

לדוגמה, במחקר שנערך בארץ, נמצא שהכוונת השקיה באמצעים של חישה מרחוק שיפירה את יעילות השימוש במים בכ-9% לעומת משטר ההשקיה המומלץ. בשיטה המוצעת במחקר גם היבול גדל, וגם כמויות המים להשקיה הופחתו [2,6].

מסקירה זו עולה הצורך להמשיך את המאמץ לאתר לכל אזור, גידול וטכניקה חקלאית את הטכנולוגיות המתאימות ואת דרך השימוש המתאימה להם להשגת היעדים של השאת יבולים והפחתת הפגיעה בסביבה.

מקורות

- [1] כהן י, גולדשטיין א, חצרוני א ואחרים. 2011. דינאמיקה בזמן ובמרחב של הליותיס בעמק המעינות ועמק חרוד: תמונה שהתקבלה מנתוני פיקוח אזוריים עונת 10-2009. ניר ותלם 34: 37-46.
- [2] רחנברג א. 2016. מיפוי פוטנציאל המים בעלה על ידי צילומים תרמיים ככלי להכוונת השקיה בכותנה (עבודת גמר לתואר מוסמך). רחובות: האוניברסיטה העברית בירושלים.
- [3] Bongiovanni R and Lowenberg-Deboer J. 2004. Precision agriculture and sustainability. *Precision Agriculture* 5: 359-387.
- [4] Gebbers R and Adamchuk VI. 2010. Precision agriculture and food security. *Science* 327: 828-831.
- [5] Griffin TW and Lowenberg-DeBoer J. 2005. Worldwide adoption and profitability of precision agriculture Implications for Brazil. *Revista de Política Agrícola* 14(4): 20-37.
- [6] Rosenberg O, Alchanatis V, Cohen Y, et al. 2014. Are thermal images adequate for irrigation management? Proceedings of the 12th International Conference on Precision Agriculture, Sacramento (CA), July 20-23, 2014.
- [7] Rosenheim JA, Parsa, S, Forbes AA, et al. 2011. Ecoinformatics for integrated pest management: Expanding the applied insect ecologist's tool-kit. *Journal of Economic Entomology* 104(2): 331-342.

התשומות או באמצעות הגדלת היבול ולפעמים באמצעות שתיהן ומזעור הפגיעה בסביבה [3] באמצעות הפחתת תשומות. כלומר, ייעול השימוש משיג שתי מטרות - ביטחון תזונתי ושמירה על הסביבה - ללא סתירה ביניהן.

כיום, כאשר במדינות המפותחות, וישראל בכללן, אחראי כל חקלאי על אלפי ועשרות אלפי דונמים של שטח חקלאי, האפשרות להכיר את השונות המרחבית בכל שטח, ויותר מכך - את הגבולות המדויקים של מרכיביה, איננה יכולה להסתמך על הידע של החקלאי בלבד, ויש להסתמך גם על טכנולוגיות המידע. במילים אחרות, היכולת להפחית את השימוש בתשומות תוך הגדלת היבולים בשטחים נרחבים וכך גם להפחית את ההשפעות השליליות על הסביבה (באוויר, במים ובקרקע) אינה יכולה להתבצע ללא טכנולוגיות המידע והיישום שמציעה החקלאות המדייקת. בשל כך, יש האומרים כי בעתיד הקרוב כאשר יאמרו "חקלאות" יתכוונו למה שמוגדר כיום כחקלאות מדייקת.

טכנולוגיות המידע הביאו גם להכנסת מדע המידע או מדע הנתונים (data-science; big data) אל החקלאות כדי לאפשר לימוד של תובנות ממסדי נתונים רב-שנתיים, המְתְּכָלֵלִים מידע ממגוון רחב של תנאי סביבה, תנאי גידול וחקלאים. ניצנים של מחקרים כאלה מראים כי יש פוטנציאל להתייעלות אם חקלאים ישתפו נתונים ויקבלו החלטות מסונכרנות בעיקר בהקשר של ייעול השימוש בחומרי הדברה [1,7].

היישומים של החקלאות המדייקת משתרעים מתעשיית התה בטנזניה ובסרי-לנקה, לייצור של קנה הסוכר בברזיל, האורז בסין, בהודו וביפן והדגניים וסלק-הסוכר בארגנטינה, באוסטרליה, באירופה ובארה"ב [4]. בגלל מגוון היישומים והתרחישים באימוץ התפיסה של החקלאות המדייקת, ישנו קושי בכימות התועלת שבה. אף על פי כן, בסקירה של למעלה מ-200 מחקרים שבוצעו בתחום והתפרסמו מ-1988 ועד 2005, נמצא כי ברוב המקרים החקלאות המדייקת הייתה רווחית יותר בהשוואה לנוהגי החקלאות הקיימים [5]. מכיוון שמדובר בייעול השימוש במשאבים, הרי שברוב המקרים היא הביאה גם להפחתת הפגיעה בסביבה.

חקלאות אורגנית תוכל לספק מזון מבלי לפגוע בסביבה

אורי אדלר
אגרונום
uri.adler@gmail.com

נראה שמשרדי הממשלה אינם מאמינים ביכולתה של החקלאות המקומית לספק מזון לאוכלוסייה המקומית הנוכחית, לא כל שכן לאוכלוסייה גדולה יותר בעתיד. ראייה לכך היא תכנית משרדי החקלאות והאוצר לחשוף את החקלאות המקומית ליבוא מתחרה. השאלה הנשאלת היא אם מדיניות זו היא כורח המציאות, ואם לנוכח מצב זה תהיה זו עזות מצח לטעון שהפתרון יכול להיות חקלאות אורגנית.

התשובה לשאלה אם החקלאות האורגנית יכולה להזין את



כרם אורגני ברמת הגולן | צילום: חדווה שנדרוביץ, מתוך אתר פיקיוויקי

אף כי אינה תמיד נכונה. יש המגדלים יותר מגידול אינטנסיבי אחד לעונה באותה חלקה, לדוגמה - גידול תפוחי אדמה בחורף ותירס באביב. בהשוואה זו שיעורי היבולים המתקבלים בממשק אורגני מגיעים ל-100%–80 מיבולי הגידול הרגיל. השונות נובעת מפוריות הקרקע, מסוג הגידול, מניסיונו של המגדל ומיכולתו להגיב נכון לתנאי גידול משתנים. מגדלים טובים לא יחוו פחיתת יבול ברוב הגידולים, בעוד שאצל מגדלים מתלמדים ובשטחים אורגניים חדשים צפויה פחיתה מסוימת. בהשוואת ממשקי גידול שבוצעה במכון רודל בארה"ב^[8] נמצא כי בחמש השנים הראשונות לאחר ההסבה לממשק אורגני הייתה פחיתה ביבול שהתקבל בממשק גידול זה לעומת ממשק הגידול הכימי. לאחר חמש שנים השתוו יבולי הסויה והתירס האורגניים לאלה של ממשק הגידול הרגיל, ולא הייתה בהם פחיתה. תוצאה דומה התקבלה במחקר רב-שנתי שבוצע במכון FiBL בשווייץ. בניסוי שנמשך תשע שנים נמצא שבגני ירק אורגניים היבול השנתי גבוה יותר בהשוואה לגידול הרגיל, מכיוון שגדל בהם מגוון גידולים רחב וברצף במהלך כל עונות השנה^[6]. היבול לגידול אורגני יחיד עשוי להיות נמוך יותר מיבול של גידול קונבנציונלי מקביל, אבל סך היבול הנאסף יהיה גבוה יותר מגידול יחיד בממשק קונבנציונלי. גם בארץ, במנהל המחקר החקלאי בחוות נווה יער ובחוות גילת, נערך מחקר רב-שנתי המשווה יבולים בין גידולי שדה אורגניים לרגילים. במחקר שנכנס כעת לשנתו השמינית, לא נמצא הבדל מובהק ביבול בין ממשק אורגני לממשק רגיל בין גידולי שדה כמו חיטה^[1].

עד כאן ההשוואה היא מההיבט של היבול, אף כי כמות היבול אינה השיקול היחיד. חקלאות משפיעה גם על היבטים נוספים, ובהם לחקלאות האורגנית עדיפות מסיבות נוספות:

- א. הזנת הגידול מבוססת על מחזור פסולת, תוך דגש על שימוש בקומפוסט. ככל שהשימוש בקומפוסט יתרחב, יקטן הצורך להתמודד עם טיפול בפסולת אורגנית.
- ב. הגנת הצומח מבוססת על יצירת איזון ביולוגי, על הדברה ביולוגית, על הרחקת מזיקים בעזרת רשתות, על אוורור ועל חומרי הדברה ממקורות אורגניים ברובם. כל אלה מבטיחים שהתוצרת האורגנית תהיה בריאה יותר מתוצרת חקלאות רגילה, מכיוון שהיא נקייה משאריות חומרי הדברה - השארית המרבית המותרת של חומרי הדברה היא אפס לעומת ערך ה-MRL המקובל בתוצרת של חקלאות רגילה (פרט לגפריית ונחושת שנחשבות לבעלות סיכון מסוים, ומקובלות בשימוש בחקלאות אורגנית ובחקלאות רגילה)^[2].
- ג. חקלאות אורגנית מונעת סחף קרקע עקב פיתוח מבנה קרקע יציב ועשיר יותר בחומר אורגני לעומת החקלאות הרגילה.
- ד. ישנן הוכחות שחקלאות אורגנית תורמת למניעת תופעת קריסת הכוורת, שמאיימת על עתיד הדבורים ושאר החרקים המאביקים^[7].

ישראל נגזרת מהשאלה הרחבה יותר - האם חקלאות אורגנית יכולה להזין את העולם? באופן עקרוני, התשובה לשאלה חיובית. בישראל של היום מספקת החקלאות המקומית את המזון הנדרש, פרט לגרעינים המשמשים לאפיית לחם ולהזנת בעלי חיים, שרובם מיובאים מחו"ל. ייצור מקומי של גרעינים להחלפת היבוא יתאפשר רק אם ישתנו סדרי העדיפות, ויוחלט לייצרם בארץ על חשבון שטחים של גידולים המיועדים כיום ליצוא. שינוי סדרי העדיפויות יכול לנבוע מרצון להתמודד עם המחסור הצפוי בגרעינים בעולם בעקבות השפעות ההתחממות העולמית, שפוגעות כבר עכשיו ביכולת הייצור העולמית. נוסף על כך, הגידול באוכלוסייה העולמית מגדיל ביקושים, וצפוי לגרום עליית מחירים ולהקטין את זמינות המזון. בזמן כתיבת דברים אלה אני נמצא בשליחות משרד החוץ בדרום סודן, וחזהו במו עיניי בבעיות התזונה ובמשאיות המזון הרבות שהאו"ם שולח לאזור כדי למנוע רעב מהאוכלוסייה המקומית.

את סוגי הממשק החקלאי בחקלאות האורגנית בישראל ניתן לחלק לשניים:

- א. חקלאות אורגנית אינטנסיבית שדומה לחקלאות האינטנסיבית הרגילה, אך מוגבלת על פי התקן האורגני, שקובע מה הטכנולוגיות והחומרים המותרים לשימוש;
 - ב. גני ירק ובוסתנים אורגניים שמיועדים בעיקר לשיווק ישיר לצרכנים בשוק המקומי, ומייצגים ממשק חקלאי מגוון יותר ואינטנסיבי פחות.
- נהוג להשוות יבולים של גידול יחיד לעונת גידול וליחידת שטח (דונם). בחקלאות האורגנית האינטנסיבית השוואה זו מתבקשת,

[2] חוק להסדרת תוצרת אורגנית, התשס"ה-2005

[3] רביב מ (עורך). 1996. המחקר החקלאי בישראל: המחקר בחקלאות אורגנית. בית דגן: מנהל המחקר החקלאי - מרכז וולקני.

[4] Auerbach R, Rundgren G, and El-Hage Scialabba N (Eds). 2013. Organic agriculture: African experiences in resilience and sustainability. Rome: FAO. www.fao.org/docrep/018/i3294e/i3294e.pdf.

[5] Benbrook C, Zhao X, Yáñez J, et al. 2008. Nutritional superiority of organic foods. Organic-center. www.organic-center.org/reportfiles/NutrientContentReport.pdf.

[6] Mäder P, Hahn D, Dubois D, et al. 2007. Wheat quality in organic and conventional farming: Results of a 21-year old field experiment. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 1826–1835.

[7] Misiewicz T and Shade J. 2015. The role of organic in supporting pollinator health. The Organic Center. www.organic-center.org.

[8] Rodale Institute. 2011. Farming systems trial – celebrating 30 years. www.rodaleinstitute.org/assets/FSTbooklet.pdf.

ה. מזון אורגני עשיר יותר בפיטוכימיקלים החשובים לבריאות האדם [5].

ו. ההשפעה הסביבתית של החקלאות האורגנית כוללת הפחתה משמעותית בפליטת גזי חממה בשל ההימנעות משימוש בדשנים כימיים, אך כי שימוש מופרז בדשנים אורגניים עלול לגרום לזיהום של הקרקע ומי התהום [2,8].

ז. מבחינה בריאותית התוצרת האורגנית נקיייה משאריות חומרי הדברה, ומתרבות הראיות ליתרונות התזונתיים הגלומים במזון אורגני [5].

ח. מתרבות ההוכחות על השפעתם הבריאותית השלילית של חומרי הדברה מקובלים על מגוון תהליכים בגוף האדם [5].

חקלאות אורגנית מבטיחה מזון בריא וזמין תוך שמירה מרבית על בריאותם של הצרכנים, החקלאים, תושבי היישובים הסמוכים לשדות והסביבה החקלאית והעולמית.

מקורות

[1] ברטל א ואחרים. 2015. מחקר ארוך טווח להבנת השפעת הממשק האורגני על פוריות הקרקע. דו"ח לתכנית מספר 15-0767-301. מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות.

חקלאות עירונית נחשבת כיום לאחד מהפתרונות להסתגלות לשינוי האקלים ולהפחתת לחץ הדרישה לקרקע חקלאית, ויש לה תפקיד משמעותי בהקטנת איי החום העירוניים, תוך עידוד השימוש החוזר בפסולת אורגנית, ניתוב מחדש של מי גשמים למטרת ייצור מזון והקטנת המדריך האקולוגי [1]. מודלים חדשניים של חקלאות עירונית שואפים להנגיש לכל שכבות האוכלוסייה המקומית מזון טרי בעל ערכים תזונתיים גבוהים וחיי מדף ארוכים. מערך אספקת המזון העירוני תורם להפחתה משמעותית של פליטות גזי חממה בזכות הקרבה לצרכנים וצמצום מרחקי ההובלה. נוסף על כך, בניהול יעיל ניתן אף לצמצם את בזבז המזון [4].

שטחים בעיר הם מצרך נדיר ויקר ערך, ועל כן הצורך בשימוש חקלאי בשטחים שאינם מנוצלים הוביל לפיתוח מערכות לייצור תוצרת חקלאית במצעים מנותקים על גגות מבנים. כך מתאפשר ייצור מזון אף באזורים עירוניים צפופים במיוחד - דבר שמקנה לחקלאות גגות יתרון בולט על פני טכניקות חקלאיות בשטחי קרקע [6].

יותר ויותר מיזמים של חקלאות גגות משתמשים בהידרופוניקה כשיטה לגידול מזון, שמוכחת כיעילה במיוחד. שיטת הגידול ההידרופונית מאפשרת חיטון ניכר במים - עד 90% פחות מכמות המים הנדרשת לחקלאות קונבנציונלית

לצבוע בירוק את גגות העיר הלבנה

ליאור טורגימן

חוות "ירוק בעיר" - חקלאות עירונית
 על גג דיזנגוף סנטר
lior@yarok-bair.co.il

דמיינו כיצד תיראה האנושות בעוד עשרות שנים. כיצד ייראו ערי העתיד, המרחבים הפראיים והשטחים החקלאיים, וכיצד בעלי החיים, הצמחייה והאדם ישתלבו בהם. מנתונים שפרסם האו"ם, עולה כי עד שנת 2050 צפויה אוכלוסיית העולם לגדול לכ-9 מיליארד איש. כיום מתגוררת מעל למחצית מאוכלוסייה העולם בערים, ובשל מגמת העיור המואץ צפויה כמות זו לעלות לכ-80% עד לשנת 2030. בישראל, על פי נתוני הלמ"ס, 92% מאוכלוסיית המדינה מתגוררת כיום ביישובים עירוניים.

לפי התחזיות, במהלך 30 השנים הבאות יוכפל הביקוש למזון ברחבי העולם. הצורך הגובר בביטחון תזונתי מעמיד בפני העוסקים בייצור המזון אתגר גדול בפיתוח פתרונות בני-קיימא ליעול מערך אספקת המזון לערים. על פתרונות אלה לשלב מתן מענה לאתגרים סביבתיים, התמודדות עם נושאים חברתיים ושיפורם ודאגה לרווחה כלכלית [4].