

## מבנים, בקרת אקלים ושינוע בבתי-צמיחה עתידיים דברים בפגישת הסדנה המתמשכת בנושאי עתיד החקלאות הישראלית, על הנושא "עתידה של החקלאות החסויה", 12 בדצמבר 1994

ישעיהו סגל, המכון להנדסה חקלאית, מרכז וולקני



ית-הצמיחה הוא אמצעי ייצור בידי החקלאי, המעוניין להגביר את כושר התחרות שלו בעולם שבו יש עודף ייצור של מוצרי חקלאות קונווציונליים.

לכן, הדיון על עתיד החקלאות החסויה צריך להתחיל בדיון על המוצרים שרצוי שיגודלו בהם.

### מה הניע את החקלאות הישראלית לגידול בבתי-צמיחה?

(1) החקלאות במדינות המתפתחות סובלת ממשבר של עודף כושר ייצור, כמעט בכל המוצרים הבסיסיים. לכן לא תוכל החקלאות הישראלית להתחרות בתחומים אלה: גרגרים, שמן, בשר, סבים ועוד; שכן אנו סובלים ממחסור באמצעי ייצור כגון קרקע ומים.

(2) השוק במדינות המפותחות מחפש מוצרים אקסוטיים ואיכותיים כגון ירקות, פירות ומוצרי בעלי-חיים, המצטיינים בערך קלורי מועט, בכמות קטנה של שאריות כימיקלים (דשנים וחמרי הדברה), ועוד. עליית רמת החיים מגדילה את הביקוש למוצרי קישוט: פרחים וצמחי-בית. לחדשנות בתחום מוצרים אלה יש סיכויי הצלחה גדולים.

(3) בישראל עדיין יש גרעין של חקלאים מתקדמים וחדשנים, היכולים לתפקד בתחומים תחרותיים.

(4) התשתית של מערכת המחקר, ההדרכה, הסיוע והמימון – עדיין קיימת, ויכולה להוביל חדשנות בחקלאות ולתמוך בה.

(5) הדרישה למוצרים מתוחכמים יותר, ברמת איכות גבוהה, המיוצרים במערכת אמינה מבחינת כמויות וזמני הספקה –

יכולה להתמלא רק בחקלאות מבוקרת בבתי-צמיחה.

(6) בישראל יש תשתית טכנולוגית מחקרית ויישומית, היכולה להוביל פיתוח של בתי-צמיחה.

### בתי-צמיחה – מאזורים קרים לממוזגים יותר

בתי-צמיחה – ראשיתם ב"אורנג'ריס" של האצולה: בתי-זכוכית שבהם גודלו צמחים ועצים שלא בעונתם. בתי-הצמיחה הראשונים היו אפוא חממות, שתפקידן העיקרי להגן על צמחים על-ידי חימום בתקופת החורף. על בסיס זה התפתחה טכנולוגיית החממות בהולנד, המבוססת גם על מנגנון שיווק יעיל וחזק. בעיקר לאחר מלחמת-העולם השנייה התחילה הקמת בתי-צמיחה גם באזורים ממוזגים יותר. חמרי הפלסטיק לכיסוי פתחו עידן חדש לחקלאות החסויה, תוך השקעה נמוכה יחסית. גם בתי-הצמיחה המתוחכמים יותר הולכים ועוברים לאזורים ממוזגים.

המחסור הגלובלי בדלקים מקובלים, יחד עם המגמה לשמור על איכות הסביבה, ויצירת לחץ להפחתת שימוש בדלקים מקובלים – יגבירו הקמת בתי-צמיחה באזורים ממוזגים.

לאור תחזית זו, כדאי לחקלאות הישראלית להשקיע מאמצים, בסיוע המערכת הטכנולוגית התומכת – ההנדסה החקלאית ומערכות נוספות – כדי לתפוס מעמד מוביל בתחום זה. אם נשכיל לרכז מאמצים ולהשקיע אותם בתבונה (במו"פ וביישום) – נוכל ליהפך לגורם המספק לא רק מוצרים מתוחכמים מבתי-צמיחה, כי אם גם את הטכנולוגיה

המלווה: המבנים, מערכות הבקרה, מערכות השינוע, ההדברה ועוד, כשם שאנחנו מובילים בתחום ההשקיה.

### אילתורים בפיתוח וביישום בישראל

הפיתוח והיישום של בתי-צמיחה בישראל נעשו במהירות יחסית (כ-30 שנה), ולכן הם מבוססים על אילתורים רבים. ליכולת האילתור הישראלית יש יתרונות, אך גם חסרונות רבים.

(1) המבנים הותאמו לכיסוי ביריעות פלסטיק – בלי פיתוח תיאוריה הנדסית המתחייבת משימוש ביריעות גמישות. (2) כושר האלתור הישראלי גויס בעיקר כדי להקטין את ההשקעה ולהגיע להחזר תוך 2 – 3 שנים.

(3) חוסר תכנון מבוסס גרם תנודות מהירות בבחירת הגידולים, ומנע השקעה מספקת בפיתוח הטכנולוגיה עצמה: מבנים, בקרת אקלים, שינוע ועוד.

(4) אי הקפדה על גימור נאות פגעה בקידום המוצלח של הענף.

(5) עבודה זולה מצויה, יחד עם רצון לחסוך בהשקעות, גרמו הזנחת תחום השינוע והנוחות לעובד, ומרחיקים עובדים ישראלים מענף זה.

יש ללמוד משגיאות העבר, ולרכז מאמץ בפיתוח הטכנולוגי של בתי-הצמיחה ומערכות ההפעלה והבקרה שלהם, ברמות שונות, בלי תלות בגידול זה או אחר. לריכוז מאמץ בכיוון הטכנולוגי יש סיכויי הצלחה טובים, שפירותיהם – שיווק תוצרת חדשנית ומתוחכמת מבתי-צמיחה, יחד עם הטכנולוגיה הנלווית וחלק מאמצעי הייצור.



## איך ייראו בתי הצמיחה העתידיים?

### מבנים

כללית, יימשכו כיווני הפיתוח הנוכחיים עם נטייה להגביה את המבנים ולהגדיל את ארכם ורחבם. מו"פ בתחום הקונסטרוקציות עשוי להגדיל את אמינות המבנים, להקטין את הנזקים מפגעי מזג-אוויר ועוד.

עשויים להיכנס לשימוש מבנים גמישים יותר. עם זה יתכן שכיסויים קשיחים, ואפילו זכוכית, יחזרו לשימוש בחלק מהמבנים. נושא מרכזי בשנים הקרובות: **פיתוח פתחי אוורור בגגות של מבנים מכוסים בריעות**, לצורך אוורור מבנים בעלי מידות גדולות של אורך ורוחב, וסגירת הפתחים בחממות ברשתות נגד מזיקים.

**כיסויים.** יריעות הפלסטיק יוסיפו להיות חומר כיסוי מוביל – לפחות בעשור הקרוב. מאמץ ניכר צריך להיות מושקע כדי ליצור שגרת בדיקה, שתיועד לספק לחקלאים מדי שנה מידע השוואתי על תכונות החמרים והתאמתם לגידולים ולמבנים השונים.

אוורור גג יוסיף להעסיק את החוקרים המתכננים ואת המבצעים בשטח. אוורור חממות אטומות למזיקים יהיה עניין מרכזי, תוך תכנון כיווני זרימה ועצמתה כדי להבטיח אוורור (מאולץ או טבעי) מספיק.

**הצללה ופתיחת גג.** אלו נמצאות בפיתוח בעולם ובארץ. עדיין אין די פתרונות אמינים, יעילים ולא יקרים. מטרת הפיתוח בתחום זה: (1) יצירת צל גמיש בהתאם לצורך; (2) אוורור

בית-הצמיחה ושמירת אטימה נגד מזיקים; (3) אפשרות לייצור תנאי הקשחה לצמחי משתלה.

### ציוד ואמצעים בבתי-הצמיחה

**פיתוח וחקר של שיטות צינון.** תחום הצינון האדיאבטי (על-ידי אידוי מים) מהצמחים עצמם, ומאמצי עזר (מזרן, מערפלים, תאי התזה ועוד) יעסיקו את כל העוסקים בענף: פיתוח, בדיקות, הדרכה ויישום.

**הספקת פד"ח ואגירת אנרגיה.** בתנאי הארץ, הספקת פד"ח מוגבלת בשל הטמפרטורות הגבוהות הנוצרות במבנה סגור. שימוש בפד"ח המיוצר בגנטורים השורפים גז – עוד מחריף בעיה זו. הספקת פד"ח ושימוש בו להגברת הפוטוסינתזה הם המאפיינים החשובים בבתי-צמיחה מתקדמים. לכן, בתנאי האקלים והדלק שבארץ יש מקום לפתח הספקת פד"ח מופק ממבערים – לאחר צינונו. אגירת האנרגיה הנפלטת עשויה להגדיל את כלכליות המערכת, בדומה למה שנעשה בהולנד, אך בשיטות אחרות.

**חימום.** שיטת החימום המקובלת בארץ היא עדיין – חימום האוויר בתנורים מיוחדים ופיזורו בשרוולי פוליאטילן מחוררים. הולך ופושט חימום בצנרת של פלסטיק, אלומיניום או פלדה. בחינת מערכות אלה מבחינת משטר החימום וההשפעה על הצמח (טמפרטורות העלה והלחות בסביבתו) תעסיק אותנו בשנים הקרובות. בקרה של משטר החימום, כתוצאה של ההטמעה היומית בצמח, היא נושא חדשני; שימוש בה עשוי לייעל את החימום בעתיד.

**חימום משולב עם יבוש האוויר,** כדי

להפחית את הצורך באוורור לילי, יוסיפו ויעסיקו את המפתחים, תוך מגמה להגיע לחממות יבשות יותר וצמחים בריאים יותר.

**שינוע בבתי צמיחה** סובל מהעדר פתרונות מסודרים ומוצלחים. לאחרונה, בעקבות אירועי פח"ע (פעילות חבלנית עוינת) מסוימים, התחיל טיפול מואץ בנושא שינוע ושיפור של תנאי העבודה בבתי-הצמיחה. יש להניח שנושא זה יעסיק אותנו ויביא פתרונות ישומיים בעשור הקרוב.

**הדברה ללא אדם** מיועדת להקטין את השימוש בחמרי הדברה בכלל, ולשמור על בריאות המפעילים. כבר יש פתרונות ראשוניים, אבל עניין זה עוד יעסיק אותנו רבות. הדברה בחממות ללא שימוש ברעלים – היא שדה נרחב שיהיה במוקד הפיתוח העתידי.

**מיחזור מי השקיה.** גם נושא זה זקוק לטיפול, בעקבות מורינו ההולנדים. הבעיות שונות לגמרי, ולכן גם הפתרונות שיימצאו יהיו שונים. דבר זה, בשילוב עם הגידול במצעים מלאכותיים, הוא כר רחב לפעולה משולבת של חוקרים, מדריכים וחקלאים.

**בקרה וניהול.** לאחר התשתית הטכנולוגית בישראל בתחום זה, לפיתוח אמצעי הבקרה יש סיכויי הצלחה גדולים. שילוב הבקרה והניהול הוא אחד האתגרים החשובים ביותר בתחום זה, ולפי שעה הם רחוקים מאוד מיישום נאות. שילוב בקרה עם מערכות-מומחה ואמצעים אחרים מתחום המחשבים והאינטליגנציה המלאכותית – יהיה במוקד הפיתוח עוד שנים רבות.

## כמות המים על כדור הארץ - 1.4 מיליארד קילומטרים מעוקבים

במאמר "מאזן המים בעולם", שנדפס בחוברת הקודמת, עמ' 66, נפלה טעות "קטנה": בשורה 9 צוין כי כמות המים על כדור הארץ 1.4 מיליארד מ"ק, וצ"ל - 1.4 מיליארד ק"ל - לומטרים מעוקבים. בהמשך המאמר צוינו כמויות המים נכונה.