על הביולוגיה והסיסטמטיקה של טרשנית שרועה

אבי שמידע המחלקה לאבולוציה והמרכז לרציונליות, האוניברסיטה העברית ירושלים, גבעת רם avi.shmida@gmail.com
עוז גולן המרכז להנדסת חומרים ותהליכים, מכללת אפקה להנדסה בתל-אביב golanoz.me@gmail.com
———————————-

תקציר: בין הצמחים הראשונים לפרוח בחורף הישראלי, טרשנית שרועה *Theligonum cynocrambe* היא אולי הצמח הנפוץ ביותר. בגלל היותו מואבק רוח בעל פרחים זעירים ירקרקים אין אנו שמים לב אליו. אולם מי שיסתכל ויחקור את הצמח יגלה נפלאות ויוכל לבדוק האם התיאוריות על טיפוסי המיניות בצמחים ובחיות עובדות גם בשדה.
==========

על הסוג טרשנית ומעמדו הסיסטמתי במשפחות הצמחים

המחקר הבוטני משייך כיום את הסוג **טרשנית –** *Theligonum*, בתוך שבט מונוטיפי (יש בו טקסון בודד),ה"טרשניתיים" Theligoneae, השייך לתת-משפחה מיוחדת Rubioideae בתוך משפחת הפואתיים- Rubiaceae. השבט כולל רק את הסוג **טרשנית** הכולל 4 מינים, כולם מואבקי רוח ובעלי טיפוס מיניות חד-בייתי חד-מיני (Monoecious).
המין **טרשנית שרועה** *Theligonum cynocrambe***,** גדל באגן הים-התיכון מסוריה מערבה עד מרוקו ואיי מקרונזיה (האיים הקנריים, איי מדירה והאיים האזוריים). שאר 3 המינים גדלים בסין וביפן והם: **ט.יפנית** *Theligonum japonicum*, אנדמית ליפן והיא מין רב-שנתי; **ט.פורמוזית** *Theligonum formosanum* , גם הוא מין רב-שנתי עשבוני, אנדמית לאי טאיוואן; ומין רביעי, **ט.מקרנתום** *Theligonum macranthum*, הגדל בסין ובמערב טיבט אשר הוא צמח חד-שנתי. כל שלושת המינים האחרונים גדלים באסיה המזרחית במעונות הרריים מרום 900 ועד 2700 מטר. הפרח הזכר בטרשנית פורמוזית רק בעל 5-7 אבקנים לעומת 20-25 אבקנים בפרחי ט.יפנית וט.מקרנתום. מעניין כי אין קורלציה בין צורת-החיים ומספר האבקנים בפרח: המין החד-שנתי הוא בעל מספר אבקנים הרב ביותר ולשני המינים הרב-שנתיים מספר אבקנים גדול וקטן בהתאמה. מתוך 4 מיני הטרשנית נעשה מחקר ציטולוגי של מספרי הכרומוזומים רק בשניים: ב**ט.שרועה** החד-שנתית מספר הכרומוזומים הוא 2n=20 ואילו ב**ט.יפנית** הרב-שנתית 2n=22. כל שלושת המינים ממזרח אסיה פורחי אביב בחודשים מרץ-יוני כאשר הפריחה מתאחרת במעונות הרמים.



פרחי זכר בחלק העליון של גבעול צמח הטרשנית. כניצן הפרח הזכרי נראה כגליל מוארך; הוא ממוקם בפרקי הגבעול העליונים שם העלים מסורגים. צלם עוז גולן ©



פרחים זכריים בניצניהם בחלק הגבעול העליון. סידור העלים מסורג. צלמה טניה מליצנסקי ©

בעבר החוקרים נתנו לסוג **טרשנית** מעמד של משפחה עצמאית מונוטיפית, כלומר משפחה בעלת סוג יחיד. סברו שהיא קרובה למשפחות הסלקיים והסרפדיים המאופיינות בפרחים מואבקי רוח. מבחינה מורפולוגית הסוג **טרשנית** ניצב בעמדה בודדת ללא טקסון

קרוב לו, או משפחה בה יוכל להיכלל. החוקרים חשבו בעבר, כי תכונות של פרח מואבק–רוח בעל אברים פשוטים, זעירים ושוני במספר היסוד של אברי הדור – הן תכונות ראשוניות "פרימיטיביות" ולפיכך מיקמו את קבוצת הטרשנית בין המשפחות מואבקות הרוח בחלק הבסיסי של העץ הסיסטמטי הפילוגנטי; בפלורות השונות ממוקמת ה**טרשנית** עד שנות תשעים של המאה הקודמת, בכרך הראשון במשפחות "הפרימיטיביות". במיוחד קבלה חשיבות התכונה של "אי יציבות המספר היסודי" – מספר עלי העטיף משתנה בין שניים לשלושה בפרחים שונים על גבי אותו פרט צמח ומספר האבקנים משתנה באופן דרסטי בין 2 ל-6 בפרחי זכר קטנים ועד ל-11-19בפרחי זכר גדולים.

ואולם, מחקרים חדשים ובכללם בדיקה של הקירבה הגנומית, מצאו כי ה**טרשנית** שייכת למשפחת הפואתיים (שם היא מהווה שבט מונוטיפי מיוחד ונפרד) אשר חלו בה רדוקציה (הפחתה) קיצונית של אברי הפרח והתאמות להאבקת רוח. על כן הדמיון לפרחי משפחות הסרפדיים והסלקיים ניתן לפרשו כקונברגנציה, כלומר התכנסות אבולוציונית עקב לחצי סלקציה דומים על קבוצות סיסטמטיות שונות בעקבות מעבר מהאבקת חרקים להאבקת רוח.
ומדוע משייכים כיום את ה**טרשנית** למשפחת הפואתיים? מחקרים אנטומיים אונטוגנטיים (Rutishauser et al.1998) מורים כי לפרח יש עטיף מאוחה; עטיף פרח הטרשנית הומולוגי לעלי הכותרת בפרח של הפואתיים, כאשר עלי הגביע התנוונו לגמרי. מגמה להקטנה וניוון מוחלט של הגביע שכיחה בסוגי הפואתיים, כמו למשל בסוג דבקה. בפרחים הזכריים מוצאים בניצן הפרח הזכרי שרידים של שחלות ולכן משערים כי פרח הטרשנית התפתח באבולוציה מפרח דו-מיני. השחלה הכילה במקור שתי ביציות, כאופייני לשחלת פרח פואתי, והתאמה להאבקת רוח גרמה לסלקציה לכיוון ביצית בודדת האופיינית כיום לסוג. גרגר האבקה אמנם זעיר וחלק, אך נמצא בו דמיון לגרגירי אבקה של פרחים ממשפחת הפואתיים. אנליזות של קירבה גנומית באמצעות דמיון רצפי DNA מורה בבירור כי הסוג **טרשנית** קרוב מחד למשפחת הפואתיים ומאידך למשפחת הערבזיים Gentianaceae, אך במפורש יש למקמו בסדרת המורכביים- Asterales. בהתאמה, לזרעים יש אנדוספרם ופלסטידות בעלות מבנה של סדרת המורכביים. אלה חסרים בסדרת הציפורניים עליהם נמנית משפחת הסלקיים ואשר בעבר הטרשניתיים שויכו אליה.

באילו תכונות ה**טרשנית** שונה מאוד לעומת שאר מיני הפואתיים? התכונה החשובה ביותר בה נבדלת ה**טרשנית** היא שחלה עילית בעוד לכל מיני הפואתיים שחלה תחתית. תכונות

נוספות המבדילות את ה**טרשנית**: זרע אגוזית בעלת אריל (=אלאיוזום), תפרחות יושבות חסרות עוקצים במפרקי הגבעולים, מעבר מסידור עלים נגדי למסורג. לרוב בני משפחת הפואתיים ישנו מספר יסוד של 4 או 5 איברים בפרח (כלומר 4 או 5 עלי כותרת ואבקנים) כאשר המגמה אבולוציונית היא של מעבר ל-4, (כמו במיני **דבקה** ו**אולדנית**); לעומת זאת, מספר היסוד בפרח הטרשנית הוא 2 או 3.

תיאור הצמח

צמח עשבוני חד-שנתי הגדל בד"כ בצורה שרועה, גובהו 6-13 ס"מ וקוטרו 5-18 ס"מ. הצמח קרח, בשרני במקצת ובעל עלים נגדיים דמויי ביצה רחבה. העלים העליונים מסורגים. מפרקי הגבעול נפוחים. העלה בעל פטוטרת ברורה, מתרחב בבת אחת לאוגן דמוי ביצה שבסיסו דמוי לב. בבסיס כל זוג עלים נגדיים מצויים עלי-לוואי קרומיים לעיתים בעלי שיניים. הפרחים זעירים, בוקעים מתוך עלי לוואי קרומיים העוטפים את בסיס העלה. בתחילת הפריחה מופיעים על הגבעול במפרקים התחתונים הנגדיים רק פרחים נקביים, והפרחים הזכריים מופיעים רק בהמשך התארכות הגבעול, בעיקר בבסיס העלים המסורגים.



פרחי זכר בחלק העליון של גבעול צמח הטרשנית. כניצן הפרח הזכרי נראה כגליל מאורך; הוא ממוקם בפרקי הגבעול העליונים שם העלים מסורגים. צלם עוז גולן ©

הפרחים הנקביים יושבים בקבוצות בנות 2-4 בחיקי העלים התחתונים בגבעול והם בעלי עטיף זעיר דמוי משפך הנושר במהרה. גודל עטיף הפרח הנקבי 1-2 מ"מ. מתוך העטיף הזעיר מזדקר עמוד עלי ישר באורך 1.6-2.0 מ"מ, המסתלסל לאחר סיום תפקידו.



פרח נקבי של טרשנית שרועה. הפרחים הנקביים זעירים, הכותרת שהם מנוונת לחלוטין והצלקת מזדקרת מבסיס הפרח כעמוד עוטה פפילות צפופות. מתחת לפרח נראים בתמונה גרגירי אבקה של טרשנית, אשר התפזרו מפרח זכרי ולא הגיעו ליעדם. צלם עוז גולן ©



פרי ירוק כמעט בשל של טרשנית ובחזיתו עמוד עלי שחור של פרח נקבי נוסף אשר לא הגיע לחנטה. הצלם : עוז גולן ©

הפרחים הנקביים ממש חבויים בתוך עלי הלוואי הקרומיים העוטפים את מפרקי הצמח ולא ברור איך גרגירי האבקה מגיעים אליהם. בעוד שבצמחים מואבקי רוח אחרים צלקות הפרחים בולטות, מוארכות ומצויצות, ב**טרשנית** נראה לכאורה כי הצלקות חבויות. יתכן והמבנה המורפולוגי של בסיס העלה, המפרק ועלי-הלוואי יוצר מצב אוירודנמי המצניח גרגירי אבקה דווקא על הצלקות החבויות. מבנים כאלה שהתגלו למשל ב**שרביטן**, טרם נחקרו ב**טרשנית**.



שני פרחים זכריים של טרשנית שרועה לאחר פיזור האבקה. הפרח הימני בעל שני עלי כותרת קרומיים ואילו הפרח השמאלי בעל 3 עלי כותרת. צלמה טניה

מליצנסקי ©



פרח נקבי צעיר (גודלו פחות מ-1 מ"מ) הפורח בין שתי אגוזיות פרי ירוקות תפוחות. העלי בולט במקצת מעטיף הפרח הכותרתי המאוחה. משמאל לפרח חפה ומשמאלו עלה הלוואי הקרומי במפרק הגבעול העוטף את הפרחים.
צלם: עוז גולן ©

הפרח הזכרי גדול בהרבה יחסית לפרח הנקבי. הוא בעל עטיף קרומי, הומולוגי לעלי הכותרת של פרח במשפחת הפואתיים. הכותרת מתחלקת לשתיים או שלוש אונות שאורכן 4-3 מ"מ. יש ואונת העטיף מפוצלת לשתיים ולכן מספר "עלי הכותרת" השכיחים נראה כארבעה. זירי האבקנים חוטיים מאוד ודקיקים ואורכם 2 מ"מ. מספר האבקנים אינו קבוע ונע בין 16-7, המאבק צהוב-חוור, אורכו 2.5 מ"מ, הוא מוארך וצר מאוד 0.2 מ"מ. ניצן הפרח הזכרי מתפוצץ בשעות החמות של הבוקר בבת אחת ואז אונות העטיף מתקשתות לאחור. גם המאבקים מתפוצצים יחד עם פתיחת הפרח ולכן ברוב שעות היום רואים בשדה או ניצנים מאורכים סגורים, או פרחים בעלי עטיף מקושת ושרידים של זירי אבקנים מסולסלים ומאבקים ריקים.



מאבקים משולשלים מטה בפרח
זכרי של טרשנית שנפתח זה עתה.
המאבקים ממוקמים על זירים
נימיים. מספר האבקנים אינו קבוע
ונע בין 7 ל-16. צילם עוז גולן ©

הפרי אגוזית חד-זרעית בשרנית במקצת, צורתו כמעט כדורית, קוטרו 2 מ"מ והוא מתפתח מיד לאחר הפריחה. כנראה שחלק גדול מהפירות הוא תוצאה של האבקה עצמית. אחוז החנטה עולה על 85%. על פי הספרות הפרי בעל אריל (= אלאיוזום), הוא תוספת של רקמה שומנית על הזרע המשמשת להפצה ונאכלת ב"תאוה" על ידי הנמלים, המשאירות את הזרע בלתי פגוע. לא ידוע אם אכן האריל של ה**טרשנית** מתפקד בשדה או הוא למעשה רקמה מנוונת בלתי פעילה, כמו שקורה בסוגים רבים אחרים באזורנו.
על אף "צניעותו" זהו אחד הצמחים הנפוצים ביותר בחבל הים-תיכוני ואין כמעט אתר בארץ בו לא נמצא אותו. שכיח בעיקר בין אבנים וסלעים בשולי גדרות ובמקומות מופרעים מוצלים. מצטיין בצמיחה מהירה בטמפרטורה נמוכה וכך הטרשנית היא מהראשונים לפרוח בחורף; בעוד שבתורכיה ובארצות הים-התיכון האחרות הוא פורח בחודש מארס, הרי שבישראל, כאשר יורדים גשמי ברכה בסתיו, האוכלוסיות הגדלות במעונות החמים פורחות כבר בחודשי דצמבר-ינואר.



פרח זכרי של טרשנית שרועה שזה עתה נפתח. הפרח נפתח בשעות הבוקר עם עלית הטמפרטורה והתיבשות רקמות הצמח. תוך כדי פתיחה עלי הכותרת מתקשתים והמאבקים מתפוצצים; בתמונה רואים גרגירי אבקה זעירים שנשארו בקופסת המאבק ואחרים שנתפסו על גבעול הצמח. צילם עוז גולן ©

בישראל, בתנאי צפיפות רבה הצמחים גדלים זקופים. לעומת זאת באירופה ובתורכיה הצמח מתואר כצמח משתרע בלבד; בהתאמה, שם הצמח אשר תואר לראשונה למדע מדרום צרפת היה *Cynocrambe prostrata* וכונה לפיכך גם בעברית "**טרשנית שרועה**". זו הצורה הנפוצה באירופה ובצפון אגן הים-התיכון מעל קווי רוחב 34 מעלות,

הביולוגיה של הפרח, טיפוסי המיניות והפריחה

הפרחים זעירים, מואבקי רוח, חד-מיניים. כלומר הצמח חד-ביתי והוא נושא פרחים זכריים ופרחים נקביים מופרדים. הגביע מנוון לחלוטין והעטיף המאוחה בבסיסו הם עלי הכותרת הזעירים. זוהי דוגמא להתאמת הפרח להאבקת רוח, שכן במשפחת הפואתיים, עליה נמנה כיום הטרשנית, יש לרוב גביע וכותרת מאוחים ומפותחים.



שני פירות של הטרשנית ממוקמים בחיק זוג עלים נגדיים. הפרי הוא אגוזית המכילה זרע אחד. צלם עוז גולן ©



מפרק תחתון בגבעול הטרשנית: בין שני עלים נגדיים נראים שני פירות- תוצאה של הפרית הפרחים הנקביים. צלם: עוז גולן ©

בכל צמח של **טרשנית** ההופעה וההבשלה של הפרחים הנקביים מקדימה את הופעתם של הפרחים הזכריים. תכונה זו מכונה בספרות המדעית – פרוטוגיניה, והיא אופיינית לרבים מהצמחים מואבקי הרוח. זאת לעומת רוב צמחי הפרחים ובמיוחד אלה המאובקים ע"י בעלי-חיים, שבהם האבקנים מבשילים לפני הצלקות (פרוטאנדריה) – בין אם בפרחים דו-מיניים (אנדרוגיניים) ובין אם בפרחים חד-מיניים בצמחים חד-ביתיים ודו-ביתיים. כיום אין עדיין הסבר אבולוציוני אדפטיבי מדוע דווקא בצמחים מואבקי רוח ההקדמה של השלב

הנקבי יותר שכיחה.

השאלה שעשויה להישאל היא, כיצד מתבצעות האבקה והפרייה בצמח פרוטוגיני מובהק אם הפריחה של כל הפרטים מתוזמנת לאותו שלב? במצב של סנכרון מלא כל הצלקות של פרחי הנקבה זמינות עוד לפני שהאבקנים של פרחי הזכר מתפוצצים ואז הסיכוי להפריה קטן. אלא שבאוכלוסיות בטבע אין סנכרון מושלם במקצב הפריחה בין הפרטים באוכלוסייה: ישנם פרטים מקדימים וישנם פרטים מאחרים. צמח המקדים לפרוח, לדוגמא כזה הגדל במדרון דרומי לח – הפרחים הנקביים שלו יישארו עקרים אך פרחי הזכר יצליחו מאוד; שכן הם יפרחו יחד עם הרבה פרחים נקביים של רוב האוכלוסייה. המגמה בסוף הפריחה הפוכה: צמחים המאחרים לפרוח, פרחיהם הנקביים יזכו בשפע של אבקה אך פרחיהם הזכריים המאחרים לפרוח לא ימצאו צלקות ו"זרעם יתבזבז לשוא". נסכם כי באוכלוסייה של מין פרוטוגיני יהיה תמיד הפסד של תועלת נקבית לצמחים המקדימים והפסד זכרי לפרטים האפילים.



פרח זכרי של טרשנית אשר סים את תפקידו המיני; זירי האבקנים מסולסלים יבשים באופן חלקי יוצאים מתוך שני עלי כותרת מקושתים מאוד. צילם עוז גולן ©

אתגר לצלמים, לצופים ולחוקרים

ככל הידוע , לא קיים אפילו צילום אחד של פרחים נקביים של הטרשנית בספרות המדעית או באתרי האינטרנט השונים. הפרחים הנקביים צפויים להופיע במפרקים הראשונים של הצמח הגדל ועשויים להיות שכיחים יותר בין העלים הנגדיים. הם מאורגנים בקבוצות צפופות ויושהים בתוך החפים הקרומיים-לבנים בבסיס העלים.

כמו כן לא נעשה כל מחקר עד כה על היחס הכמותי בין מספרי הפרחים הנקביים והזכריים בכל צמח וההשתנות של היחס הנל לאורך תקופת הצמיחה והפריחה. חובבי הטבע מוזמנים להתבונן בפריחה, ולענות לאתגרי הצילום והיחסים המיניים הכמותיים בתוך כל צמח ובין הצמחים באוכלוסיה. האם נמצאה תופעה דומה בישראל בצמח בעל האבקת רוח ופריחה פרוטוגינית? עדיין לא, אולי כי איננו יודעים על מה להסתכל ועדין לא חיפשנו?!



טרשנית שרועה, מבט מלמעלה על קבוצה הגדלה בצפיפות. העלים דומים לעלי הצמח כוכבית מצויה אך הם בשרניים יותר ועלי הגבעול העליונים מסורגים (בעוד כל עלי הכוכבית נגדיים).
צילם עוז גולן ©

ספרות:

Rutishauser R Ronse Decraene LP Smets E Mendoza-Heuer 1998 Theligonum cynocrambe. Developmental morphology of a peculiar rubiaceous herb .Plant Systematics and Evolution 210 (1-2), 1-2.

==========

כל הזכויות שמורות ל"כלנית" ©

ציטוט: שמידע, א. וע.גולן 2015 . על הביולוגיה והסיסטמטיקה של הטרשנית השרועה, כתב-עת "כלנית" מספר 2.
https://www.kalanit.org.il/biology-and-systematics-of-diplotaxis-viminea

==========