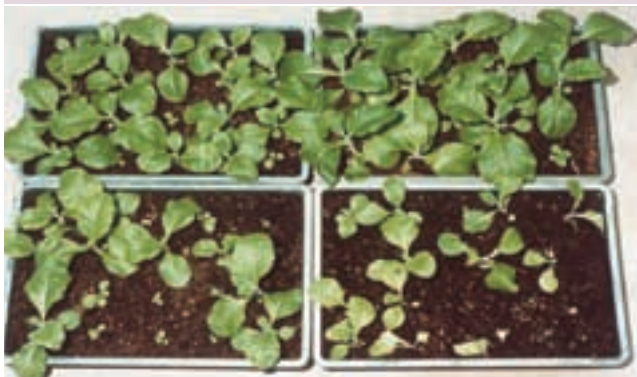


ביוטכנולוגיה חקלאית - לאן?

המאמר מבוסס על הרצאה ביום עיון שערכה האקדמיה על הביוטכנולוגיה בישראל בעידן הפוסט-גנומי ביום י"ט בשבט תשס"א (12 בפברואר 2001). דברי יום העיון נתפרסמו בחוברת 'הביוטכנולוגיה בישראל בעידן הפוסט-גנומי' בהוצאת האקדמיה, ירושלים תשס"ג.

צמחי טבק מהונדסים ומכילים קיטינז



צמחי ביקורת

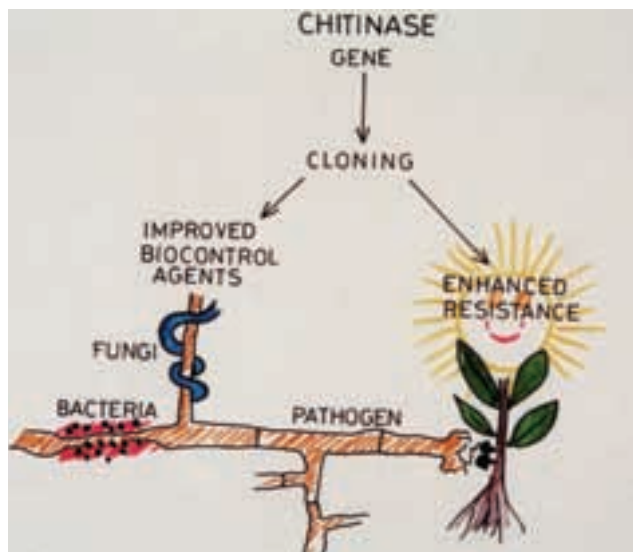
הביוטכנולוגיה, ואין זה מקרה שהכרזה זו באה בעקבות השיבוט של הכבשה דולי. שיבוט זה הוא התפתחות מדעית בתחום החקלאות, והשלכותיה של הצלחה זו על הרפואה, על מחקר גנום האדם, על פיתוח המזון ועל התזונה הן מרחיקות לכת.

החקלאות הביוטכנולוגית מעוררת ציפיות רבות, שהרי הנדסה גנטית בצמחים ובצמחי חקלאות הייתה מההצלחות הראשונות בתחום הביוטכנולוגיה. עם זה יש לקבוע גבולות. אנו רואים תנופה עצומה בגידול צמחים טרנסגניים, בעיקר בארצות-הברית, וכן עלייה בגידול של סויה, תירס, כותנה, קנולה, תפוחי אדמה מהונדסים. יש התפתחות עצומה בתעשייה החקלאית ובמוצרים החקלאיים בארצות-הברית, וחלק גדול מהחברות בתחום פנו לעסוק בביוטכנולוגיה (נושאת דגלן הייתה מונסנטו). אבל אז החלה נסיגה, בעיקר באירופה, בגלל הפחד הבלתי צפוי מצמחים טרנסגניים. באנגליה אמר הנסיך צ'רלס: 'הכיצד? אנו מתערבים בעבודת הבורא?!'



המחקר בתחום הביוטכנולוגיה החקלאית משפיע על שטחים רבים, כיוון שהחקלאות פרצה קדימה והתפתחה מעבר למה שהיינו רגילים - מוצרים חקלאיים. היום נצפית תופעה מעניינת: החקלאות היא ענף שהצלחתו הכשילה אותו במובן מסוים. רמת המחקר החקלאי בישראל היא מהגבוהות בעולם, אך אנו רואים שההצלחה מצמצמת את המגזר החקלאי במקום להרחיב אותו. יש שטחים שכלל שמפתחים אותם כן מגייסים יותר כוח אדם, אך בחקלאות המצב הפוך, ובמידה רבה זו התוצאה של הצלחת המחקר החקלאי.

בסין היום כמחצית התושבים הם חקלאים, ברשות הפלסטינית כ-40% מהאוכלוסייה עוסקים בחקלאות, ואילו בישראל שיעור החקלאים הוא 2.3% בלבד, ולעתים קרובות הם זקוקים לסובסידיות. כלומר, המגזר החקלאי בישראל הצטמצם, ולמרות הצורך העולמי במזון רוב האוכלוסייה בעולם סובלת מחוסר תזונה נאותה. לכן עלינו לשאת את עינונו לעבר המדינות שיש להן אוכלוסייה גדולה, מדינות שהביוטכנולוגיה היא לגביהן פתרון לבעיית אספקת המזון ולפיתוח. עלינו לזכור שההצלחות הגדולות הראשונות בביוטכנולוגיה היו בתחום החקלאות, ורק אחר כך באו ההצלחות בתחום הרפואה. אין זה מקרה שהעיתון Business Week כתב על העשור הבא של המאה העשרים ואחת שהוא העשור של



שיבוט הגן קיטינז למיקרואורגניזמים ולצמחים כדי לשפר הדברה ביולוגית ועמידות

מחלות בצמחים. החדרנו את הגן לאשריכיה קולי (E. coli) כדי להוכיח את יכולתו של הגן להדביר את המזיקים. בעציץ אחד הודגמה מחלת קרקע של שעועית, עציץ שני הושקה באשריכיה קולי, בעציץ שלישי הודגם אשריכיה קולי מהונדס, והעציץ הרביעי שימש לבקרה. במחקר זה מצאנו שגן אחד יכול להדביר במידה ניכרת את המחלה. ואם נפתח סוללה של גנים או גנים המבוססים על כמה מנגנונים, יהיה בידנו אמצעי יעיל במיוחד להדברת המחלות המזיקות לצמחים באמצעות מיקרואורגניזמים – אמצעי אנטי-פטריות שאפשר גם להחזירו לצמח.

דוגמה שנייה היא צמחי טבק שהנדסנו עם פרומוטור 35S. את הגן שבודדנו מחידק החדרנו לצמח. השוויון צמחי טבק רגילים שגדלו באדמה רגילה, צמחים שגדלו באדמה נגועה במחלת ריזוקטוניה, וצמחי טבק מהונדסים שגדלו באדמה הנגועה. מצאנו שבאמצעות ההנדסה אנו יכולים להתגבר על המחלה במידה רבה, וזו רק דוגמה אחת להיקף העבודה שיכולה להיעשות בתחום.

ועדה שמינתה האקדמיה האמריקנית למדעים בעת האחרונה מצאה שאין כל סכנה במזון מהונדס. אמנם עלינו להיזהר בגנים שאנו מחדירים לצמחים ובמזון שאנו אוכלים, כיוון שלעתים הגן עלול להיות מקודד לחומר רעלני כלשהו או למשהו שיפגע בחילוף החומרים של האדם.

אם נהיה זהירים, אנו יכולים להתקדם התקדמות עצומה בתחום זה. יתר על כן, מזון מרוסס אינו בהכרח בטוח יותר ממזון מהונדס. לדוגמה, כמות הריסוס בתותים היא עצומה. לפיכך, יש להעריך את החסרונות המוגבלים ואת הסכנות המוגבלות שבמזון מהונדס בהשוואה לסיכונים שבמזון המרוסס שאנו אוכלים היום.

אשר לעתידה של החקלאות המייצרת כיום מזון הנקרא באירופה functional food ובארצות-הברית nutraceuticals: מדובר באחד השווקים הגדולים ביותר במדינות המפותחות, מאחר שבני-אדם ערים כיום לחשיבות של איכות המזון. הם מעוניינים במזון שיהיה לא רק טעים, אלא גם עשיר ברכיבים תזונתיים כגון ויטמינים וחומצות אמיניות. מוצר שזכה לפרסום נרחב הוא האורז במזרח אסיה. האורז הונדס כך שיכול יותר חומצות אמיניות וימנע מחלות הנובעות מחסר חלבונים ברכיבי המזון. בעתיד יהיה אפשר להנדס צמחים להפקת חלבון אדם, תרופות, חיסונים – כל זאת בזכות הביוטכנולוגיה החקלאית. לכן עלינו להיות אופטימיים ולראות את הצדדים החיוביים של הביוטכנולוגיה החקלאית, דהיינו קידום מזון פונקציונלי, שיפור העמידות של צמחים ושיפור הייצור החקלאי.

בעתיד ישמשו צמחים לתרופות, ישמשו מקור תזונתי עשיר ומאוזן, וישמשו לייצור מוצרים אחרים.



ניצני הדאגה בוטאו בדפי האקונומיסט, וזו הייתה פתיחה למגמה של צמצום בהשקעות בחקלאות ביוטכנולוגית למרות ההצלחות הגדולות. למעשה, יש סממנים של מאבק כלכלי בין אירופה לארצות-הברית, מאחר שבארצות-הברית תוצרת חקלאית רגילה ותוצרת שגודלה באמצעות הנדסה גנטית נמכרות במעורב, והאירופים אינם מסכימים לכך. לכן אני שואל: ביוטכנולוגיה חקלאית – לאן? מצד אחד, יש בידנו היום כלים ויכולת לפיתוח הביוטכנולוגיה החקלאית, שהרי התבשרנו לא מכבר על סיום המיפוי המדויק של גנום האראבידופסיס, ומצד אחר, המשקיעים חוששים להשקיע בתחום זה. בלי משקיעים, יזמים ומנהלים הפיתוח אינו אפשרי, אף שעדיין

יש חברות רבות לביוטכנולוגיה. הביוטכנולוגיה החקלאית מתפתחת לאט בשל החשש שלעת עתה הציבור יסרב לצרוך מזון מהונדס. אני סבור שטעו החברות שלא הסכימו לממן מחקרים על מזון מהונדס בשלבים ההתחלתיים שלהם ולא הסכימו לציין בתווית שהמזון מהונדס – לפני שהתעוררה הבהלה בתחום זה. זו בהחלט הייתה טעות טקטית. רק בעת האחרונה הסכים האיחוד האירופי לייבא ולמכור מזון מהונדס, בתנאי שיסומן בתווית ברורה והצרכן יוכל לבחור. כיום מוסכם על הכול שהבהלה תחלוף, ועד אז המשקיעים מחכים.

מצד אחר עלינו לזכור שבסין ובהודו מייצרים כמויות אדירות של מזון טרנסגני. הם טוענים שהמזון נבדק בקפדנות ואינו מזיק לבריאות, ואני חושש שאם לא נשקיע מאמצים בכך, הם יקדימו אותנו. אף שהמחקר בישראל מתקדם מאוד, הסינים, ההודים ובוודאי האירופים והאמריקנים מתקדמים מאוד בנושאים רבים, ולכן עלינו להתמיד בביוטכנולוגיה של הצמחים. אסור לנו לפגר אחרי התקדמות זו.

התפתחות הביוטכנולוגיה בצמחים הובילה לתנועה הפוכה: חזרה לשווקים פתוחים, למזון בריאות, למזון שצמח ללא ריסוסים וכדומה. צרכני מזון הבריאות מאמינים שהם קונים מזון בלי ריסוס, אבל לאמתו של דבר רק חלק קטן ממזון הבריאות הוא אורגני. השאר מגיע מהשווקים הרגילים ומהיצרנים הרגילים.

אולם בואו ונחשוב רגע מה יהיה אם צמחים יוכלו להגן על עצמם מחרקים וממחלות. הרוב הגדול, שאינו עוסק בתחום זה, אינו ער להיקף העצום של שוק מדברי החרקים, המוערך כיום ב-35 מיליארד דולר בשנה בארצות-הברית. המחוקקים במדינות המערב מעוניינים להפחית את השימוש בחומרי הדברה, והביוטכנולוגיה מאפשרת לעשות זאת וגם להגביר את יכולי הצמחים, שהרי בעזרתה אפשר לייצר צמחים מוגנים מחרקים וממחלות. אביא שתי דוגמאות מהמעבדה שלי:

בודדנו גן לאנזים כיטינאזה – האנזים המפרק את הכיטין בדפנותיהן של פטריות הגורמות

