

# ביקטור קטניות – עלות נמוכה ויבולים גדולים

בפוטוסינתזה המתחוללת בצמח. לחקלאים המגדלים קטניות ממינים שונים עניין רב בחיידקי ריזוביום בקרקע, כמותם של חיידקים אלה משתנה בהתאם לקרקעות ולאזורים השונים. באדמות חוליות העניות של אורגני ובאזורים שחונים, אוכלוסייה טבעית של חיידקי ריזוביום היא דלה או שאינה קיימת כלל. לכן נוהגים החקלאים להחדיר חיידקים אלה לקרקע בהתאם לצורך, פעולה הנקראת ביקטור. התהליך של הכנת תכשירי ביקטור הוא רצף הכולל את השלבים הבאים: הכנת המצע, אריזתו, עיקורו והדבקתו בגזעים מבוררים ויעילים של ריזוביום, גידול החיידקים הן במצע נוזלי והן על גבי מצע מוצק, ובדיקת איכותו של התכשיר ואחסונו עד למועד שבו יסופק לחקלאים. השימוש ההולך וגובר בחיידקי ריזוביום כתחליף לדשן חנקני מחייב ייצור תכשירי ביקטור בעלי איכות טובה, המכילים מספר מתאים (לא פחות מ- $1 \times 10^9$  בגרם אחד של מצע) של חיידקים אורגני חנקן סימביוטיים.

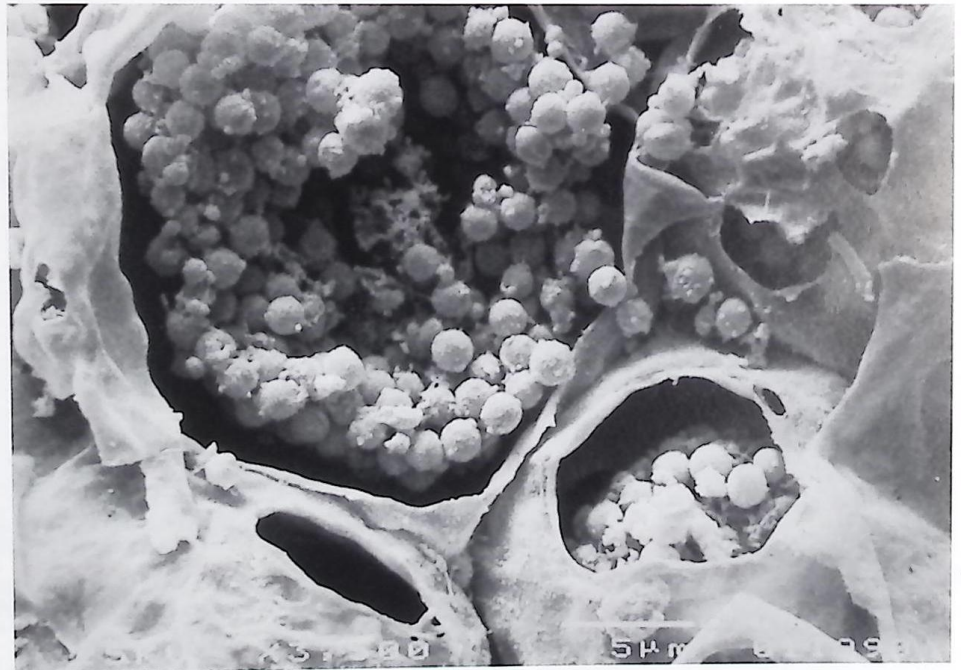
השיטה לביקטור אגוזי-אדמה שפיתח בישראל כבר לפני 30 שנה ד"ר שיפמן ז"ל, היא החדרת התכשיר המסחרי המכיל חיידקי ריזוביום מבוררים לתוך תלם הזריעה. לשיטה זו מספר יתרונות לעומת שיטת ערבוב הזרעים עם תכשיר הביקטור: (1) בהשקיה לאחר הזריעה חודרים החיידקים עם מי ההשקיה לקרקע לשכבות שבדרך כלל יש בהן רטיבות מספקת; (2) מאחר שחיידקי הריזוביום אינם ספוחים על גבי הזרע, ניתן להשתמש בזרעים מחויטים בתכשירי הדברה; השיטה מאפשרת להשתמש לביקטור בכמויות גדולות של חיידקים תנאי חשוב להצלחת הביקטור.

אולם בשנים האחרונות שונו המצעים ושיטות גידול החיידקים ביחידה לביקטור קטניות של מרכזי וולקני, ופותחה שיטה ביוטכנולוגית חדשה להכנת תכשירי ביקטור בשקיות פוליאטילן, המכילות מצע אורגני שבתוכו מספר רב של חיידקי ריזוביום מבוררים (יותר מ- $4 \times 10^9$  חיידקים לגי של תכשיר) בעלי יעילות סימביוטית

חנקן ביולוגית שתמציתה הפיכת החנקן המולקולרי לתרכובות שהצמח יכול לנצל. קשירת חנקן שיש לה חשיבות גדולה לחקלאות היא תהליך ביולוגי הנעשה על ידי חיידקים החיים בסימביוזה עם צמחי קטניות. צמחים ממשפחת הקטניות (Leguminosae) מסוגלים לספק את תצורת החנקן הדרוש להם באמצעות חיידקים סימביוטיים אורגני חנקן אטמוספירי מהסוג ריזוביום (Rhizobium). החיידקים חודרים לשורשי הקטנית וגורמים להיווצרות פיקות, ובאמצעות האנזים ניטרוגנזה מחזירים בתוכן חנקן מולקולרי לאמוניה. בסופו של התהליך מנוצלת האמוניה בתרכובות חנקניות המשמשות לבניית חלבון הצמח. היחסים שבין תאי הריזוביום לבין הקטנית הם יחסי סימביוזה - חיידקי הריזוביום מספקים לצמח תרכובות חנקן וזאת בתמורה לתרכובות אורגניות שמקורן

**ד. קישינסקי, היחידה לביקטור קטניות, המכון לגידולי שדה וגן, מינהל המחקר החקלאי**  
**ב. רביב, נחל עוז**

חנקן מולקולרי ( $N_2$ ) מהווה כ-80% מן האטמוספירה, ומשקלו הכולל על פני כדור הארץ נאמד בכ- $4 \times 10^{15}$  טונות. עם זאת, חנקן הוא היסוד שחסרונו מגביל ביותר את היבול של גידולים חקלאיים. הסיבה לכך נעוצה בעובדה שחנקן מולקולרי אינו זמין לצמח. הצמח יכול לנצל אך ורק תרכובות של חנקן ובעיקר יוני אמוניום ( $NH_4^-$ ) ויוני חנק (ניטרט -  $NO_3^-$ ), אולם תרכובות אלו מצויות בכמויות קטנות יחסית בקרקע. מכאן חשיבות התהליך של קשירת



בקטוראידים של חיידקי ריזוביום בתוך פיקה של אגוזי אדמה.

## בשנים האחרונות פותחה שיטה ביוטכנולוגית חדשה להכנת תכשירי ביקטור בשקיות פוליאתילן, המכילות מצע אורגני שבתוכו מספר רב של חיידקי רזוביום מבוררים

כתוצאה מכך, החקלאים המשתמשים בביקטור חוסכים לכל דונם של שטחי המזרע 35-38 ש"ח. כמו כן פותחה שיטה חדשה שבאמצעותה ניתן לשלב בפעולה אחת ביקטור אגוזי-אדמה בחיידקי ריזוביום וטיפול בכילאטים של ברזל למניעת

רבה. יחידה אחת של תכשיר מיועדת לביקטור של 4 דונמים אגוזי-אדמה, חימצה, משנצת וקטניות אחרות, וזאת במקום התכשירים המתאימים לביקטור דונם אחד בלבד. להכנת התכשירים משתמשים בחיידקי ריזוביום יעילים ביותר מהאוסף המקיף שהוקם ביחידה. תכשירי ביקטור חדשים הספציפיים לקטניות שונות מופצים כיום בין החקלאים בקנה מידה משקי. למעשה, מבוקטרים כיום כמעט כל השדות של אגוזי-אדמה בישראל (כ-35,000 דונם) בתכשיר החדש, באחוזי הצלחה גדולים ביותר. עלות הספקת החנקן לצמחים בשיטת הביקטור היא זולה לאין ערוך מעלות הדישון החנקני - ויעילה יותר.

החישובים מראים, שבקרקות קלות הדלות בחנקן מספקים החיידקים שבתכשיר בערך 25 ק"ג חנקן צרוף לכל דונם של אגוזי-אדמה.

כלורוזה בקרקעות גיריות - עם תגובה בסיסית. שיטה זו, הנפוצה מאוד כיום בין החקלאים המגדלים אגוזי-אדמה בארץ בקרקעות לס, מאפשרת להימנע מהשקיה מיוחדת בטרם ישומו של הברזל, ובאופן כזה לחסוך במים ובהוצאות הכרוכות בביצוע של שתי פעולות נפרדות. בשנים האחרונות, עם מעבר הגידול בישראל גם לאדמות כבדות, היו מקרים רבים שבהם הצמחים לא הודבקו על ידי חיידקי הריזוביום שבתכשיר או שהודבקו באיחור. לאחר ניסויים מפורטים בתנאי שדה אותרה הסיבה המעכבת את פעילותם של תכשירי הביקטור. התברר במשך הזמן, שהדבקה לקויה אופיינית, בדרך כלל, לקרקעות כבדות אשר אינן מפוררות דיין. הפתרון של הבעיה מצוי בתיחוח כפול של הקרקע לפני הזריעה והביקטור. תיחוח זה גרם להיווצרות נאותה של פיקות הצמח ולהגברת היעילות



משמאל: צמח משנצת מבוקטר בחיידקי רזוביום יעילים. מימין: צמח לא מבוקטר.

בארצות שונות, וכיום מחפשים דרכים להתגבר עליה. אחת מהשיטות הנמצאות בפיתוח מתקדם היא ברירת גזעי ריזוביום בעלי כושר תחרות רב מאוד, שיהיו מסוגלים להתחרות בהצלחה באוכלוסייה הטבעית של חיידקי ריזוביום המצויים בקרקע.

קרקעות אלה בחיידקי ריזוביום מבוררים שמקורם בתכשיר, חיידקי הריזוביום הטבעיים שבקרקע, שהם אלימים ותוקפנים ביותר ובעלי כושר חדירה רב לצמח, מונעים מהחיידקים המוחרים לקרקע להדביק את הצמחים ולבצע את עבודתם כראוי. זו בעיה מוכרת בגידול קטניות

הסימביוטית בקשירת חנקן מן האטמוספירה. החוקרים חושבים, שההשפעה החיובית של התייחוח הכפול נובעת, כנראה, מן השיפור במבנה הקרקע, כלומר מיצירת כמות גדולה של יחידות בגודל מיטבי. כמות זו יוצרת רצף של חלקיקים המאפשר מפגש בין יונקות השורש וחיידקי הריזוביום שהוחדרו לתלם הזריעה. ללא תיחוח מספיק של הקרקע נשארים רגבים גדולים המוקפים בחללי אוויר, המונעים מהשורשים ומחיידקי הריזוביום לבוא במגע. ככל שהקרקע ענייה יותר בחיידקי ריזוביום - כך עולה רמת ההשפעה של הריזוביום המוחדר לקרקע. דוגמה אופיינית לכך היא הצלחת הביקטור של משנצת *(Hedysarum coronarium)* - קטנית רב-שנתית ממוצא איטלקי המשמשת כצמח מספוא ירוק או יבש בארצות דרום אירופה וצפון אפריקה. כיום מנסים חוקרים במרכז וולקני להכניסה ארצה כצמח מספוא חורפי. מאחר שלא קיימת בקרקעות ישראל אוכלוסייה טבעית של חיידקים ספציפיים לצמח זה - הובאו החיידקים מפורטוגל, מספרד ומאיטליה. ביקטור בחיידקים אלה הביא לידי ביטוי מלא את הפוטנציאל של קטנית זו בתנאי הארץ בתוספת גדולה של חומר יבש (פי 20) ותוספת אף גדולה יותר (פי 40) בחנקן, בהשוואה לצמחים בלתי מבוקטרים. בכמה מאזורי הארץ הגשומים יותר, מצויים בקרקע חיידקי ריזוביום טבעיים. אלה הם, בדרך כלל, חיידקים בעלי יעילות קטנה בהרבה מאלה המצויים בתכשיר הביקטור. כאשר מבקטרים