



צוות המחקר



צילום רחפן: באדיבות כרמי גולן

התאם בין זני זית למסיק בוצרת

איריס ביטון, יאיר מני, דבורה נמדר, גיורא בן ארי / המכון
למדעי הצמח, מיוהל המחקר החקלאי, מכון וולקני

הפריה אופטימלית חייב כרם זית רב-זני להכיל לפחות זן אחד מכל אחת מהקבוצות.

מבוא

ההאבקה בזיתים נעשית לרוב באמצעות הרוח וניכרת עדיפות גדולה להאבקה זרה המוסברת על רקע אי-התאם עצמי (4). לפיכך, נהוג לנטוע כרם רב-זני על מנת להבטיח הפריה ברמה מספקת. היתרון הגדול של הפריה זרה בזית עודד עריכת ניסויים רבים לשם איתור מפרה מצטיין לזנים השונים. נמצא, כי לכל זן קיים מפרה מצטיין שונה שאחראי לשיעור חנטה גבוה בהשוואה למפרים אחרים. ניסויים לבחינת יעילות ההפריה בהכלאות מכוונות של צמדי זנים נערכו באמצעות כיוס ענפים נושאי תפרחות, הכנסה של ענף נושא פרחים מהזן המפרה לכל שקית כיוס ואומדן שיעור החנטה. זהות המפרה של כל זן משפיעה ישירות על שיעור החנטה ועל היבול. המחקרים שנערכו בעבר בנוגע ליכולת הפריה עצמית של זני זית שונים, והתאמת מפרה מצטיין

תקציר



זית, כמו במיני צמחים אחרים, קיים מנגנון אי-התאם עצמי. להשגת שיעור חנטה גבוה יש צורך במפרה אופטימלי ומכאן, מקובל לנטוע כרם זיתים רב-זני. לאחרונה יש נטיעות רבות של כרמי זית המותאמים למסיק בבוצרת ובהם זנים מרוסני צימוח. הזנים המקובלים כיום בכרם זיתים הנמסק בבוצרת בארץ הם 'ארבקינה', 'ארבזונה', 'קורוניקי' ו'אסקל' ומכאן, שיש צורך לבחון את יכולת ההפריה של זנים אלה על מנת לתכנן שילוב ראוי שלהם בכרם מסחרי הנמסק בבוצרת. במחקר זה נעשה שימוש בהכלאות מכוונות בשטח וכן באפיון אתר ידוע בגנום הזית המעורב באי-התאם, על מנת לאפיין את יכולת ההפריה של זנים המותאמים למסיק בבוצרת. נמצא שהזנים 'ארבקינה', 'קורוניקי' ו'לביא' שייכים לקבוצה 1, ואילו הזנים 'ארבזונה' ו'אסקל' שייכים לקבוצה 2. לשם

בתמונה למעלה: כרם זיתים של כרמי גולן: עבודת הבוצרת המוסקת

80 ענפים נושאי תפרחות מכל אחד מהזנים המופרים על שלושה עצים ועל ענף היו 150 פרחים סגורים. כיוס 70 ענפים - נעטפו בשקיות נייר למניעת הגעה של אבקה לפרחים אלה, כאשר עשרה ענפים הושארו ללא כיוס. ב-18.4.2020, כאשר בכרם היו כ-30% פרחים פתוחים, הוכנסו לכל אחת מ-70 השקיות כחמש תפרחות מהזן המפרה - סך הכל עשרה ענפים (1,500 פרחים) לכל צמד זנים מפרה-מופרה. לכל זן מופרה נבחנו שישה מפרים זרים וכן עשרה ענפים מכיוסים שלא הוכנסו אליהם תפרחות מפרה ושימשו לבחינת הפריה עצמית. בנוסף, לכל זן מופרה סומנו עשרה ענפים עם 150 פרחים לענף, שלא כיוסו בשקית ושימשו לאומדן שעור חנוטה בהפריה פתוחה (ראה תמונה). בתום תקופת הפריה, ב-9.5.2021, הוסרו השקיות מהענפים ונשארו הסרטים המסמנים את הזן המפרה, וב-23.6.2021 נספרו הפירות על כל ענף בניסוי וחושב שעור החנוטה כמספר הפירות לענף לחלק ב-150 (מספר הפרחים שנעטפו בשקית).

עץ בניסוי ועליו ענפים נושאי פרחים המכוסים בשקיות נייר ובכל שקית תפרחות מהזן המפרה



- כל זן מפרה מסומן בסרט בצבע אחר; השקיות קשורות בסרטים בצבעים שונים.

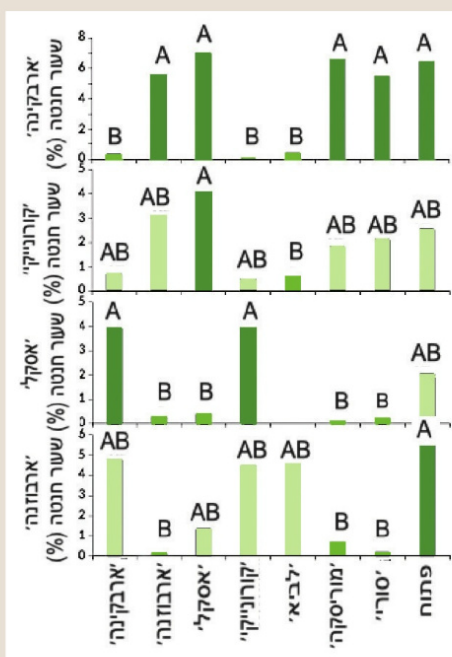
לכל זן, נערכו ללא אימות זהות המפרה בעזרת סמני דני"א במחקרים שבהם נערך אימות של זהות המפרה בעזרת סמני דני"א נמצאו טעויות רבות (1, 3). לפיכך יש להתייחס במשנה זהירות לממצאים הקודמים לגבי יכולת הפריה עצמית וזהות המפרה המצטיין. בנוסף, הניסויים שנערכו לקביעת מפרה מצטיין לכל זן בוצעו בתנאים מלאכותיים של כיוס הפרחים בשקיות טרם פתיחתם, אולם מניסיון אישי של המחברים ידוע שבמחקרים רבים שבהם הפרחים הסגורים מכוסים כבר יש אבקה זרה על הענפים - אבקה שהגיעה מעץ בסביבה שפרי חייו נפתחו. מכאן, יש האבקה לא מכוונת בניסויים אלה. בשני מחקרים שנערכו לאחרונה נמצא שהמפרה המצטיין של הזן 'ברנע' הוא 'פיקואל' והמפרה המצטיין של הזן 'סורי' הוא 'ארבקינה' (7, 12). לאחרונה זוהה מנגנון האי-התאם בזית (6). מדובר במנגנון דו-אללי ספופרופיטי, שבו כל זני הזית מתחלקים לשתי קבוצות, קבוצה 1 וקבוצה 2. כל זן יכול להפריח את הזנים מהקבוצה השנייה ולא יכול להפריח את הזנים מהקבוצה שלו. בנוסף, לכל זני הזית, מלבד 'קורונייקי' ו'פרונטיו' (ואולי עוד זנים שלא נבחנו), יש אי-התאם עצמי מלא, אך גם בזנים בהם יש יכולת הפריה עצמית, כדוגמת 'קורונייקי', הפריה של זן מהקבוצה השנייה מאפשרת חנוטה גבוהה יותר מהפריה עצמית. הגן שקובע את קבוצת האי-התאם בכל זן לא ידוע עדיין, אך לאחרונה אותר אזור דני"א שנמצא בתאחיזה לגן זה ועל פי זהות הנוקלאוטידים הנמצאת בשני אתרים באזור זה, בעמדה 63 ובעמדה 283, ניתן לדעת את קבוצת האי-התאם של כל זן נבחן (5).

כיום קיים מספר מצומצם של זני בוצרת-מוסקת ומכאן, שחשוב מאוד לדעת מי מהזנים מפרה את מי על מנת לתכנן את הרכב הזנים בכרם רב-זני לבוצרת-מוסקת. במחקר הנוכחי נבחנו יכולת ההפריה בין זני זית פוטנציאליים לבוצרת באמצעות הכלאות בין צמדי זנים בכרם מסחרי בגשור. בנוסף מופה הגנוטיפ של הזנים הנבחים בעמדות 63 ו-283 באזור הנמצא בתאחיזה לגן הקובע את קבוצת האי-התאם לכל זן.

חומרים ושיטות

■ **הכלאות מכוונות:** הניסוי נערך באביב 2021 ברמת הגולן, בכרם גשור $32^{\circ}47'58.7''\text{N}$ $35^{\circ}43'21.0''\text{E}$ ובכרם זית נטור של שוקי אפל $32^{\circ}45'52.8''\text{N}$ $35^{\circ}43'44.5''\text{E}$ הזנים הנבחים שהופרו היו 'ארבקינה', 'ארבזונה', 'אסקל' ו'קורונייקי', כאשר הדנים המפרים היו 'ארבקינה', 'ארבזונה', 'אסקל', 'קורונייקי', 'מו' ריסקה', 'לביא' ו'סורי'. בנוסף נבחנו הפריה עצמית וכן הפריה פתוחה לכל אחד מהזנים המופרים. בתאריך 4.4.2021 נבחרו

איור 1: שעורי חנטה כתוצאה מהכלאות מכוונות



- בכל גרף ציר ה-Y מתאר את הון המופרה (שימוש כחורה אימהי) וזאת שעור החנטה וציר ה-X מתאר את המפרה.
- עמודות בגוני ירוק שונים, כמו גם אותיות שונות מעליהן, מצביעות על הבדל סטטיסטי מובהק ($p < 0.05$).

זהים, או הטרוזיגוט אם שני העותקים אינם זהים. באנליזת הנוקלאוטידים בעמדות 63 ו-283 באזור הנמצא בתאחי זה לקביעת קבוצת האי-התאם, נמצא גנוטיפ שונה לכל אחד מארבעת הזנים 'ארבקינה', 'ארבזונה', 'אסקל' ו'לביא' (איור 2). על פי מחקר קודם (5), כל גנוטיפ שוין לקבו צת אי-התאם. 'ארבזונה' ו'אסקל' שייכים לקבוצה 2 על פי הגנוטיפ שלהם בשתי העמדות ואילו 'ארבקינה' ו'לביא' שייכים לקבוצה 1. ככל הנראה, המודל שהוצע במחקר של Mariotti אינו מושלם, שכן 'קורונייקי' ו'ברנע' מכילים גנוטיפ המראה את שייכותם לקבוצה 2 אולם בפועל ידוע כי הם שייכים לקבוצה 1. 'מורסקה' ו'סורי' נמצאו כשייכים לקבוצה 2.

דין ומסקנות

לשם הפריה יעילה שתביא לשעורי חנטה גבוהים יש לטע את כרם רב-זני הכולל זנים שיוצעים להפרות זה את זה

■ **אפיון קבוצת אי-התאם:** נדגמו עלים מכל אחד מהדנים בניסוי והופק מהם דנ"א. באמצעות ריאקציית PCR עם פריימרים ספציפיים הוגבר האזור הנמצא בתאחיזה לקבוצת האי-התאם ונשלח לריצוף במעבדות חי*. בעד רת תוכנת BioEdit נותחו תוצאות הריצוף ונקבע הגנוטיפ בנוקלאוטידים 63 ו-283 לכל אחד מהזנים הנבחרים. על פי הגנוטיפ שהתקבל נקבעה קבוצת האי-התאם לכל זן.

■ מעבדות חי (HyLabs) היא חברה העוסקת בדיאגנוסטיקה של מחלות זיהומיות ומתמחה בפיתוח, ייצור ושיווק מוצרים לגילוי וזיהוי מיקרואורגניזמים.

תוצאות

■ **הכלאות מכוונות:** על מנת לבחון את השפעת המפרה על שעור (%) החנטה שימשו ארבעה זנים כזני אם - 'ארבקינה', 'ארבזונה', 'אסקל' ו'קורונייקי'. כל אחד מהם הופרה על ידי תפרחות משישה זנים מפרים ונבחנה הפריה עצמית והפריה פתוחה. בבחינת שעור החנטה של הזן 'ארבקינה' עם המפרים הנבחרים נמצא כי בהפריה פתוחה שעור החנטה עמד על 6.4% ובהפריה של 'ארבקינה' עם הזנים 'ארבזונה', 'אסקל', 'מורסקה' ו'סורי' היה שעור החנטה דומה. הפריה של 'ארבקינה' עם תפרחות 'קורונייקי' לא הניבה פירות כלל והפריה עם תפרחות 'לביא', כמו הפריה עצמית, נתנו שעורי חנטה נמוכים מאוד. בבחינת שעור החנטה של 'קורונייקי' נראתה תמונה דומה - גבוה יחסית כאשר המפרים היו 'ארבזונה', 'אסקל', 'מורסקה' ו'סורי' וכן בהפריה פתוחה. לעומת זאת הפריה עם 'לביא' ו'ארבקינה' וכן הפריה עצמית הניבו שעור חנטה נמוך. שעור החנטה בזנים 'ארבזונה' ו'אסקל' הציגו תמונה הפוכה מזו של הזנים 'ארבקינה' ו'קורונייקי': שעור החנטה היה גבוה בזנים אלה כאשר הופרו עם 'ארבקינה', 'קורונייקי', 'לביא' והפריה פתוחה (עקב טעות טכנית, לא תועדו שעורי החנטה של ה'אסקל' שהופרה עם תפרחות 'לביא'). לעומת זאת, שעור חנטה נמוך נצפה בזנים 'ארבזונה' ו'אסקל' כאשר שר אלה הופרו עם 'מורסקה' ו'סורי', כאשר הופרו האחד עם השני וכן בהפריה עצמית (איור 1).

■ **קביעת קבוצת אי-התאם על פי גנוטיפ:** הזית הוא דיפלואיד ויש לו שני עותקים מכל כרומוזום (אחד שקיבל מהורה הזכרי ואחד מהורה הנקבי). זן מסוים, בכל אתר בגנום הזית, יכול להיות הומוזיגוט אם וכאשר שני העותקים

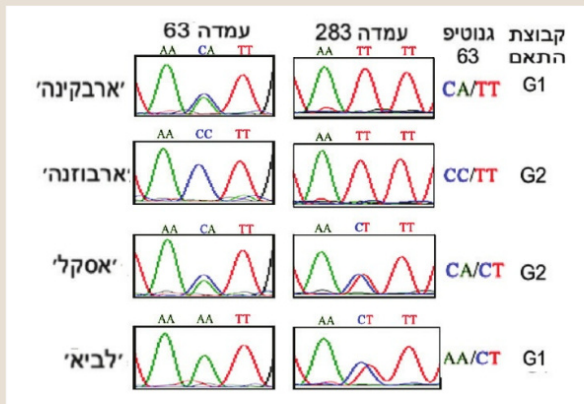
באבקה זרה שהגיעה לענף טרם כליאתו וכיסו או לאחר הכליאה, דרך חורים בשקיות.

מחקר זה התמקד ביכולת ההפריה בין זנים שהותאמו למ' סיק מכני עם בוצרת. במחקרים קודמים נמצא שמלבד יכולת הפריה, קיימת גם יעילות שונה בין מפרים ולטווח הארוך יש צורך לבחון מיהם המפרים האופטימליים לכל אחד מהזנים העיקריים המגודלים בארץ.

במחקר זה אופיינה קבוצת האי-התאם של כל אחד מזני המסיק המכני הקיימים כיום בארץ. מחקר זה בחן גם את הזן 'לביא', שיצא מתוכנית השבחת הזית במכון וולקני משום שגם הוא בעל צימוח מרוסן יחסית ונראה שיכול להתאים לבוצרת. לשם הסקת מסקנות יש להמשיך את המחקר בכרמים מסחריים שיבחנו אם זן זה אכן מתאים לבוצרת.

■ **שילוב זנים משתי הקבוצות:** בנטינת כרם חדש יש לשלב בין זנים משתי קבוצות האי-התאם (איור 3). כך למשל, כרם יכול להכיל את הזנים 'ארבקינה' ו'ארבזונה', או 'ארבקינה' ו'אסקל', או 'קורוניקי' ו'ארבזונה'. מומלץ לא לנטוע כרם שבו רק זנים מקבוצה אחת, רק 'ארבקינה' ו'קורוניקי' או רק את 'ארבזונה' ו'אסקל'. כמובן שאפשר לנטוע כרם עם יותר מש' זנים, אך העיקר שהיו בו משתי הקבוצות. בנוסף, בכרם קיים, שבו אין זנים משתי הקבוצות, ניתן לנטוע בקצה הכרם עצים מן השייך לקבוצה השנייה, כשורה או כעצים בודדים.

איור 2: דיאגרמת הרצפים של הזנים 'ארבקינה', 'ארבזונה', 'אסקל' ו'לביא' בעמדות 63 ו-283



- בכל עמדה מובא הרצף של שלושה נוקלאוטידים, כאשר האמצעי הוא הנוק' לאוסיד הרלוונטי לעמדה.
- פיק מצביע על הנוקלאוטיד בכל עמדה על פי צבעו: A - ירוק, C - כחול, T - אדום ו-G - שחור.
- הגנוטיפ של כל זן בשתי העמדות מופיע בטור השני מימין. המוזיגוט מופיע כפעמיים אותו נוקלאוטיד והטרוזיגוט מופיע כשני נוקלאוטידים שונים. בהתאם לגנוטיפ, נמצאה קבוצת האי-התאם של כל זן המופיעה בטור השמאלי מימין באיור (קבוצת התאם).

איור 3: רשימת הזנים בכל אחת מקבוצות האי-התאם

קבוצה 1	קבוצה 2
ארבקינה פרונטיון קורוניקי ג'ארפה לביא מוראיון ברנע סנטה קטרינה	ארבזונה פיקוד אסקל פנדולינו מוריסקה קורטינה פיקואל מנזנילו סורי קלמטה

- לכל קבוצת אי-התאם רקע אחר: קבוצה 1 על רקע צהוב וקבוצה 2 על רקע כחול.
- בתוך כל קבוצה, בצדדים, רשומים בפונט קטן הזנים על פי הספרות (5), ללא אימות שלנו. במרכז, בפונט גדול יותר, בולד, מופיעים הזנים שעברו אימות שלנו לגבי הקבוצות שלהם, אך אינם משמשים כזני בוצרת קלאסיים. במרכז, בפונט גנוטי, בכל קבוצה מופיעים זני הבוצרת שנמצאו במחקר זה.

ביעילות. שינויי אקלים בשנים האחרונות משפיעים על הפריחה, התנסה והיכול, פוגעים ביכול השמן ומחייבים הפריה אופטימלית על מנת לצמצם את האובדן. מהו מרחק הנטיעה בין הזנים השונים? האם צריך לערבב זנים בתוך שורה? כל כמה שורות יש להחליף זן? כל השאלות הללו עדיין ללא תשובות ברורות. בעבר הומלץ על נטיעת זן אחר כל שורה רביעית. על-פי ניסיון המחברים של מאמר זה אין צורך במפרים רבים; גם מעט עצים מון מפרה ואפילו מרחק גדול יחסית בין המפרה והמופרה מאפשרים הפריה אופטימלית, וזאת עקב כמויות אבקה גדולה מאוד בכל פרח והפריית רוח יעילה בזית. לפיכך, שורת מפרה כל ארבע שורות נראית מופרות וניתן להסתפק במרחקים גדולים בהרבה בין הזן המפרה לזן המופרה. על מנת לקבוע כמה מפרים להניס בכל כרם יש לבחון במחקר המשיך באיזה מרחק מהזן המפרה מתחילים לקבל ירידה בשעור החנוטה.

במחקר זה, אפיון ההתאם בין זנים התבצע בבחינת יכולת הפריה בשטח ובחינת קבוצת האי-התאם של כל זן על פי הגנוטיפ שלו. תוצאות הבחינות התאימו זו לזו מלבד המקרה של 'קורוניקי' שכבר דווח בספרות על ידי מחברי המחקר הזה וכן 'ברנע'. בנוסף, בניסוי ההכלאות בשטח (איור 1) ניתן לראות תמונת ראי ביכולת ההפריה בין זני שתי הקבוצות. ההערכה במחקר זה (שלא נבחנה) היא שהחנוטה, שבמקרים רבים של זנים שלא אמורים להפרות זה את זה, כולל הפריה עצמית ברובה, היא טעות ומדובר

ביבליוגרפיה

1. Biton I., Shevtsov S., Ostersetzer O., Lavee S., Avidan B., Ben-Ari G. (2012): Genetic relationships and hybrid-vigor in olive (*Olea europaea* L.) by microsatellites. Plant Breeding 131: 767-774.
2. Biton I., Many Y., Mazen A., Ben-Ari G. (2020): Compatibility between 'Arbequina' and 'Souri' olive Cultivars May Increase 'Souri' Fruit Set. Agronomy 10(60):910.
3. Diaz A., Martin A., Rallo P., Barranco D., De la Rosa R. (2006): Self-incompatibility of 'Arbequina' and 'Picual' olive assessed by SSR markers. Journal of the American Society for Horticultural Science 131: 250-255.
4. Lavee S., Taryan J., Levin J., Haskal A. (2002): The significance of cross-pollination for various olive cultivars under irrigated intensive growing conditions. Olivae 91: 25-36.
5. Mariotti R., Fornasiero A., Mousavi S., Cultrera N.G.M., Brizioli F., Pandolfi S., Passeri V., Rossi M., Magris G., Scalabrin S., Scaglione D., Di Gaspero G., Saumitou-Laprade P., Vernet P., Alagna F., Morgante M., Baldoni L. (2020): Genetic Mapping of the Incompatibility Locus in Olive and Development of a Linked Sequence-Tagged Site Marker. Front Plant Sci 10: 1760.
6. Saumitou-Laprade P., Vernet P., Vekemans X., Castric V., Barcaccia G., Khadari B., Baldoni L. (2017): Controlling for genetic identity of varieties, pollen contamination and stigma receptivity is essential to characterize the self-incompatibility system of *Olea europaea* L. Evol Appl 10: 860-866.
7. Shemer A., Biton I., Many Y., Vaknin Y., Lavee S., Avidan B., Ben-Ari G. (2014): The olive cultivar 'Picual' is an optimal pollen donor for 'Barnea'. Scientia Horticulturae 172: 278-284.



מתקבלות הזמנות לשנות 2022-2023 (אחרי השמיטה):

שתילי זית למטעי בוצרת
ב-3 גדלים שונים
שתילים למטעים רגילים
מכל הזנים המקובלים בארץ.

בנוסף - זנים מיוחדים:

ארבזנה - יבולים גבוהים, למטעי בוצרת
ולמטעים רגילים
הוכיבלנקה - זיתי מאכל, (ושמן איכותי)
מוריסקה - שמן איכותי במיוחד.
יבולים גבוהים.
סוראני - קווי דימיון לסורי, אך לא רגיש
לעין הטווס וגדל מהר
זנים חדשים מיוחדים (בהיקף זהיר)

www.olives.co.il

להזמנות - עודד 050-9803535

odedsal@gmail.com