

## הדינאמיקה והקשר לתנגודת לתכשירי הדברה של תת המינים של כע"ט

דו"ח מחקר לשנת 2006 מוגש לענף כותנה

131-1156-06

רמי הורביץ<sup>1</sup>, סבטלנה קונצדלוב<sup>2</sup>, ודים חסדון<sup>1</sup>, חגי ברסלאור<sup>1</sup>, עמיחי שרגל<sup>1</sup>, רפי מורלי<sup>1</sup>  
מריו ריפא<sup>1</sup> ויצחק ישעיה<sup>2</sup>

E-mail: hrami@volcani.agri.gov.il

המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי; <sup>1</sup>תחנת הניסיונות גילת, <sup>2</sup>מרכז וולקני, בית דגן

### מבוא ותיאור הבעיה

כנימת עש הטבק (כע"ט) היא מזיק מפתח כלל עולמי הגורם נזקים כלכליים בגידולים חקלאים רבים כמו כותנה, ירקות ופרחים. בסוף שנות ה-80 ובשנות ה-90 המוקדמות חדר לארה"ב תת-מין חדש של כע"ט (biotype B) שגרם נזקים חמורים לגידולים שונים כולל כותנה. למרות שקבוצה מאוניברסיטת קליפורניה (ריברסייד) ניסתה להוכיח שתת המין B הוא מין חדש למדע, כיום מקובל להגדיר את המין כנימת עש הטבק (*Bemisia tabaci*) כאסופת גזעים או תת מינים.

בשנת 2000 נמצא בישראל תת-מין נוסף ('Q') שהוגדר לראשונה בספרד. תת-המין Q, שיש לו מחיצה רבייתית ברורה לתת-מין B, נמצא שונה בתכונותיו מהאחרון, וביניהם החשד שהוא פחות רגיש לתכשירים החדשים מקבוצת הניקוטינים החדשים (כמו קונפידור ומוספילן) וגם לטייגר. הנוכחות של שני תת-המינים של כע"ט השונים בתכונות הביולוגיות שלהם ובתגובה לתכשירי הדברה החדשניים, יכולה להשפיע על הדינאמיקה של האוכלוסיות בשדות ובאזורי הארץ השונים ועל ההתפתחות של תת המין 'העמיד יותר' לאחר טיפולים בתכשירי הדברה.

לשם כך רצוי למפות את תפוצתם של תת המינים של כע"ט באזורי הגידול השונים וללמוד על התפוצה שלהם בתנאים אקולוגיים וממשקיים שונים. מנתונים אלו יהיה ניתן להתוות מדיניות הדברה שתיקח בחשבון את פוטנציאל הנזק של כל תת-מין ותתרום בכך להפחתת השימוש בחומרי הדברה.

### מטרות המחקר:

ברור המשמעות הביולוגית והדינאמיקה של תת המינים של כע"ט בארץ בשדות כותנה ובגידולים אחרים; לבחון האם יש קשר בין עמידות לתכשירי הדברה עיקריים כמו פגסוס, טייגר ומוספילן ובין תת-המין Q של כע"ט.

### שיטות וחומרים

הדינאמיקה של תת-המינים בשדה והקשר לעמידות לתכשירים יעודים לכע"ט  
נבדקה ע"י אסוף של כע"ט מאזורי הארץ השונים ובעונות שונות, בעיקר בשלושת האזורים: חוף הכרמל, עמק איילון והנגב המערבי, ובשדות כותנה אחדים בגליל המערבי, עמק יזרעאל. בוגרי כע"ט נאספו באמצעות שואב ידני לתוך כלובים קטנים והועברו למעבדה להגדרת תת-המין ע"י בדיקות מולקולאריות.

בנוסף, נעשה מעקב חודשי לבדיקת מגוון תת המינים בגידולים שונים, באזור חוף הכרמל, אזור רחובות - גבעת ברנר, עמק איילון והערבה. אוכלוסיות שדה שנאספו מאזורים שונים בארץ נבחנו לעמידות לתכשירים הבאים: פגסוס, טייגר, מוספילן, אקטרה וחומר חדש ייעודי, אוברון. במקביל למבחן הרגישות נבדק תת המין של כל אוכלוסייה שנבחנה לניטור העמידות (ראה דו"ח מימשק עמידות לשנת 2006).

#### הדינאמיקה במעבדה

שתי אוכלוסיות שדה, שנאספו בסוף 2002 מאזור אשלים (נגב – הוגדרה כ-B) ומאזור הערבה בשנת 2003 (הוגדרה כ-Q), נבחנו לגבי תנגודת לטייגר ובהן נמצאה עמידות בינונית-נמוכה לתכשיר זה (ודומה בערכי  $LC_{50}$ ). לאחר מכן הוכנסו 200 בוגרים מכל תת המין לשני כלובים כ"א; האחד הושאר ללא טיפול והשני עבר סלקציה לטייגר. האוכלוסיות הוחזקו במעבדה בתנאים סטנדרטיים עד לדור ה-20 (כשנתיים). התנגודת לטייגר נבחנה מדי ארבעה דורות. במקביל נלקחו דגימות בכל דור רביעי של האוכלוסיות לאבחנת תת המין באמצעות PCR.

#### תוצאות ודיון

##### 1. התפוצה, הדינאמיקה של תת-המינים בשדה והקשר לעמידות לטייגר

בטבלאות 1-3. מובאת רשימת חלקית של האוכלוסיות השונות שנאספו בשנת 2006 משדות כותנה וגידולים אחרים באזורי הארץ השונים, וזיהוי תת המינים שלהן. טבלה 1 מציגה את האוכלוסיות שנדגמו בצפון הארץ (במיוחד בחוף הכרמל). באופן כללי, בשדות הכותנה בגליל המערבי וחוף הכרמל נמצאו אוכלוסיות בעיקר של תת מין Q. בכפר מסריק נמצא יחס נמוך של פרטים מתת המין B בדגימת יולי, אך בסוף העונה נדגמו רק Q. בכותנה מחוף הכרמל נמצאו במשך העונה גם פרטים של B; בדגימת 6 ליוני נמצאו בכותנת ניר עציון אפילו יותר פרטים של B מאשר Q. במהלך חודש אוגוסט כל הדגימות מכותנה הוגדרו כ-Q. גם בדגימות של כע"ט שנלקחו מחמניות בחודשים מאי עד ליולי הוגדרו ברובם הגדול כתת המין Q. לעומת זאת, בחממת פלפל בעין איילה הוגדרו כל אוכלוסיות כע"ט כתת המין B. בחוף הכרמל, נמצאו אוכלוסיות מעורבות של B ו-Q שהשתנו במשך העונה כנראה לפי טיפולי ההדברה שניתנו בשדות. נראה לנו שבחוף הכרמל לאחר שנכנס תת המין B (בעונת 2003), ישנה התמתנות ברמת האוכלוסיות של כע"ט וגם ההדברה טובה יותר. באזור זה התבססו בחממות הירקות אוכלוסיות B שהינן רגישות יותר לתכשירי ההדברה. בעמק איילון ובאזור רחובות (טבלה 2) התמונה הייתה דומה: בחמניות נמצאה בעיקר אוכלוסיית Q, ורק בתחילת העונה נמצאו בכותנה גם פרטים של B. בגידולים אחרים כמו אבטיח, מלון ודלורית נמצא יחס גבוה יותר או שווה של B לעומת Q. בנגב במערבי (טבלה 3) בעונת 2006 נמצא באופן בלעדי תת המין B, כפי שדווח גם בשנים הקודמות. בעונת 2005 נדגם בסוף העונה שעור מסוים של תת המין Q בנגב המערבי אבל בעונת 2006 לא נמצאו פרטים של

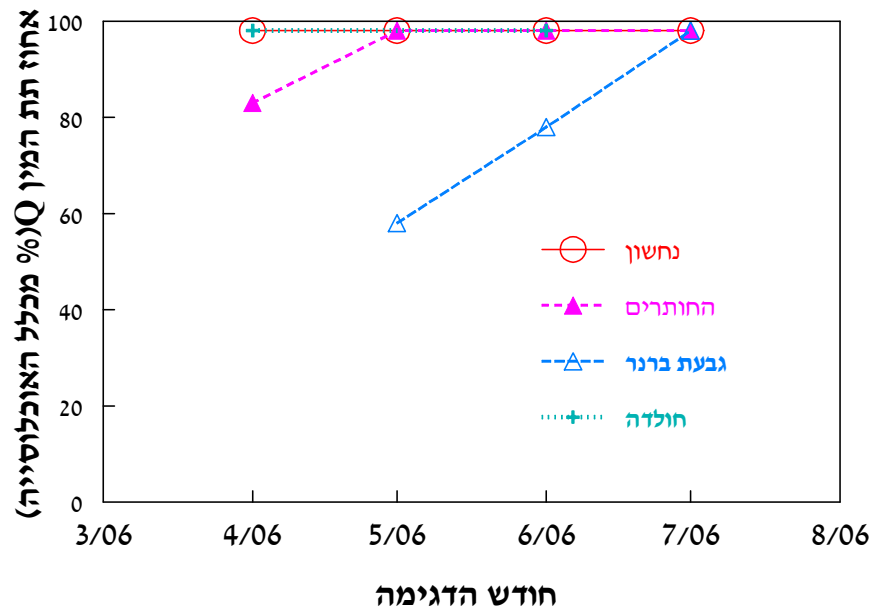
תת המין Q באזור זה. גם בערבה רוב האוכלוסיות שנדגמו (בעיקר מחממות אורגניות) הכילו גם הם את תת המין B.

כמו שהראנו במשך המחקרים, משטר ריסוסים רציף בייחוד עם ניקוטינים חדשים (או טייגר) גורמים לסלקציה לתת המין Q. לעומת זאת משטר אורגאני, ללא טיפולים בתכשירים כימיים מביא להתבססות תת המין B.

טבלה 4 מראה את הגדרת תת המין ורמת התנגדות לטייגר בעיקר בשלושת האזורים העיקריים, הנגב המערבי, עמק איילון וחוף הכרמל והקשר שלהם לעמידות לטייגר. מטבלה זו נראה קשר ברור בין תנגודת גבוהה לטייגר ותת המין Q, לעומת תנגודת נמוכה ו-B.

בסקר מקיף שנעשה במספר אזורים בארץ נמצא שיש כנראה קשר בין גידול החמניות להופעה של תת המין Q. איור 1 מציג את הדינאמיקה של תת המינים בשדות החמניות בעמק איילון, אזור רחובות וחוף הכרמל מחודש אפריל עד יולי 2006. אוכלוסיית כע"ט הראשונה שנמצאה בעמק איילון (נחשון) הופיעה מוקדם מאוד (23 לאפריל) והתרכזה בחמניות. אוכלוסייה זו הוגדרה כתת המין Q (עם עמידות לטייגר, ולמוספילן ואקטרה). בהמשך נדדו כנימות העש לכותנת שעלבים אבל לשם הגיעו גם אוכלוסיות מתת המין B. בסוף העונה לאחר הטיפול בתכשירי הדברה בכותנה נדגמה באופן בלעדי אוכלוסיית Q. תופעה דומה נמצאה גם בחוף הכרמל.

**איור 1. הדינאמיקה של תת המינים של אוכלוסיות כע"ט שנדגמו בשדות חמניות בנחשון, חולדה, גבעת ברנר והחותרים (אזור עמק איילון, רחובות וחוף הכרמל, בהתאמה) באביב-קיץ, 2006**



טבלה 1. מדגמים של אוכלוסיות כע"ט שנאספו בשנת 2006 מצפון הארץ והגדרת תת המין

| אזור       | מוצא       | גידול              | תאריך איסוף | הגדרת תת-המין |
|------------|------------|--------------------|-------------|---------------|
| גליל מערבי | כפר מסריק  | כותנה (לפני ריסוס) | 25/7        | $B \ll Q$     |
|            | כפר מסריק  | כותנה (לאחר ריסוס) | 22/8        | Q             |
|            |            |                    |             |               |
| חוף הכרמל  | מעגן מיכאל | חמניות             | 31/5        | $B \ll Q$     |
|            |            | כותנה              | 31/5        | $B > Q$       |
|            |            | כותנה              | 6/6         | $B = Q$       |
|            |            | כותנה              | 4/7         | $B < Q$       |
|            |            | כותנה              | 1/8         | Q             |
|            |            | כותנה              | 30/8        | Q             |
|            | החותרים    | חמניות             | 6/6         | Q             |
|            |            | חמניות             | 4/7         | Q             |
|            | ניר עציון  | כותנה              | 6/6         | $B \gg Q$     |
|            |            | כותנה              | 4/7         | $B \ll Q$     |
|            |            | כותנה              | 1/8         | $B \ll Q$     |
|            |            | כותנה              | 30/8        | Q             |
|            |            |                    |             |               |
|            | עין איילה  | חממת פלפל          | 6/6         | B             |
|            | עין איילה  | חממת פלפל          | 1/8         | B             |
|            |            |                    |             |               |
| עמק יזרעאל | גניגר      | כותנה              | 6/8         | $B = Q$       |
|            |            |                    |             |               |

טבלה 2. מדגמים של אוכלוסיות כע"ט שנאספו בשנת 2006 מאזור עמק איילון והמרכז והגדרת תת-המין

| אזור        | מוצא       | גידול         | תאריך איסוף | הגדרת תת-המין |
|-------------|------------|---------------|-------------|---------------|
| עמק איילון  | נחשון      | חמניות        | 23/4        | Q             |
|             |            | חמניות        | 7/5         | Q             |
|             |            | חמניות        | 5/6         | Q             |
|             |            | חמניות        | 3/7         | Q             |
|             | שעלבים     | אבטיח         | 7/5         | B=Q           |
|             |            | אבטיח         | 5/6         | B>Q           |
|             |            | אבטיח         | 3/7         | B<Q           |
|             |            | חמניות        | 3/7         | Q             |
|             |            | כותנה         | 5/6         | B=Q           |
|             |            | כותנה         | 3/7         | Q             |
|             |            | כותנה         | 30/7        | Q             |
|             |            | כותנה         | 30/8        | Q             |
|             |            | כותנה         | 11/9        | Q             |
|             | כפר בן-נון | מלון (אורגני) | 6/6         | B=Q           |
|             |            | מלון (אורגני) | 3/7         | B=Q           |
|             |            | בזיל (אורגני) | 3/7         | B=Q           |
| אזור רחובות | חולדה      | חמניות        | 23/4        | Q             |
|             |            | חמניות        | 5/6         | Q             |
|             |            | כותנה         | 3/7         | Q             |
|             |            | כותנה         | 30/7        | Q             |
|             |            | כותנה         | 30/8        | B<<Q          |
|             | גבעת ברנר  | דלורית        | 7/5         | B>>Q          |
|             |            | דלורית        | 5/6         | B>>Q          |
|             |            | דלורית        | 3/7         | B>>Q          |
|             |            | חמניות        | 7/5         | B=Q           |
|             |            | חמניות        | 5/6         | B<<Q          |
|             |            | חמניות        | 3/7         | Q             |
|             | קבוצת שילר | כותנה         | 3/7         | B<<Q          |
|             |            | כותנה         | 30/7        | B<<Q          |
|             |            | כותנה         | 30/8        | Q             |

טבלה 3. מדגמים של אוכלוסיות כע"ט שנאספו בשנת 2006 מאזור הנגב והגדרת תת המין

| אזור        | מוצא      | גידול          | תאריך איסוף | הגדרת תת-המין |
|-------------|-----------|----------------|-------------|---------------|
| הנגב המערבי | נחל עוז   | אבטיח          | 16/7        | B             |
|             |           | כותנה          | 1/8         | B             |
|             |           | כותנה          | 10/9        | B             |
|             | שדה תימן  | כותנה          | 20/7        | B             |
|             |           |                |             |               |
| ערבה        | עין יהב   | פלפל אורגני    | 14/2        | B             |
|             | חוות יאיר | מלפפון אורגני  | 14/2        | B             |
|             | עין יהב   | עגבניות אורגני | 14/3        | B             |
|             | עין חצבה  | חציל           | 14/3        | B>>Q          |
|             | חוות יאיר | פלפל           | 12/9        | B             |

טבלה 4. אוכלוסיות כע"ט שנדגמו בעונת 2006 בשדות כותנה בנגב המערבי, עמק איילון וחוף הכרמל - הגדרת תת המינים ורמת התנגודת לטייגר.

| מיקום      | גידול  | תאריך איסוף | תת-מין | רמת התנגודת לטייגר |
|------------|--------|-------------|--------|--------------------|
| נגב מערבי  | אבטיח  | 16/7        | B      | נמוכה              |
|            | כותנה  | 10/9        | B      | נמוכה              |
| עמק איילון | חמניות | 4/7         | Q      | בינונית-גבוהה      |
|            | כותנה  | 11/9        | Q      | בינונית-גבוהה      |
| חוף הכרמל  | כותנה  | 4/7         | B<Q    | בינונית            |
|            | כותנה  | 30/8        | Q      | בינונית            |

## הדינאמיקה של אוכלוסיות תת המינים B ו-Q של כע"ט בתנאי מעבדה

הדינאמיקה של שתי אוכלוסיות של כע"ט בתנאי מעבדה (שנאספו בסוף 2002 מאזור אשלים [נגב – הוגדרה כ-B] ומאזור הערבה בשנת 2003 [הוגדרה כ-Q]). שתי האוכלוסיות עורבבו ביחסים שווים והועברו לשני כלובים. כלוב אחד לא טופל ושימש כביקורת ובשני נעשתה סלקציה עם טייגר עד לדור 20.

בטבלה 5. ניתן לראות את התגובה לטייגר של האוכלוסייה המעורבת בדור הראשון, של חלק מאוכלוסייה המעורבת שלא טופל עד לדור 20 ושל החלק שעבר סלקציה עם טייגר. באוכלוסיית כע"ט ששהתה בכלוב 20 דורות ללא טיפול פחתה רמת העמידות לטייגר בשיעור מסוים (תוך השתלטות תת המין B), אך לא הגיעה לרמת הרגישות של הגזע הסטנדרט-הרגיש (שהוא מתת המין B). לעומת זאת, סלקציה לטייגר הגדילה את רמת העמידות לתכשיר זה וגרמה, בדומה לניסויים הקודמים, להשתלטות של תת המין Q.

טבלה 5. התגובה לטייגר של תערובת שני גזעי כע"ט (B ו-Q) שנבדקו לאחר 20 דורות במעבדה

| האוכלוסייה   | מס' פרטים | SEM±שיפוע | LC <sub>50</sub> (F.L.) | LC <sub>90</sub> (F.L.) | RR <sub>50</sub> | RR <sub>90</sub> |
|--|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| גזע רגיש   | 8168      | 1.45±0.04 | 0.05<br>(0.04-0.06)     | 0.38<br>(0.32-0.48)     | 1                | 1                |
| תערובת של שני הגזעים – Q/B בדור הראשון             | 2811      | 0.84±0.03 | 0.7<br>(0.5-1)          | 25<br>(16-49)           | 14               | 66               |
| אוכלוסייה שלא טופלה – דור 20 (תת המין B)           | 1389      | 0.91±0.07 | 0.3<br>(0.2-0.5)        | 7<br>(3-42)             | 6                | 18               |
| אוכלוסייה שעברה סלקציה לטייגר - דור 20 (תת המין Q) | 1706      | 1.47±0.10 | 5<br>(2-9)              | 40<br>(22-165)          | 100              | 105              |

LC<sub>50</sub>, LC<sub>90</sub> - ריכוז שקוטל 50 או 90 אחוז מהאוכלוסייה הנבחנת

RR - מדד לעמידות, מתקבל ע"י חילוק ה-LCs של האוכלוסייה העמידה ב-LCs של הגזע הרגיש

(F.L.) – 95% Fiducial limits - ערך סטטיסטי שמראה על גבולות הפיזור של ה-LCs; בכל טור, אם ערכי ה-F.L. לא חופפים, ה-LCs מובהקים מבחינה סטטיסטית (P=0.05)

בטבלה 6 ניתן לראות את השינויים בהרכב תת המינים מדי ארבעה דורות של חלקי האוכלוסייה השונים. באוכלוסייה שלא טופלה בתכשירי הדברה כבר בדור רביעי השתלט תת המין B על ה-Q. לפי תוצאות מחקרים שונים, לתת המין B יש כשירות (fitness) גבוהה יותר מאשר ל-Q; נמצא גם כי באוכלוסייה מעורבת משני תת המינים, הנקבות של B דוחות את הזכרים של Q. בהתחרות בין שני תת המינים (ללא השפעת תכשירי הדברה) "מנצח" תת המין B, והרקע להשתלטות זו הוא כנראה קשור להתנהגות הזוויגים.

באוכלוסייה שעברה סלקציה עם טייגר, רק בדור ה-8 נמצאו יותר Q ובדור 12 כל האוכלוסייה השתנתה ל-Q (הטיפול בטייגר קטל את כל אוכלוסיית ה-B). תופעה דומה מצאנו בעבר גם בסלקציה לניאו-ניקוטנינים (מוספילן ואקטרה).

**טבלה 6. השינויים הרכב תת המינים באוכלוסיית התערובת B/Q שעברה סלקציה לטייגר לעומת האוכלוסייה שלא טופלה**

| הדור (G) שנבדק | אוכלוסייה ללא טיפול | אוכלוסייה שטופלה בטייגר |
|----------------|---------------------|-------------------------|
| G-0            | B=Q                 | B=Q                     |
| 4              | B                   | B=Q                     |
| 8              | B                   | Q>B                     |
| 12             | B                   | Q                       |
| 16             | B                   | Q                       |
| 20             | B                   | Q                       |

**טבלה 7. התגובה לפגסוס (שיטת דיסקים של עלים) של אוכלוסיות מניסוי התערובת Q/B שנבדקו בדור 20**

| האוכלוסייה                     | מס' פרטים | SEM±שיפוע | LC <sub>50</sub> (F.L.) | LC <sub>90</sub> (F.L.) | RR <sub>50</sub> | RR <sub>90</sub> |
|--------------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| גזע סטנדרט רגיש (B)            | 1218      | 2.35±0.14 | 62 (45-80)              | 218 (165-321)           | 1a               | 1a               |
| אוכלוסייה שלא טופלה (B)        | 497       | 2.12±0.21 | 31 (22-41)              | 126 (90-225)            | 0.5b             | 0.6ab            |
| אוכלוסייה עם סלקציה לטייגר (Q) | 458       | 2.64±0.31 | 22 (18-26)              | 68 (56-90)              | 0.4b             | 0.3b             |

לכל טור, אותיות שונות מצביעות על מובהקות סטטיסטית (ללא חפיפה ב- F.L.) (P=0.05)

את האוכלוסיות ששהו בתנאי מעבדה ללא טיפול ועם סלקציה לטייגר בדקנו לתגובה לפגסוס (טבלה 7). נמצא כי האוכלוסייה שנמצאה עמידה לטייגר הייתה באופן מובהק רגישה יותר לפגסוס מאשר אוכלוסיית הסטנדרט הרגישה. האם יש כאן עמידות צולבת שלילית? (מה שמשפר את יעילות הפגסוס באוכלוסיות עמידות לטייגר); לברור נקודה זו אנו מתכננים להמשיך את הניסויים האלו גם בהמשך.



## סיכום

הדינאמיקה של תת המינים של כעי"ט בארץ בשדות כותנה.

בשנת 2006 נעשה סקר מקיף של אוכלוסיות שונות בשדות כותנה וגידולים אחרים מאזורי הארץ השונים. בחלק מהאזורים נלקחו דגימות לבדיקה בתאריכים שונים. זהו אזורי ששם נמצא תת המין B או Q' או שנמצאו בהם שני תת המינים בתערובת של יחסים מספריים שונים. בחלק מהמקרים נמצא בתחילת העונה תת המין B או בעיקר B; ובסוף העונה, לאחר מספר ריסוסים במוספילן ופגסוס נמצאה אוכלוסייה שהוגדרה כ-Q. יתכן שהטיפולים גרמו לסלקציה לתת-מין Q. בשדות ללא טיפולים כימיים (אורגאניים) זוהה בעיקר תת המין B.

בחינת הקשר בין עמידות לתכשירי הדברה עיקריים כמו טייגר ומוספילן ובין תת-המין של כעי"ט - גם בשנת 2006 נמצא קשר ברור בין העמידות לטייגר ובין תת-מין Q באוכלוסיות השדה שנדגמו. בנגב המערבי בכל תקופות העונה לא נתגלתה עמידות לטייגר (תת-מין השולט היה B).

בשדות חמניות נמצאו גם בתחילת העונה הרבה יותר פרטים מתת המין Q, ללא קשר לטיפולי הדברה (בד"כ לא ניתנים בחמניות). אנו מתכוונים לברר האם יש משיכה שונה של תת המינים לכותנה ולחמניות. מכיוון שיש מחיצה רבייתית בין שני תת-המינים, יתכן שניתן להגדיר בתחילת עונת הגידול את תת המין ואם יימצא יותר מה-B, טיפול בטייגר או במוספילן יהיה יעיל יותר. כיום נעשית עבודה מקיפה בתנאי מעבדה לראות האם פגסוס משפיע באופן שווה על שני תת המינים והאם אוכלוסיות שעמידות לטייגר תהיינה רגישות יותר לפגסוס, כפי שנמצא בניסויים הראשוניים.