



ד"ר גיורא בן ארי

# כלכלה בישראל: מגוון רחב של טיפוסים חדשים וקיצור מחזור ההשבחה

גיורא בן-ארי, איריס ביטון, יאיר מני, סופיה שבצוב, אורן  
אוסטרצר-בירן, שמעון לביא, בני אבידן / המכון למדעי  
הצמח, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני



באדיבות: commons.wikimedia.org

ד', ש-95% מהם מרוכזים סביב אגן הים התיכון.  
היקף הגידול בישראל עומד על כ-330 אלף ד', מהם כ-80 אלף ד'  
שלחן ומתוכם 15 אלף ד' זיתים לכיבוש וכ-250 אלף ד' בגידול בעל.  
כומר ההשרדות הגבוה של עץ הזית, פוטנציאל נשיאת היבולים לאורך  
שנות קיומו וסלקציה מהבר באזורים השונים סביב אגן הים התיכון  
נשמרו הודות לשיטות הריבוי הווגטיביות. הן צימצמו את התבטאות  
הפוטנציאל הגנטי ומאידך תרמו לביסוס של טיפוסים (זנים) רבים  
המותאמים ספציפית לאזורי הגידול השונים (Loukas and Kirmibi-  
as, 1983) - טיפוסים אנדמיים. כל אזור אקלימי-קרקעי אופיין כאותם  
פרטים שפיתחו יתרונות בכומר הסתגלות לתנאים הספציפיים שלו.  
אופי מיוחד זה - התאמה של קבוצות זנים לאזורי גידול ספציפיים, יחד  
עם הצורך לאינטנסיפיקציה, עודד פיתוח תכניות סלקציה והשבחה  
שהתבססו בתחילה על מאגר החומר הצמחי המקומי. בשלהי שנות  
ה-80 הוחל בביצוע תכניות השבחה לפיתוח זנים חדשים במכוני מח'  
קר במקומות שונים בעולם.

## השבחת זית בישראל

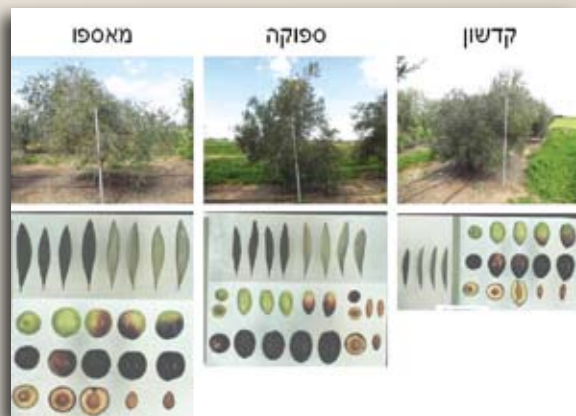
תכנית השבחת הזית בישראל החלה לפני כ-50 שנה על ידי פרופ'  
שמעון לביא והתבססה על הכלאות מכוונות, עצמיות או חופשיות של  
זנים שונים. נעשו הכלאות מכוונות בין זנים מקומיים ומיובאים במטרה

כניית ההשבחה בזית בישראל החלה  
לפני כ-50 שנה והתבססה על הכלאות  
מכוונות של זנים שונים, במטרה לפתח  
זנים לשמן וכבישה בתנאי חקלאות אינטנסיביים עם השקיה  
ודישון מבוקרים. כיום מתמקדת ההשבחה בזיתים לשמן בעיקר  
בפיתוח זן בעל תכולת שמן גבוהה, יכול גבוה ויציב, מותאם  
לניעור ועמיד למחלות ומזיקים. בזנים לכיבוש מתמקדת  
ההשבחה בגודל פרי, יחס ציפה-גלעין גבוה, גלעין נפרד, יכול  
גבוה ויציב, עמידות למחלות ומזיקים, נמוך קומה או מותאם  
למסיק ממוכן. להלן מעט על עבודת המחקר בתחום זה

## מבוא

הזית (*Olea europaea* L.) נפוץ כענף מסחרי בכל ארצות אגן הים  
התיכון ובחלקן אף מהווה מרכיב חשוב בתוצר הגולמי. תפוצת הגידול  
מעבר לארצות הים התיכון גוברת ב-20 השנים האחרונות וכבר כיום  
גדלים כמה עשרות אלפי דונמים בסין, דרום אפריקה, אוסטרליה ובכ'  
מה מדינות בדרום אמריקה. היקף הגידול העולמי עומד על 110 מיליון

גדול, ננסות גנטית, אחוז שמן נמוך, יחס ציפה-גלעין גבוה, בעל הפרדת גלעין טובה וקל למסיק ידני. ה'ספוקה' גם הוא תוצר הכלכלה עצמית של 'קדש', חצי ננסי, יכול גבוה יחס ציפה-גלעין גבוה. ה'מאספו' היו תוצר הכלכלה עצמית של 'מונול', זן חצי ננסי, בעל פרי עגול וגדול יחסית, יחס ציפה-גלעין גבוה וגלעין משוחרר (תמונה 1).



תמונה 1: הזנים הפטנטיים שהופצו ומוסחרו לאחרונה במסגרת תוכנית ההשבחה במינהל המחקר החקלאי. גובה המדיד המושג על העצים 2 מ'

## מהלך תכנית ההשבחה במרכז וולקני

■ יצירת מכלואים מבין המונון הרחב של הזנים הגדלים באוסף: האוסף הלאומי בחלקת הניסוי בבית דגן כולל כ-150 זני זית שנאספו במהלך השנים ממקומות שונים בעולם וניסעו בחלקה, כל זן בשלושה עותקים (תמונה 2). חלקה זו מתוכננת לגדול ולהכיל מספר רב יותר של זנים שייבאו מרחבי העולם באמצעות אינטרודוקציה של המצ'טיים בתכונות בעלות ערך טיפוחי. בכל שנה מתבצעות הכלאות מכוונות בין עשרה זנים שונים ונאספים כ-1,000 פירות מהכלאות אלו. בנוסף, נאספים כ-1,000 פירות מאותם זנים תוצרי הפריה פתוחה, המייצגים הכלאות חופשיות. לבסוף מתבצע מספר קטן של הכלאות עצמיות וגם מהן נאספים פירות. מכל הפירות שנאספו מחולצים וזרעים מבית הגלעין לשם שיפור ההצצה, מנובטים ובהמשך נבחים ביצועיהם של הזרעים ותוצרי ההכלאות המכוונות לשם איתור קווים מצטיינים. צמחים מצטיינים עוברים ריבוי ונבחים פעם נוספת בשלושה עותקים ובמרווחי נטיעה גדולים יותר,

לפתח זני שמן וכבישה לתנאי חקלאות אינטנסיביים עם השקיה ודישון מבוזרים. נמצא שחשיפת הזנים המסורתיים שגדלים בארץ, כמו גם מעל 80 זנים מיובאים מהעולם, לתנאי לוקוסוס כאלה לא הניבה תוצאות מספקות (Lavee, 1990). המטרה הראשונית הייתה אם כן, פיתוח זני שמן שנונים לאינטנסיפיקציה בתוספת יבול משמעותית, בתכולת שמן טובה ומותאמים למיכון. הון 'ברנע' היה הראשון בעולם שפותח לגידול עבור ממשק אינטנסיבי עם תוספת של מים ודשן, תוך השגת יבולי פרי ושמן גבוהים בהרבה מאלה של הזנים המסורתיים ומותאם לניעור.

תוכניות ההשבחה, על אף אופיין ארוך הטווח, מצריכות דינמיקה של שינויים בהגדרת המטרות בהתאם להתפתחויות בענף. במשך עשרות שנים התמקדה התוכנית בפיתוח זני שמן שנונים לאינטנסיפיקציה בהגדלת יבול משמעותית ומותאמים למסיק מכני בניעור. מגמה זאת נמשכת בעיקר בסלקציה של צאצאי מכלואי 'ברנע', המאופיין בגידול צירי, מותאם לניעור ונענה להשקיה, במגמה לאתר טיפוסים מתונים באופי הצמיחה (צימוח ה'ברנע' חזק ודורש התערבות בגידול, בעלי פרי גדול, תכולת שמן גבוהה והחדרת עמידות למחלת עין הטווס (מכלואי 'ברנע' עם 'מעלות', זן עמיד לעין הטווס, מחלה נגרמת מהפטרית *Fusicladium oleagineum*). עם זאת, כבר כיום נערך המחקר לפיתוח זני דור העתיד, מתוך סלקציה של תוצרי מכלואים קיימים או באמצעות הכלאות מכוונות בין זנים בעלי פוטנציאל, זנים שיתאימו לממשק גידול שדרתי צפוף. ממשק גידול זה בנוי על נטיעה צפופה של 2 על 4 מ' ושמירת הנוף בצורת שדרה בעובי של 1.5 מ' ובגובה 2.5 מ'. המטרה בזני דור זה הן עץ נמוך קומה או מתון בצמיחה, מותאם למסיק בבוצרת, עם חשיבות פחותה יחסית לגודל הפרי (איסוף בבוצרת אינו מושפע ממסת הפרי), אולם חשיבות רבה ביותר לזן עמיד לעין הטווס (בכרם צפוף מחלה זאת תפוג קשות ביבול) וחשיבות ניכרת לפוטנציאל השתרשות גבוה של ייחורים (הוולת עלויות שטיל). יש לשער שההתפתחויות בשיטות גידול ובטכניקות מיכון ידרשו גם שינויים במטרות ההשבחה העתידיות.

נכון להיום ניתן להגדיר מטרות מחקר זה בזני השמן לשני אפיקים חשובים: 1. פיתוח זן בעל תכונות פרי טובות, כמו גודל ותכולת שמן גבוהה, יבול גבוה ויציב בעל סירוגיות נמוכה, נענה לאינטנסיפיקציה, מותאם לניעור ועמיד למחלות ומזיקים;

2. זן עתיר שמן (גודל פרי משמעותי פחות), יבול גבוה ויציב, עמיד למחלת עין הטווס, קל בריבוי וגוטיבי, מותאם לכרם צפוף ולאסוף בבוצרת. בזנים לביבוש מתמקד המחקר בפיתוח זנים מצטיינים בגודל פרי, יחס ציפה-גלעין גבוה, גלעין נפרד, יבול גבוה ויציב, עמיד למחלות ומזיקים, נמוך קומה או מותאם למסיק ממוכן. הבעיה המרכזית בזנים לכבישה עד היום הינה שהזן העיקרי, 'מונול', נמסק ידנית ומכאן ערכו הכלכלי מוטל בספק. מטרת המחקר לפתח זנים חלשי עוקץ בהבשלה ושפריים בעל מרקם מותאם למסיק מכני, כך שהפעילות המכנית הפוגמות במראה הפרי יהיו מיומליות.

במהלך השנים האחרונות נרשמו שינויים חדשים, 'אסקל' ו'מעלות'. האסקל היו צאצאי של 'ברנע', אך בעל צימוח מתון יותר המתאים גם לכרם שדרתי צפוף, בעל יבול ואחוזי שמן גבוהים במיוחד. 'מעלות' היו זן שמן וייחודי בעמידותו למחלת עין הטווס, הפוגעת קשות ברווחיות המטעים בארץ. במקביל פותחו שלושה זני כיבושים ננסיים וחצי ננסיים, להקלה על עבודת המסיק. 'קדשון', 'ספוקה' ו'מאספו' נרשמו כזנים חדשים המיועדים לתעשיית הכיבושים. ה'קדשון' היו תוצר הכלכלה עצמית של 'קדש', בעל פרי



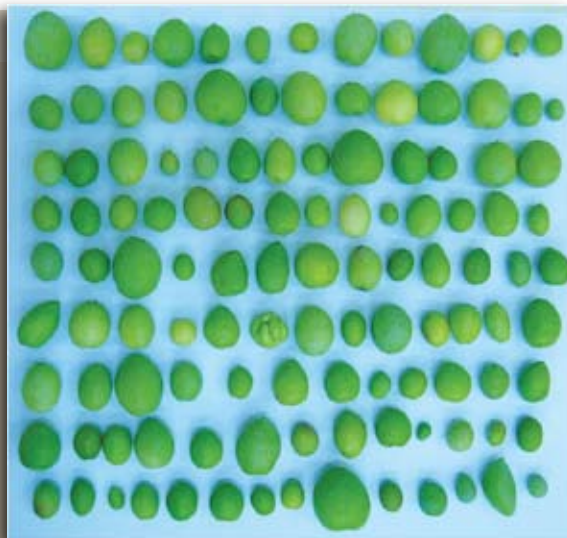
■ **פיתוח כלים מולקולריים:** השימוש בכלים מולקולריים בתוכנית ההשבחה החל לפני שנים רבות בשיתוף עם מעבדות בחו"ל. כיום אנו נמצאים בשלבים ראשוניים של פיתוח כלים מולקולריים מתקדמים, תומכי השבחה, בשיתוף עם יחידת הגנומיקה במחלקה לעצי פרי במינהל המחקר החקלאי.

מטרות הפיתוח של הכלים המולקולריים הן איפיון זנים וקביעת תעודת זהות לכל זן, איתור יחסים פילוגנטיים (פילוגנטיקה = חקר הקרבה האבולוציונית בין קבוצות אורגניזמים שונות) בין זנים לשם בחירה מושי' כלת של זנים שישמשו כהורים בתוכנית ההשבחה, וכן איתור סמנים גנטיים שנמצאים בתאחיזה לגנים המעורבים בתכונות בעלות ערך טיפוחי וסלקציית זרעים טרם שלב הנטיעה בשטח. בנוסף, תעודת זהות על פי סמנים גנטיים תשמש לנו גם בזנים מצטיינים לפני מסחר, למינציה גניבת. שימוש כזה נעשה בעבר לזנים שהופצו במסגרת תוד' כנית ההשבחה, אולם הסמנים החדשים יקלו על הזיהוי והאימות של הזנים השונים.

עד כה עסקנו באיפיון הזנים המסחריים בארץ באמצעות סמני דנ"א מסוג SSR. איפיון זה תרם להבנת הקשרים בין הזנים, ובעזרת ניתוח ביצועי צאצאים נמצא שבתכונות תכולת שמן קיים און מכלוא, כלומר ככל שזני ההורים רחוקים גנטית זה מזה ביצועי צאצאיהם טובים יותר (Biton et al., 2012).

לשם הקמת מאגר סמני דנ"א שישמשו בעתיד בתוכנית ההשבחה, נבחרו סמני ה-SNPs הנפוצים ביותר בגנום והטכנולוגיה המתקדמת מאפשרת איפיון פרטים רבים וסמנים רבים בזמן קצר. נבחרו שני הזנים העיקריים המשמשים כיום לידול שלחין בישראל: 'ברנע', תוצר תוכנית ההשבחה של מינהל המחקר החקלאי, וזן השמן העיקרי שמוודל בשל' חין, ו'ממנויל', שמהווה כ-90% מזיתי המאכל המודלים בישראל בשל' חין. דנ"א גנמי הופק מזנים אלה ונשלח לריצוף. עקב אי זמינותו של רצף גנום הזית רק כ-5% מהקטעים שרופצו, נותחו. בסך הכל נותחו רצפים באורך כולל של כ-18 מיליון בסיסים ובהם אותרו כ-146 אלף אתרי SNPs. בהמשך ניתנה תעודת זהות לכל זן מתוך 150 זני הזית שקיימים בחלקת האוסף הלאומי בבית דגן, תוך שימוש בכ-200 אתרי SNPs. בנוסף, בכוונת המחקר לבצע אנליזת Genome Wide – GWA Association, בה כל זן באוסף יעבור איפיון גנוטיפי בעזרת כמה אל' פי אתרי SNPs, וזאת במקביל לאיפיון פנוטיפי במגוון תכונות בעלות ערך טיפוחי. האיפיונים הגנוטיפי והפנוטיפי יושוו וייעשה ניסיון לאתר סמני SNPs הנמצאים בתאחיזה הדוקה לתכונות בעלות חשיבות טיפוחית. איתור סמנים כאלה יאפשר בהמשך תוכנית הטיפוח לבחון דנ"א של שתילים צעירים ולאפיין את הפוטנציאל הפנוטיפי שלהם בתכונות שבהן נמצאו סמנים.

לסיכום, בעבודת הטיפוח של הזית, שנמשכת כבר כמה עשורים, נע' שו אינספור הכלאות עצמיות, זרות ואקראיות ונסרקו אלפי צאצאים. עבודה זו תימשך ולצדה ייתוספו כלים מולקולריים תומכי טיפוח. שי' מוש בשונות הגנטית הרבה שקיימת בחלקת האוסף מאפשר להגיע למגוון רחב מאוד של טיפוסים חדשים. קיצור מחזור ההשבחה ועי' בודה עם כלים חדשניים יאפשרו לנו להגיע לטיפוסים מצטיינים בזמן קצר יחסית ולהפיצם לחקלאי ישראל.



תמונה 2:  
פרי מכל אחד  
מ-150 הזנים  
מחלקת האוסף  
הלאומי מבית דגן

והמצטיינים שביניהם נבחרים בחלקות חצי מסחריות. לבסוף, אלה שהארו ביצועים מעולים נרשמים כזנים ומוצעים למגדלים לבחירה בת' ואי גידול מסחריים (ראה תיאור מחזור השבחת הזית בהמשך).

■ **ייחורים מוקרנים:** השבחה באמצעות הכלאות, מכוונות או אק' ראיות, הינה תהליך ממושך ביותר שבו מקווה המטפח לשלב תכונות רבות בצמח בודד. כאסטרטגיה משלימה בחרנו לבצע הקרנות על קווים קיימים לשם הרחבת השונות בקווים אלה, המשמשים כבר במסחר, לשם בידודם של פרטים בעלי יתרונות ובהם צימוח מרוסן, סירוגיות מתונה ויחס ציפה-גלעין משופר. ייחורים שואספו מ'ממנויל' ו'אסקל' הוקרנו בשלוש רמות שונות של קרינת גאמה - 2, 3 ו-4 קי' לוראד. כ-30 ייחורים מכל רמת קרינה בכל זן הורכבו על כנות זית בוגרות. מהלבלוב שבכל ניצן מוקרן נלקחו ייחורים, הושרשו והועתקו לכלים גדולים יתר להמשך בחינת מאפייני הגידול. בימים אלה ניטעים השתילים בחלקה שהוכשרה לכך (תמונה 3).



תמונה 3:  
ענפים שעברו קרינה  
מיינות והורכבו, מהם  
נלקחו ענפים ליצירת  
ייחורים שיישתלו  
בחלקת הניסוי

## מחזור השבחת הזית

8. רישום והפצה



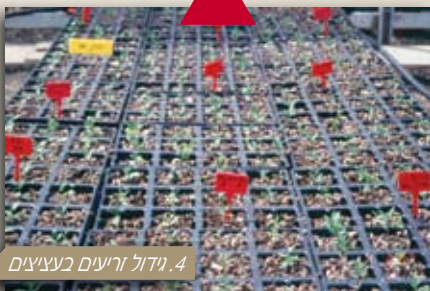
7. ריבוי ונטיעת המצטיינים בחלקות מסחריות



6. ריבוי ונטיעת מצטיינים



5. נטיעת זרעים בשטח



4. גידול זרעים בעציצים



1. האוסף הלאומי



2. הכלאות מכוונות



3. הנבטת עוברים זרעים

1. **האוסף הלאומי.** אוסף הזנים הלאומי בחלקת הניסוי בבית דגן מונה כ-150 זני זית מכל העולם, כל זן בשלושה עותקים. זנים אלה מהווים את המאגר הגנטי המשמש להכלאות בתוכנית ההשבחה.

2. **הכלאות מכוונות.** בכל שנה במועד הפריחה (מרץ-מאי) נבחרים עשרה זנים לצורך הכלאות מכוונות. פרחים סגורים וכלאים לפי נטיחתם עם תפוחות של הזן המפריה.

3. **הנבטת עוברים זרעים.** מיוצרים 1,000 זרעים מ-45 צירופים אפשריים + הכלאות עצמיות מכל זן. בנוסף, נאספים 100 פירות מכל אחד מעשרת הזנים, תוצרי הכלאה חופשית - סך הכל מונבטים 2,000 זרעים בכל שנה. מכ-2,000 פירות מופרדים גלעיונים, מהם מחולצים העוברים ומונבטים על מצע עד תחילת הופעת שורשן. בשלב זה מועברים הנבטים לכלי גידול.

4. **גידול זרעים בעציצים.** הזרעים שונבטו נשיתלים בעציצים למשך כחצי שנה, עד נטיעתם בחלקות.

5. **נטיעת זרעים בשטח.** זרעים בני חצי שנה עד שנה נטעים בחלקות הניסוי בבית דגן במרווחים של 4x2 מ'. לאחר בחינה של שנתיים עד חמש שנות ניבוי מושרשים ייחורים מהזרעים המצטיינים ומשמשים להכנת שלושה עותקים מכל זן.

6. **ריבוי ונטיעת מצטיינים.** בחלקות המצטיינים ניטעים ומדי שנה 15-20 טיפוסים נבחרים בשלושה עותקים כל אחד, במרווחים של 6x4 מ', למעקב אחר ביצועיהם, יבוליהם וסירוגיותם.

7. **ריבוי ונטיעת מצטיינים בחלקות מסחריות.** מחלקת המצטיינים מרובים וגנטיבית והזנים בעלי פוטנציאל המסחר ניטעים אצל מגדלים בחלקות מסחריות בשלושה אזורים שונים בארץ - 10-15 עצים מכל זן בחלקה.

8. **רישום והפצה.** בתום התהליך נרשמים המצטיינים כזנים מסחריים, מוצעים למגדלים הישראליים וממוסחרים לחקלאי חו"ל.

כיום כל התהליך, מזורע לזרע, נמשך כ-15 שנה. אנו מנסים לצמצם את מחזור ההשבחה לעשר שנים, וזאת באמצעות בחינת מצטיינים ישר בחלקות מסחריות בארץ ובחו"ל.

רישום והפצה

חמש שנים

חמישה מצטיינים ניטעים בחלקות מסחריות

חמש שנים

50-20 מצטיינים ניטעים בחלקה

חמש שנים

200 זרעים בחלקת הזרעים