

שונות גנטית בברוש מצוי בישראל

גבריאל שילר, המחלקה למשאבי טבע, מרכז וולקני, מינהל המחקר החקלאי*

מִשְׁנֵה שְׁנֵה בְּרַחְבֵּי הָאָרֶץ. הָרָאוּ שְׂקִימִים הַבְּדִלִים מִבְּהָקִים בֵּין זֶנִי הַבְּרוּשׁ בְּכַמּוּיֹת הַיַּחֲסִיּוֹת שֶׁל מִסְפָּר קָטָן יַחֲסִית שֶׁל חֲמֵרִים בִּשְׂרָף. כֵּן נִמְצָא, בְּעֶזְרַת נִיתּוּחַ שׁוֹנוֹת (F test) וּמִבְחָן הַתַּחֲסוּם הַמְּרֻבָּה שֶׁל דָּאֶנְקֵן (ANOVA and Duncan's Multiple Range Test), שְׂקִי-מִים הַבְּדִלִים מִבְּהָקִים בְּרַכֵּב הַשְּׂרָף גַּם בְּמִסְגֶּרֶת כָּל זֶן וְזֶן, בְּקֶרֶב הָאוֹכְלוֹסִיּוֹת שֶׁנִּדְגְּמוּ. נַעֲשֶׂה נִיתּוּחַ אֲשִׁכּוּלוֹת עַל פִּי ווֹרְד (Ward's minimum variance cluster analysis) לִגְבֵּי כָּל זֶן בְּנִפְרֵד, כְּדֵי לִבְדֹּק אֶת הַשׁוֹנוֹת שֶׁבֵּין הָעֲצִים הַגְּדִלִים בְּאוֹכְלוֹסִיּוֹת שׁוֹנוֹת. נִמְצָא כִּי נִיתָן לִזְהוּת טִיפּוֹסִים כִּימִיִּים (chemotypes) אַחֲדִים בְּקֶרֶב הָעֲצִים מִזֵּהֵם הַשׁוֹנִים הַגְּדִלִים בְּאוֹכְלוֹסִיּוֹת שֶׁנִּדְגְּמוּ. מִשְׁמַע, שֶׁבְּקֶרֶב כָּל זֶן וְזֶן יֵשׁ גִּנּוּטִּים רַבִּים וְשׁוֹנִים. בְּשִׁלּוּשָׁה מְכַלֵּל שְׁבַע מִהֲטִיפּוֹסִים הַכִּימִיִּים שֶׁנִּמְצְאוּ בְּקֶרֶב הַזֶּן הַצְּרִיפִי כְּלוּלִים עֲצִים מְאֻכְלוֹסִיּוֹת מְבֹגְרוֹת מְאֹד, כְּגוֹן הָעֲצִים הַגְּדִלִים בְּהַר הַבֵּית, אוֹ הָעֲצִים הַגְּדִלִים בְּגֵן הַבְּהָאִים שֶׁלִּיד נַהֲרִיָּה, שִׁיכְלוּ לִהְיוֹת אֶת מְקוֹר הַזֶּרְעִים. מַעֲנִינֵת הָעֹבְדָּה, שֶׁבְּכָל הָאוֹכְלוֹסִיּוֹת הַמְּבֹגְרוֹת כְּגוֹן הַבְּרוּשִׁים שֶׁבְּהַר הַבֵּית וּבְגֵן הַבְּהָאִים וְכֵן בָּאֵלּוּ שֶׁמוֹצָאן יָדוּעַ כְּגוֹן סִנְטָה קֶתְרִינָה, כִּפְרֵי-גַלְעָדִי וְהַגֵּן הַבּוֹטָנִי בְּהַר-הַצּוֹפִים, קִימִים רַק טִיפּוֹסִים כִּימִיִּים בּוֹדְדִים (שׁוֹנוֹת מוֹעֲטָה). תּוֹפְעָה זֹאת עֲשִׂיָּה לְהַצְבִּיעַ עַל כֶּךָ, שְׁאוֹכְלוֹסִיּוֹת אֵלּוּ נִוְסְדוּ בְּעֶבֶר מְהוּרִים בּוֹדְדִים.

הִימָצְאוֹתָם שֶׁל טִיפּוֹסִים כִּימִיִּים רַבִּים מַצְבִּיעָה עַל שׁוֹנוֹת גִּנְטִית רַבָּה; וְזוֹ תּוֹפְעָה רְצוּיָה, הַעֲשִׂיָּה לְהַקֵּל עַל הַבְּרִירָה וְהַטִּיפּוּחַ שֶׁל הַמִּין.

קִבְעֵת הַגִּיל בְּבְרוּשִׁים בְּעֶזְרַת טְבַעוֹת שְׁנִיתוֹת — לֹקָה בְּחֶסֶר (2), נֹבַע מְכָר, שֶׁאֵין אֲפִשְׁרוֹת לְקַבֵּעַ אֶת מוֹעֵד נְטִיעָתָם וְלַהֲסִיק עַל קִשְׂרִים אֲפִשְׁרִים בִּנְיָהֵם. עַל כֵּן נַעֲשֶׂה שִׁמּוּשׁ בְּנִיתּוּחַ אֲנֹנִי מִפְּרִיד (canonical discriminant analysis), וְהִירֵי הַתּוֹצְאוֹת: קִבְעָה 1: קִרְיַת-עֲנָבִים, בֶּן-שֶׁמֶן, מִשְׁמֵר-הָעֵמֶק. קִבְעָה 2: הַר-הַבֵּית, בֵּית-לַחֶם הַגִּלְיָלִית, אֶלֹנֵי-אֲבָא, נֶצֶרֶת (הַמְּנוֹר הָאִיטָלִי). קִבְעָה 3: גֵּן הַבְּהָאִים, נֶצֶרֶת (הַגִּבְעָה), כִּפְרֵי-בִּבְרוֹ. קִבְעָה 4: הַקִּרְיָה תֵּל-אֲבִיב (שְׂרֹנָה), בְּנֵי-עֶטְרוֹת (וִילַהֲלֵמָה), שַׁעֲרֵי הַגֵּיא.

קִבְעָה 5: הַר-תִּבְרוֹ (הַכְּנַסִּיָּה הַיּוֹנִית), רֶאשֶׁ-פִּינָה. קִבְעָה 6: אוֹכְלוֹסִיּוֹת שֶׁלָּא קוֹבְצוּ: יְרוּשָׁלַיִם (הַמוֹשְׁבָה הַגְּרִמִּית), יַעֲרֵי וָדֵי אֶל-קוֹף, עֶכוֹ (הָעִיר הָעֵתִיקָה), יִרְיָחוֹ (תַּחֲנַת-הַנְּסִינּוֹת הַמְּנִד־

מבוא

אֵף עַל פִּי שִׁישְׂרָאֵל נִמְצָאָת בְּתַחֲסוּם הַתּוֹפְעָה הַטְּבַעִי שֶׁל הַבְּרוּשׁ הַמְצוֹי (*Cupressus sempervirens* C.) — לֹא יָדוּעַ שְׂקִימָת בְּמֵאוֹת הָאֲחֵרוֹנוֹת אוֹכְלוֹסִיּוֹת טְבַעִיּוֹת הַעֲשִׂיּוֹת לְשִׁמּוּשׁ מְקוֹר לִזְרַעִים. אִם מִין זֶה אֵכֵן גָּדֵל בְּתַחֲסוּמֵי הָאָרֶץ בְּעֶבֶר הַרְחוֹק — הוּא נִכְחָד, לְהוֹצִיא מִסְפָּר קָטָן שֶׁל עֲצִים מִהֶזֶן הַצְּרִיפִי, שִׁגִּילָם בֵּין 200 ל־400 שָׁנִים. הַגְּדִלִים בְּהַר הַבֵּית וּבְגֵן הַבְּהָאִים שֶׁלִּיד נַהֲרִיָּה (גִּנְתָּ בֵּית הַבֵּי שֶׁל עֶכוֹ שֶׁלִּיד נַהֲרִיָּה), הַחֲשׁוּבִים בְּגִלָּל אִיכּוֹת הָעֵצָה (9), בְּרוֹר אֲפּוֹא כִּי לְשֵׁם נְטִיעָה הִיא צוּרָה לִיבֹא זֶרְעִים אוֹ שְׁתִּילִים שֶׁל הַמִּין מִמְּקוֹרוֹת חִיצוֹנִיִּים. הוֹכַחָה לִיבּוֹא זֶה, לַפְּחוֹת בְּאוֹפֵן חֲלָקִי, הִיא הָעֹבְדָּה, שֶׁבְּרֹב הַנְּטִיעוֹת שֶׁנַּעֲשׂוּ מֵאֵז סוֹף הַמָּאָה ה־19 וְעַד עַתָּה גְּדִלִים בְּמַעֲרֹב עֲצֵי בְרוּשׁ מְצוֹי מִהֶזֶן הַצְּרִיפִי** וְעֲצִים מִהֶזֶן הָאֲפִקִּי***, יַחַד עִם עֲצִים בְּעֵלֵי צוֹרוֹת-בִּנְיָיִם שׁוֹנוֹת; כְּלוּמֹר, עֲצִים שֶׁעֲנִפֵּיהֶם גְּדִלִים כְּזוּיוֹת חֲדָה כָּל שֶׁהָיָה לְגֹזֵעַ. לְעוֹמֶת זֹאת, בְּאוֹכְלוֹסִיּוֹת הַטְּבַעִיּוֹת שֶׁל הַבְּרוּשׁ הַמְצוֹי שֶׁעֲדִין קִימָמוֹת בְּרַחְבֵּי פָּרַס, תּוֹרְכִיָּה, סוּרִיָּה, לְבָנוֹן, יֶרֶד, קְפָרְסִין, רֹדּוֹס, כְּרִתִּים וְלֹב — גָּדֵל אֵךְ וְרַק הֶזֶן הָאֲפִקִּי, עַל כֵּן, הֶזֶן הַצְּרִיפִי נִחְשָׁב לְמוֹטְצִיָּה שֶׁנִּתְגַּלְתָּה בְּתַקּוּפוֹת קְדוּמוֹת מְאֹד וְהוֹפְעָה בִּידֵי הָרוֹמָאִים, אוֹ לִפְנֵיהֶם, סָבִיב אֲגֹן יִסְיָה-תִּכְיֹן, לְמִטְרוֹת נֹי.

לְאַחֲרֵנָה אוֹבַחְנוּ הַתְּנוּנוֹת וְתַמּוּתָהּ שֶׁל הַבְּרוּשׁ הַמְצוֹי בְּחֻלְקוֹת יַעֲרֵי וְנֹי, מִפְּגִיעַת מִינִים אַחֲדִים שֶׁל פְּטִרִיּוֹת (7, 6), כְּדֵי לְטַפֵּחַ וְלַהֲשִׁיבֵיחַ אֶת הַמִּין מִבְּחִינַת הַצִּמְחָה, הַתֵּאֵמָה לְתַנְאֵי בֵּית-הַגִּידוּל, עֲמִידוֹת בְּפִנֵּי מִזְיָקִים, מַחֲלוֹת וִיבּוֹשׁ — יֵשׁ צוּרָה, רֶאשִׁית כּוֹל, לְבַרֵּר אֶת הַשׁוֹנוֹת הַקִּימָת בְּקֶרֶב הָאוֹכְלוֹסִיּוֹת הָרֶאשׁוֹנוֹת שֶׁל מִין זֶה הַגְּדִלוֹת בְּאֶרֶץ מִסּוֹף הַמָּאָה ה־19 וְתַחֲלִילַת הַמָּאָה ה־20, שֶׁמְקוֹרָן אֵינּוּ יָדוּעַ; וְאִשֶּׁר שִׁמְשׁוּ, קְרֹב לְוָדָאִי, מְקוֹר לִזְרַעִים לְכָל הַנְּטִיעוֹת שֶׁנַּעֲשׂוּ בְּאֶרֶץ מֵאֵז.

השיטה

לְשֵׁם קִבְעֵת מִידַת הַשׁוֹנוֹת — נִבְחָרָה שִׁטָּה שֶׁל מִידַת הַהַבְּדִלִים בְּכַמּוּיֹת הַיַּחֲסִיּוֹת שֶׁל תְּרֻכּוֹת שׁוֹנוֹת בְּמִכְנֵה הַשְּׂרָף שֶׁבְּעִלּוֹת הָעֲצִים, בְּעֶזְרַת גִּזְכְּרוֹמִטוֹגְרַפִּיָּה (8), הַנִּיתּוּחִים הַסְטָטִיסְטִיִּים נַעֲשׂוּ בְּהֵאֵם לְהַמְלָצוֹת שֶׁל שָׂא וְחוֹבְרֵיו (5).

תוצאות ודיון

נִיתּוּחִים סְטָטִיסְטִיִּים שֶׁכִּלְלוּ נִיתּוּחַ מִפְּרִיד בְּשִׁלְבִים (stepwise discriminant analysis) וְנִיתּוּחַ רִכִּיבִים רֶאשִׁיִּים (principal component analysis) שֶׁל הַתּוֹצְאוֹת שֶׁהִתְקַבְּלוּ מִבְּדִיקַת הַרְכֵּב הַשְּׂרָף.

* פִּירְסוֹם שֶׁל מִינָהל הַמְּחָקֵר הַחֻקְלָאִי, סִדְרָה ה' 1990, מִס' 2327.
** *C. sempervirens* L. cv. *stricta* (var. *stricta* Aiton-var. *pyramidalis* Nyman).
*** *C. sempervirens* L. var. *horizontalis* Mill.

לאלו שביער בן-שמן וביער קרית-ענבים — ניתן להסיק, שלתנאי בית-הגידול השפעה רבה מאוד על התפתחות העצים ועל המופע (פנוטיפ) שלהם, כפי שכבר נוכחו אחרים (1, 4).

לסיכום: נוכחותם של טיפוסים כימיים רבים בקרב עצי ברוש מצוי מהזן הצרפתי שאינם בקרב העצים המבוזרים הגדלים בהר הבית ובזן הבהאים; ונוכחותם של טיפוסים כימיים רבים בקרב עצים מהזן האפקי — עשרות להוות אינדיקטור לשימוש שנעשה בזרעים או בשתילים מיובאים ממקורות שונים, חלקם בלתי מזהים.

הימצאותם של טיפוסים כימיים רבים מצביעה על שונות גנטית רבה; וזו תופעה רצויה, העשויה להקל על הברירה והטיפוח של המין.

ספרות

1. Hopfmann, A. (1943). *Z. Weltforstwirtschaft* 10: 246—258.
2. Lev-Yadun, S. (1986): The ecology of radial and extension growth of *Cupressus sempervirens* L. M.Sc. thesis, Tel-Aviv University, Ramat Aviv, Israel.
3. Liphshitz, N., Lev-Yadun, S. and Waisel, Y. (1981). *Ann. Bot.* 47: 485—496.
4. Mayer, H. (1983). *Cbl. ges. Forstwesen* 100: 1—16.
5. Shaw, D.V., Yazdani, R. and Muona, O. (1982). *Silvae Fennica* 16: 235—240.
6. Sollel, Z., Golan, Y. and Madar, Z. (1981). *Phytoparasitica* 9: 256 (abstr.).
7. Sollel, Z., Messinger, R. and Madar, Z. (1983). *Plant Dis.* 67: 550—551.
8. Squillace, A.E (1976). in: Miksche, J.P (Ed.) *Modern Methods in Forest Genetics*. Springer verlag, Berlin. Ch. 6, pp. 120—157.
9. Tischler, K. (1981). in: *Agricultural Research Organization, Division of Forestry, Scientific Activities 1977—1980*. pp. 13—14. The Volcani Center, Israel.

טורית). יריחו (חוזה חקלאית). מקוה-ישראל. סנטה קתרין וואדי אל-ארבעין. כפר-גלעד (ברושי הברון). הגן הבוטני בהר-הצופים. לוד (תחנת הרכבת המנדטורית). חיפה (המושבה הגרמנית).

נמצא אפוא, כי 15 מכלל 26 אוכלוסיות שנדגמו קובצו ל-5 קבוצות-שייכות כלהלן:

- (1) יערות בן-שמן. קרית-ענבים ומשמר-העמק. שאת כולם שתל אגף הייעור של הקק"ל. תוצאה זו מאפשרת להניח, שמקור הזרעים לשלושה יערות אלו זהה.
 - (2) קבוצה הכוללת ארבע אוכלוסיות שונות, ובכללן האוכלוסייה הגדלה על הרי-הבית. שהיתה עשויה להיות אוכלוסיית-האם.
 - (3) קבוצה הכוללת שלוש אוכלוסיות בצפון הארץ. בכללן האוכלוסיה סייה שבגן הבהאי, שהיתה עשויה להיות מקור הזרעים לשתי האוכלוסיות האחרות.
 - (4) קבוצה הכוללת שלוש אוכלוסיות במרכז הארץ. שתיים מהן נטיעות של הטמפלרים, והשלישית — יער שער-הגיא שנטע אגף הייעור של ממשלת המנדט (בתקופת המנדט היתה הוראה, שאת הזרעים של הברוש המצוי יש לאסוף בכל איזור ואיזור לחוד, ולהשתמש בהם בתחום האיזור; רק את העודפים היה צורך להעביר למרכז בירושלים. שרונה, וילהלמה ושער-הגיא נכללו באותו איזור).
 - (5) קבוצה הכוללת שתי אוכלוסיות. האחת — ראש-פינה, והאחרת — הברושים שבגן הכנסייה היוונית שבהר-תבור.
 - (6) קבוצה הכוללת את שאר 11 האוכלוסיות. שלא היה אפשר לשייכן זו לזו בשל הבדלים ניכרים במבנה השרף; דבר זה מצביע על כך, שאוכלוסיות אלו — מוצאן ממקורות שונים מאוד. דוגמאות: האוכלוסייה של כפר-גלעד, הידועה בשם "ברושי הברון", שמוצאה מצרפת (נ. הורוביץ, ידע אישי); האוכלוסייה בגן הבוטני שבהר-הצופים המשויכת לזרעים שהביא פרופ' מ. זהרי מסוריה או מלבנון. האוכלוסייה שגדלה בחווה החקלאית שליד יריחו, ושלדברי בעלי החווה הובאה מירדן. לגבי מוצאם של הברושים הגדלים באיזור סנטה קתרין נאמר, שהוא מאיזור ההר הקדוש (הר אתוס) שביוון.
- אם אמנם קיימת קרבה בין הברושים שבכנסייה האיטלקית בנצרת לבין הברושים שבהר-הבית, וכן בין הברושים שביער משמר-העמק