimore, MD 21203-7090

Dayton, Leigh (2003) Putting Food on the Table, The Australian, Friday July 4, 2003, p 9

Drinkwater, L. E., Wagoner, P. & Sarrantonio, M. (1998), Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. Nature 396, 262 - 265 (1998).

Erlich, P. (1968) The Population Bomb, Buccaneer Books Inc PO Box 168, Cutchogue NY 11935, ISBN 1-56849-587-0

Lehmann V. and Pengue W. (2000), Herbicide Tolerant Soybean: Just another step in a technology treadmill? Biotechnology and Development Monitor. September 2000.

McNally, G. THE KIALLA STORY “ABSOLUTELY ORGANIC”, to be published in the proceedings of the Inaugural Queensland Organic Conference. 2003

Malthus, Thomas (1798) An Essay on the Principle of Population, Printed for J. Johnson St Paul’s Church-Yard. London

Mader, P. et al, (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science, 296, 1694 – 1697.

Monbiot G (2000), Organic Farming Will Feed the World, Guardian, 24th August 2000

New Scientist (2001), Editorial, February 3, 2001

Parrott, Nicholas(2002) 'The Real Green Revolution' ,Greenpeace Environmental Trust, Canonbury Villas, London ISBN 1 903907 02 0

Paynter, G. Personal communication on the results of the grain comparison trials at Dalby Agricultural College in 2002. The results are to be published later.

Pretty, Jules (1998a) The Living Land. Agriculture, Food and Community Regeneration in Rural Europe", Earthscan Publications, London.

Pretty, Jules (1998b) SPLICE magazine, August/September 1998 Volume 4 Issue 6.

Pretty, Jules (1995) Regenerating Agriculture: Policies and Practice for Sustainability and Self-Reliance, Earthscan Publications, London.

Reganold, John P. et al (2001), Sustainability of three apple production systems, Nature,

Vol 410, 19th April, pp 926- 930

Salatin, Joel, pers. com. Joel explained the details of his farm during a visit in 2000.

Thompson, Dick et al (2000) Alternatives in Agriculture 2000 Report, Thompson On Farm Research and Henry A. Wallace Institute, Boone, Iowa.

Trewavas AJ (2001) Urban myths of organic farming. Nature 410, 409-410.

Welsh R. (1999), Henry A. Wallace Institute, The Economics of Organic Grain and Soybean Production in the Midwestern United States, Policy Studies Report No. 13, May 1999.

World Vision News, January 2003 edition

Zimmer G. F (2000), The Biological Farmer. Acres USA

Zimmer G. F. pers com. Gary explained the details of his farm during a visit in 2000.