

דלעת טריפולי - טיפולי הגמעה לצמצום רקבונות באחסון

ד"ר כרמית זיו, גנית רפאל, עמית רז-מגיד - מנהל המחקר החקלאי
זיוה גלעד, אחיעם מאיר - מו"פ בקעת הירדן
תמר אלון, נביל עומארי - משרד החקלאות, שה"מ.

תקציר

רקע - היקף שטחי הגידול של דלעות טריפולי נמצא בעליה, הבשלת הפירות ואיסופם נעשה במהלך מספר ימים בסוף הגידול והדלעות משווקות בהדרגה לשוק המקומי, על כן נדרש אחסון ארוך טווח של הדלעות. אחסון הדלעות אצל החקלאים נעשה לרוב בסככות או לולים ישנים ללא טיפול מקדים. בשנים האחרונות עולה בעיה של רקבון דלעות במהלך האחסון.

מטרת המחקר - פיתוח פרוטוקול שיאפשר את הארכת חיי המדף של פרי דלעת טריפולי ויביא לצמצום משמעותי של אובדן היבול עקב רקבונות בדלעות מאוחסנות.

מהלך המחקר - בשנת 2022 המחקר בוחן את השפעת הגמעת תכשירי הדברה במהלך הגידול, בשילוב של חיטוי זרעים, על יכולת האחסון של הדלעות. שתילים דלעת (זן טריפולי) מזרעים שחוטאו בסלסט-טופ, נשתלו ב- 10/2/22, שתילה כל 1.2 מ'. השתילים כוסו במנהרות נמוכות. הטיפולים בניסוי כללו טיפול מישקי + הגמעות דו-שבועיות של 1. סיגנום, 2. מיראז', 3. לונה-טרנקיליט ו-4. אלטרנציה בין החומרים, בנוסף לטיפול ביקורת ללא הגמעה. קטיף בוצע בסוף יוני. הפרי נישקל והועבר למעקב התפתחות ריקבונות באחסון.

תוצאות - I. הגמעות בסיגנום לא פגעו ביבול בעוד הגמעות במיראז' ולונה טרנקיליטי פגעו ביבול בשיעור של 13% מהיבול בטיפול חיטוי זרעים (סלסט טופ) בלבד. II. ריקבון עוקץ היווה 50% מכלל הרקבונות של הפירות באחסון. III. בטיפול הסיגנום משך האחסון הממוצע עד ריקבון הפרי היה הארוך ביותר - 112 יום, לעומת 100 יום בממוצע עבור הביקורת. ההבדלי לא מובהק. IV. תנאי אחסון - באחסון מבוקר טמפרטורה ולחות (20 מ"צ ולחות יחסית של 65-70%) משך אחסון ממוצע של דלעת בתנאים אלו היה ארוך ב- 69% לעומת אחסון לא מבוקר במו"פ (182 ימים בממוצע לעומת 108 ימים).

מבוא ותאור הבעיה

גידול הדלעת בעולם נחשב מוביל מבחינת ייצור אוכל מזין ובריא ליחידת שטח וליחידת כוח אדם בשל הערך התזונתי הרב של הדלעת וכן בשל יכוליה הגדולים ליחידת שטח וכוח האדם המועט הדרוש לגידול ולאסיף [1]. בעולם קיים מגוון עצום של דלעות המשתייכות לשלושה מינים [2]. בישראל, רוב הזנים בגידול מסחרי של דלעות מאכל בישראל שייכים למין *Cucurbita moschata* D. עקב עמידותן היחסית לחום, למחלות ומזיקים. דלעות מאכל ממין זה נפוצות באזורים ממוזגים, כדוגמת ישראל. הזנים המקובלים בארץ הם הדלעות הטריפוליטאיות והנפוליטאיות (גדולות) והדלורית (butternut squash). גידול דלעת טריפולי באופן מסחרי הוא ייחודי לישראל. בעוד הזנים האחרים מקובלים במדינות שונות בעולם, הצרכן הישראלי בעל העדפה קשיחה לזן הטריפולי שהוא בעל תכונות קולינריות שונות משאר הזנים של הדלעות הגדולות. ואכן גידול דלעות טריפוליטאיות הוא מאוד רווחי בישראל ושטחי הגידול של דלעות אלו נמצא בעליה. כל זאת בתנאי שאין פחת משמעותי באחסון. גידול הדלעות בישראל מתפרש בכל אזורי הארץ החל מהערבה עד לגליל עליון עם ניצול היתרון היחסי לאזורים כדוגמת הערבה ובקעת הירדן שבהם ניתן להקדים את השתילות/זריעות לסתיו והתחלת החורף. יש להדגיש כי

חשיבות גידול זה עלתה מאוד בשנים האחרונות לאור הצורך בגידולים חלופיים לענף הפלפל, ובמטרה להגדיל את גיוון סל הירקות המיוצר בישראל.

על מנת לשמור על המחיר וכדי לאפשר הספקה במשך כל השנה, הדלעות משווקות בהדרגה לשוק המקומי ועל כן נדרש אחסון ארוך טווח של הדלעות למשך מספר חודשים (כ-6 חודשים בממוצע). אחסון הדלעות הגדולות נעשה לרוב אצל החקלאים בתנאים לא מבוקרים (בסככות, מנהרות עבירות או לולים ישנים) ללא כל טיפול מקדים.

בשנים האחרונות מגדלי הדלעות מדווחים על עלייה משמעותית באובדן יבול במהלך האחסון, עד כדי 40-50% פחת. בסקר שערכנו עם חקלאים מאזורים שונים בארץ (צפון, דרום ומרכז) לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין האזורים השונים ובעיית ריקבון הדלעות באחסון רווחת בכל אזורי הגידול, בגידול קונבנציונלי ואורגני גם יחד. בשלב זה המגדלים וצוות ההדרכה לא ידעו להגדיר במדויק את הסיבה לעליה ברמת הרקבנות בשנים האחרונות לעומת שנים קודמות, בעיקר לאור העובדה כי במהלך הגידול והאחסון ננקטות פעולות דומות.
לאור המחסור בדלעות ועליית המחירים ומגמת הורדת המכסים על הייבוא, השוק נפתח ליבוא, דבר שעלול לפגוע מאוד בענף זה במידה ולא יימצא פתרון בטוח המייד.

במטרה לזהות את הפתוגנים שאחראיים לתופעת התמוטטות הדלעות באחסון, מספר פטריות הידועות כגורמות לריקבון דלעות באחסון [3, 4] בודדו במהלך עונות 2018-2022 מהפירות הרקובים באחסון וזוהו בשיטות קלסיות ומולקולריות. בכלל זה בודדו מספר מיני *Fusarium* (*F. solani* and *F. oxysporum*) וכן פטריות מהסוג *Phoma* (השלב האל-מיני של פטריות השק *Didymella* [5]), פטריית החלפת *Alternaria* spp. ופטריות נוספות שעשויות להיות משניות כמו *Penicillium* spp. ו *Aspergillus* spp. יש לציין כי פטריות אלו זוהו גם בזרעי הדלעת המשמשים לריבוי ועל כן הועלתה סברה כי מקור הפתוגן/ים הגורמים לריקבון הפרי באחסון הוא הזרעים. כיום אין טיפול מסחרי אחיד לחיטוי זרעי דלעת ועל כן היה מקום לפתח פרוטוקול לחיטוי זרעים ולבחון את השפעתו על פחת הפרי לאחר קטיף.

לאחר ביצוע מבחני קוד זיהינו כי פטריות פוזריום ממינים שונים, אשר בודדו מפירות דלעת נגועים וכן מפירות בריאים, מעלים של הצמח ומהזרעים, הן פתוגניות לפרי הדלעת ובעלות פוטנציאל לגרימת ריקבון עוקץ בפרי – הגורם המרכזי לפחת של התוצרת המאוחסנת.

בשתי עונות הגידול הקודמות 2020-2021 נבחנו טיפולים לפני ואחרי הקטיף שמטרתם התמודדות עם בעיית ריקבון פרי הדלעת באחסון, ובכלל זה חיטוי זרעים. הממצאים העיקריים משנות המחקר הקודמות היו [6]:

1. **חיטוי זרעים** – בשנה הראשונה נמצא כי חיטוי זרעים בשלוש השיטות שנבחנו (TSP, סלסט טופ וחיטוי אולטרסוני) הקטיף בעשרים עד שלושים אחוז את רקבונות הפרי באחסון, אולם תוצאות אלו לא חזרו על עצמן באופן מובהק בשנת המחקר השנייה. כיוון שטיפול בזרעים הוא פתרון זול וקל, הוא למעשה כבר אומץ על ידי החקלאים (חיטוי זרעים בסלסט טופ). על כן מצאנו לנכון להמשיך ולבדוק טיפול זה בשילוב עם טיפולי הגמעה במהלך הגידול.

2. **ממשק הדברה ע"י הגמעת תכשירים שונים במהלך הגידול** – בשתי עונות המחקר הקודמות נמצא כי הגמעת פונגיצידיים במהלך העונה (אלטרנציה של מספר חומרים) הקטינה את ריקבון הפרי בשעור של כ-30%, אולם גם גרמה לירידה ביבול. יש לציין כי בניסוי שבוצע ב-2018 נמצא כי יישום חומרי הדברה דומים בריסוס לא נמצאו יעילים כלל בצמצום ריקבון הדלעות. על מנת לבחון מי מהחומרים עשוי לפגוע ביבול, בשנת המחקר הנוכחית בנוסף לטיפול המשולב של החומרים, כל חומר נבדק לבד.

3. **אחסון מבוקר לאחר הקטיף** – בשתי עונות המחקר הקודמות נבדקו שלושה תנאי אחסון בדרגות בקרה שונות: אחסון מבוקר לחות וטמפרטורה, אחסון מבוקר טמפרטורה ואחסון לא מבוקר. אחסון מבוקר טמפרטורה ולחות (20 מ"צ ולחות יחסית 65-70%) נמצא כיעיל ביותר בהארכת משך האחסון של פירות הדלעת. לא נמצא יתרון לאחסון מבוקר תוך הורדה הדרגתית של טמפרטורת האחסון ל-15 מ"צ.

לסיכום, בשתי עונות הגידול הקודמות נמצא שטיפולי חיטוי זרעים וטיפולי הגמעה, כל טיפול בנפרד, הם בעלי פוטנציאל לצמצום הפחת באחסון, אך הם לא פתרו את הבעיה באופן מלא. על כן בשנת המחקר השלישית בחנו שילוב של חיטוי זרעים עם טיפולי הגמעות על מנת לצמצם באופן ניכר את אובדן היבול באחסון, מתחת לסף הנזק הכלכלי. במקביל ביצענו בחינה פרטנית של מספר פונגיצידיים על מנת לזהות מי מהחומרים מביא לפחיתה ביבול וחזרנו על בדיקת האחסון המבוקר.

מטרת המחקר

פיתוח פרוטוקול מפורט ויעיל ליישום ע"י המגדלים שיאפשר את הארכת חיי המדף של פרי דלעת טריפולי ויביא לצמצום משמעותי של אובדן היבול עקב רקבונות בדלעות מאוחסנות. פירוט מטרות המחקר:

1. בחינת השפעת חומרי הדברה שונים במסגרת ממשק הדברה במהלך הגידול על היבול
2. בחינת השפעת שילוב של חיטוי זרעים וממשק הדברה במהלך הגידול על ריקבון הפרי באחסון.
3. בחינת השפעת תנאי אחסנה לאחר קטיף על משך האחסון של הפרי

מהלך המחקר ושיטות עבודה

ניסוי שדה לבחינת יעילות חיטוי זרעים בשילוב ממשק הדברה במהלך הגידול לצמצום פחת באחסון

טיפול בזרעים

זרעי דלעת טריפולי התקבלו מחברת גדות-אגרו (ייצור עצמי, מכסה 1007/19), לאחר חיטוי זרעים בסלסט טופ (תכשיר אנטיפונגלי, תרחיף זרים, גדות אגרו). חיטוי זרעים בוצע ב- 21/12/2021. הזרעים הועברו להנבטה במשתלת חישתיל (2/1/2022), ונשתלו במו"פ בקעת הירדן בשטח פתוח בתאריך 3/2/22. ביום השתילה השתילים כוסו במנהרות פלסטיק נמוכות (איור 1). בסוף פברואר נפתחו חלונות במנהרות, וב- 27/3/22 הוסר הפלסטיק מהמנהרות הנמוכות.

מבנה חלקת הניסוי

הניסוי כלל 5 טיפולים (טבלה 1). טיפול 1 – ביקורת, ללא הגמעות לאורך העונה מעבר לטיפול המישקי (טבלה 2). טיפול 3-5 כללו הגמעות דו שבועיות שתכשיר בודד: סיגנום, מיראגי או לונה טרנקיליטי. טיפול 2 – אלטרנציה, כלל הגמעות מידי שבועיים של אחד משלושת התכשירים הללו לסרוגין (טבלה 3). כל טיפול נשתל בשתי שורות נפרדות לאפשר מתן פונגיצידיים בהגמעה (להלן מפת שתילה). אורך כל שורה 48 מ'. עומד שתילה – כל 1.5 מ' (200 שתילים לדונם). בכל ערוגה נשתלו 32 שתילים. סה"כ 64 שתילים לטיפול. עקב אופי הגידול המשתרע היה צורך בהפרדה פיזית בין הטיפולים ע"י הצבת רשתות אנכיות שחודרות לקרקע (איור 1 ואיור 2) ועל כן לא התאפשר ביצוע חזרות לטיפולים השונים במהלך הגידול.



איור 2:

חלקת הניסוי לאחר הסרת המינהרות. רשת אנכית חצצה בין הטיפולים השונים (צולם ב- 1/5/2022).



איור 1:

חלקת הניסוי לאחר פתיחת החלונות במינהרות הפלסטיק הנמוכות (צולם ב- 24/03/2022)

טבלה 1 : הטיפולים שנבדקו בניסוי

סימול טיפול במו"פ	שם הטיפול	מינון	תאור הטיפול במהלך הגידול	אופן השתילה
1	ביקורת – ללא הגמעות		מישקי	2 ערוגות מלאות
2	הגמעות - אלטרנציה		טיפול הגמעות (טבלה 2) פעם בשבועיים לאורך כל העונה.	2 ערוגות מלאות
3	מיראגי בהגמעה	600 סמ"ק/ד'	פעם בשבועיים לאורך כל העונה.	2 ערוגות מלאות
4	סיגנום בהגמעה	150 גי/ד'	פעם בשבועיים לאורך כל העונה.	2 ערוגות מלאות
5	לונה טרנקיליטי בהגמעה	420 סמ"ק/ד'	פעם בשבועיים לאורך כל העונה.	2 ערוגות מלאות

מפת שתילה (צבע הטיפולים על פי טבלה 1)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

* דישון והשקיה - לפי הנחיות מדריכי שה"מ.

במהלך הגידול בוצע טיפול משקי להדברת קימחון, כשותית ומזיקים (כנימות עש טבק וכנימות עלה) לפי המפורט בטבלה 2, בכל חלקת הניסוי (טיפולים 1-5). הטיפול כלל יישום תכשירים בהגמעה או ריסוס עלוטי כנגד מחלות ומזיקים אלו על פי המלצת מדריכי שה"מ.

טבלה 2 : טיפולי הגנת הצומח לכל השטח (טיפול משקי*)

טפול/תכשיר	תאריך	אופן היישום
קוהינור 100 סמ"ק/ד'	2/3/22	הגמעה
ורימק 75 סמ"ק / דונם	10/3/22	הגמעה
חוסן 160 סמ"ק / דונם	30/3/22	הגמעה
טלסטאר 75 ס"ק/ד'	23/5/22	ריסוס
טלסטאר 75 ס"ק/ד'	26/5/22	ריסוס

* התכשירים נבחרו על פי המלצות מדריכי שה"מ.

25/4/22 – הכנסת כוורות בומבוס להפריה, 1/5/22 הוספת שתי כוורות דבורי דבש בחלקה.

טיפול הגמעות

טיפולים 2-5 טופלו עם פונגיצידיים בהגמעה במהלך העונה (טבלה 3). הטיפול בוצע ע"י יישום דו שבועי בהגמעה של תכשירי הדברה כנגד פתוגנים שוכני קרקע, שבודדו מפירות נגועים בשנות הניסוי הקודמות. טיפול זה שולב עם ממשק הדברה משקי כנגד קמחונות וכנגד כנימות עש הטבק – (טבלה 2) בדומה לשאר הטיפולים בניסוי.

תאריכי יישום של טיפולי הגמעה						שם הטיפול	מינון	ערוגות	מס' טיפול
14/6/22	31/5/22	16/5/22	2/5/22	18/4/22	4/4/22				
-	-	-	-	-	-	ביקורת		1-2	1
	לונה טרנקילי טי	סיגנום	מירא ז'	לונה טרנקילי טי	סיגנום	אלטרנציה		3-4	2
+	+	+	+	+	+	מירז'	600 סמ"ק/ד'	5-6	3
+	+	+	+	+	+	סיגנום	150 גי/ד'	7-8	4
+	+	+	+	+	+	לונה טרנקילי טי	420 סמ"ק/ד'	9-10	5

* התכשירים נבחרו בתאום עם מדריכי שה"מ.

3.1.4 קטיף

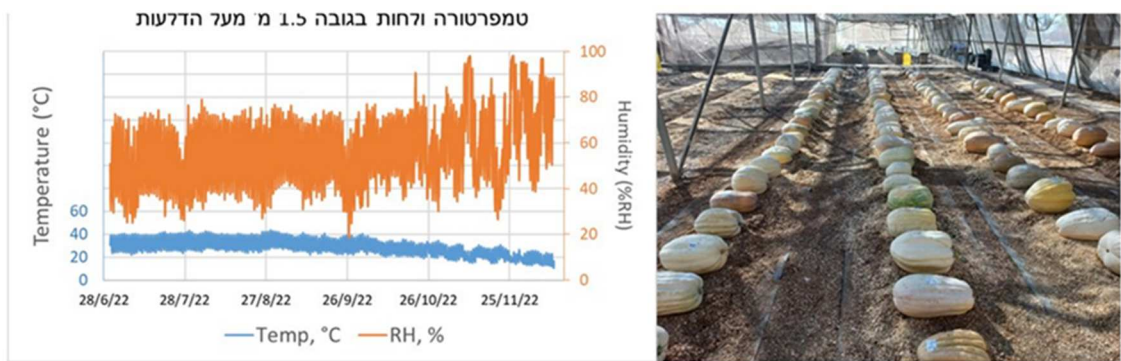
קטיף החלקה בוצע ב-28/6/21. מכל טיפול נאספו כלל הפירות ונשקלו למשקל כללי להערכת יבול (איור 3).



איור 3: חלקת הניסוי ביום הקטיף. הפירות נאספו, סומנו ונשקלו (ימין) והועמסו על עגלה לפי הטיפולים (שמאל).

ניסוי אחסון לבחינת טיפולים לאחר קטיף לצמצום פחת באחסון

ניסוי אחסון במו"פ בקעת הירדן כל הפירות (40-30 פירות לטיפול) סומנו לזיהוי מספר החלקה ממנה נקטפו, נשקלו, והועברו לניסוי אחסון. הפירות שסומנו אוחסנו במו"פ בקעת הירדן בסככה מוצלת וסגורה לכניסת ציפורים ומכרסמים (איור 4). בתחילת האחסון בוצע תיעוד של צבע קליפת הפרי (ירוק, ורוד, קרם, חום וכתום), ואורך העוקץ (ארוך, קצר, חסר), כמו כן תועדו פגמים כגון פציעות מכניות וסימני עקיצה של חרקים. טמפרטורת האחסנה והלחות נוטרה במהלך תקופת הניסוי בגובה 1.5 מ' מעל לדלעות (איור 5). במהלך תקופת האחסון התבצע מעקב שבועי אחר פירות הדלעת ותועדו השינויים שחלו בפרי (התפתחות ריקבון / נפילת עוקץ / פיצוצים בפרי).

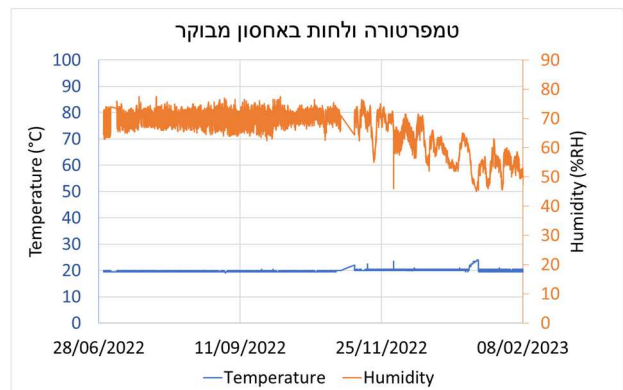


איור 4: סככת האחסון במו"פ ביום הקטיף. הפירות סומנו ונשקלו והוצבו על גבי נסורת בסככה מוצלת מוגנת ברשת למניעת כניסת ציפורים

איור 5: טמפרטורה ולחות מעל הפירות בסככת האחסון מדידה בגובה 1.5 מ מעל הפירות. טמפרטורת האחסון נעה בין 10.5 ל- 43.7 מ"צ (ממוצע 28.35) והלחות נעה בין 18.4% ל- 98.2% (ממוצע 56.8%).

ניסוי אחסון מבוקר במינהל המחקר החקלאי – מכון וולקני

15 פירות מטיפול הביקורת (ללא טיפול) הועברו לאחסון במינהל המחקר החקלאי, המחלקה לחקר תוצרת חקלאית. הפירות אוחסנו בטמפי' קבועה 20 מ"צ ובקרת לחות ע"י יבשן שכוון למקסימום של 70% Rh (איור 6). אחת לשבוע ניבדק מצב הפירות ותועדו שינויים בפרי. פירות שנרקבו הוצאו מהאחסון ונדגמו לבידוד הפתוגנים. בתום הניסוי סוכם שיעור הרקבונות, מיקום הריקבון בפרי (עוקץ / פיתם / צידי הפרי) ומועד הופעתם ביחס לקטיף.



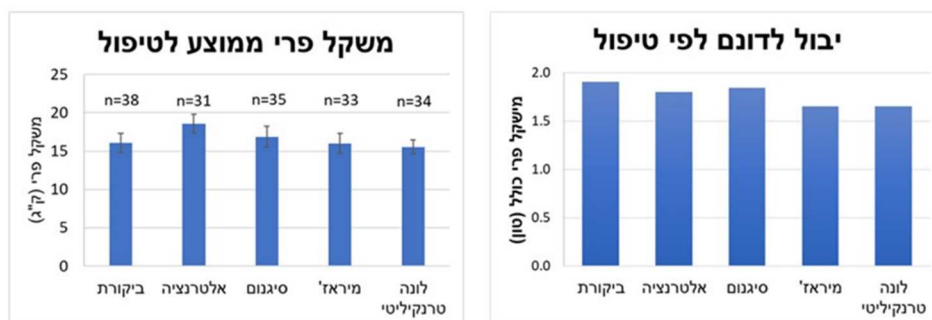
איור 6: טמפרטורה ולחות באחסון מבוקר במחלקה לחקר תוצרת חקלאית במכון וולקני, בחדר מבוקר טמפי' ולחות (20 מ"צ, 70% Rh).

3.3 אבני דרך בניסוי

- דצמבר 2021 – טיפול בזרעים
- 02/01/2022 – העברת הזרעים להנבטה בחישתיל
- 03/02/2022 – שתילת חלקת דלעת בשטח פתוח במו"פ בקעת הירדן
- 27/03/2022 – הסרת המינהרות
- 04/04/2022 – תחילת יישום טיפולי הגמעות
- 25/04/2021 – הכנסת כוורת דבורי בומבוס להאבקה
- 01/05/2021 – הכנסת כוורת דבורי דבש להאבקה
- 28/06/2022 – קטיף והעברה לאחסון
- 15/12/2022 – סיום ניסוי אחסון

יבול

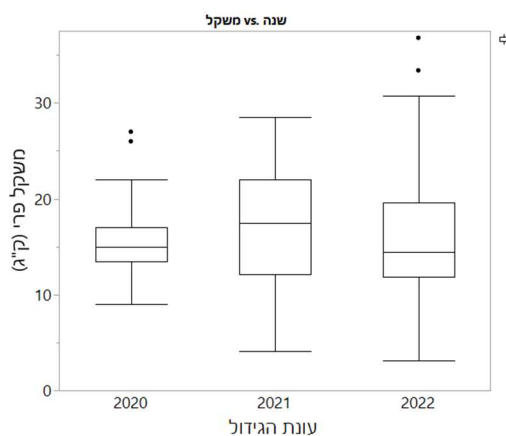
בעונה 2022, עומד השתילה בניסוי היה 200 שתילים לדונם. היבול בעונה זו היה נמוך מאוד עקב בעיות חנטה שהיו שכיחות בכל גידולי הדלועיים המוקדם בארץ. בטיפול הביקורת (זרעים מטופלים בסלסט-טופ בלבד) היבול עמד על 1.9 טון לדונם ואילו בשאר הטיפולים היבול היה נמוך יותר (איור 7, ימין). משקל הפרי הממוצע בעונה 2022 לא נבדל בין הטיפולים (איור 7, שמאל) בדומה למשקל הפרי בעונה הקודמת (2021) ובניגוד למשקל הפרי בעונה 2020 שהיה נמוך ביותר בטיפול הביקורת, לעומת משקל הפרי בטיפולי חיטוי הזרעים, שהיה גבוה יותר באופן מובהק



איור 7: השפעת טיפולי הגמעות על היבול ומשקל פרי בעונה הנוכחית (2022): ימין - יבול מצטבר לטיפול (טון לדונם) עבור כל טיפול. שמאל - ממוצע משקל פרי (בק"ג) בטיפולים השונים (ממוצע של כלל הפירות לטיפול ושגיאות תקן). לא נמצא הבדל מובהק במשקל פרי ממוצע בין הטיפולים השונים. משקל הפרי נבדק במבחן tTest ביחס לביקורת. N מייצג את מספר הפירות לטיפול.

על מנת לבחון האם היה הבדל בין העונות במשקל הפרי, ערכנו השוואה בין משקלי הפירות שהתקבלו בטיפול חיטוי הזרעים סלסט-טופ בכל שלוש שנות המחקר. על פי בדיקה זו, לא נמצא הבדל מובהק במשקל הפירות בין שנות הגידול השונות (איור 8 וטבלה 4).

טבלה 4: משקל פרי בטיפול סלסט טופ בשלוש העונות



עונת הגידול	משקל פרי ממוצע (ק"ג)	משקל פרי מינימום	משקל פרי מקסימום
2020	15.8±0.8	9.0	27.0
2021	17.0±1.2	4.1	28.5
2022	16.0±1.5	3.1	36.8

איור 8: משקל פרי בטיפול חיטוי זרעים עיני סלסט-טופ בשלוש עונות המחקר 2020-2022.

בעונה הנוכחית לא בחנו טיפול ללא חיטוי זרעים ולכן לא ניתן לבצע השוואה לבדיקת השפעת החיטוי על היבול, אולם ממצאי השנים הקודמות הצביעו על כך שחיטוי הזרעים אומנם הקטין במעט את היבול אולם לא באופן מובהק. מאידך טיפול ההגמעות גרם לפחיתה מובהקת ביבול (דוח שנה 2).

על מנת לבצע בחינה של טיפולי ההגמעות על פני כל שנות המחקר, ערכנו השוואה של היבול בטיפולים אלו ביחס לטיפול חיטוי הזרעים סלסט טופ (טבלה 5). טיפול ההגמעות באלטרנציה הביא לפחיתה ממוצעת של 10% ביבול לאורך שלוש השנים ($90\% \pm 2\%$ יבול ביחס לטיפול חיטוי זרעים סלסט טופ).

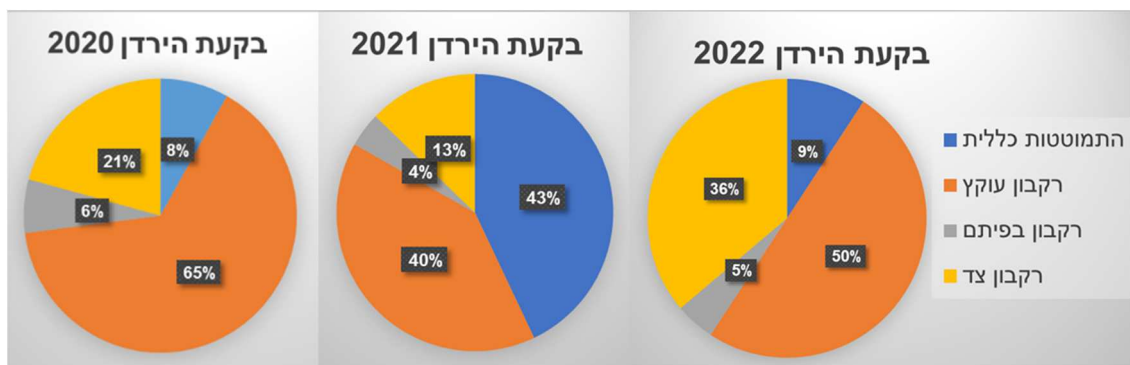
טבלה 5: יבול בטיפולי חיטוי זרעים בסלסט טופ והגמעות (אלטרנציה של חומרים) לאורך 3 שנות המחקר:

שנה	יבול (טון לדונם)		
	ביקורת	חיטוי זרעים בסלסט טופ	הגמעות (אלטרנציה של חומרים)
2020	4.6	4.2	3.6
2021	3.8	3.1	2.7
2022	ND	1.9	1.8

על מנת לבחון מיהו חומר ההדברה שעשוי לגרור פחיתה ביבול, בצענו השנה טיפולי הגמעה של כל חומר בנפרד (איור 7- ימין). ניתן לראות כי הגמעות בסיגנום לא פגעו ביבול בעוד הגמעות במיראז' ולונה טרנקיליטי פגעו ביבול בשיעור של 13% מהיבול בטיפול חיטוי זרעים (סלסט טופ) בלבד.

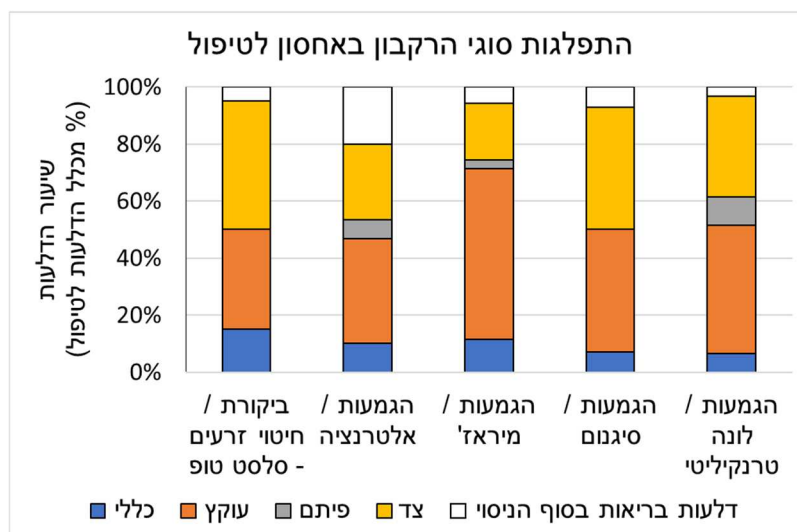
איפיון התפתחות ריקבון פרי באחסון

עקב היבול הנמוך השנה, כל הפירות הבריאים שנקטפו הוכנסו לאחסון בסככה במו"פ בקעת הירדן, פרט ל-15 דלעות מטיפול הביקורת אשר הועברו לאחסון מבוקר במכון וולקני. הפירות אוחסנו במו"פ במשך שישה חודשים. במהלך האחסון, הפירות נבדקו מידי שבוע לתיעוד התפתחות הריקבון בפרי. הפירות הרקובים הוצאו מהאחסון. בתום 6 חודשי אחסון רק 8% מכלל הדלעות היו עדיין בריאות וראויות לשיווק. אופי הריקבון הוגדר על פי מיקום תחילת הנגע בפרי: ריקבון עוקץ, ריקבון צד, ריקבון פיתם או ריקבון כללי (כאשר כל הפרי מתמוטט ולא ניתן לקבוע היכן הנגע התחיל להתפתח). בדומה לשנים קודמות, ריקבון עוקץ היה הריקבון העיקרי שנמצא, אשר היווה 50% מכלל הרקבונות של הפירות באחסון. (איור 9). בניגוד לשנים עברו, שיעור ריקבון הצד היה מאוד משמעותי, ואופיין ע"י נגעים מהם בודדו פטריות מסוג פוזריום ואלטרנריה. שיעור הריקבון הכללי היה נמוך השנה, בדומה לשיעורו ב-2020. שיעורו הגבוה של הריקבון הכללי ב-2021 יוחס לאיחור הטיפול במזיק – זבוב הדקוס, אשר מטיל את ביציו בפרי והזחלים גורמים לריקבון בקטריאלי מימי בפרי (איור 9).



איור 9: התפלגות מספר הפירות שנרקבו במהלך אחסון בבקעת הירדן, בכל אחת משנות הניסוי, לפי אופי הריקבון (ללא הדלעות הבריאות שנדגמו בסוף הניסוי). ריקבון עוקץ היה סוג הריקבון המרכזי בהתמוטטות דלעות באחסון בכל אחת משנות המחקר.

בבדיקת שיעור הדלעות שנרקבו באחסון לכל טיפול בנפרד (איור 10), ניתן לראות שבתום ששת חודשי האחסון, כ-20% מהפירות של טיפול ההגמעות באלטרנציה נשארו ראויות לשיווק, בעוד שבשאר הטיפולים – שיעור הדלעות שנשארו ראויות לשיווק בתום האחסון היה נמוך יותר (3-7%). טיפולי ההגמעות לא הקטינו את שיעור הפירות שנרקבו עקב ריקבון עוקץ ביחס לטיפול הביקורת.



איור 10: התפלגות גורמי ריקבון פירות דלעת אשר אוחסנו במו"פ בקעת הירדן, לפי סוג הריקבון לכל טיפול.

בזמן הקטיף נקבע משקלו של כל פרי שהועבר לאחסון, ובמקביל הוגדרו מספר מדדים איכותיים כגון צבע, צורה, אורך העוקץ ופגמים נוספים שעשויים להשפיע על התפתחות ריקבון הפרי באחסון. בתום הניסוי נבחנה קורלציה אפשרית בין מדדים אלו להתפתחות הריקבון, כלומר מועד הריקבון ביחס לקטיף, ואופי הריקבון.

א. משקל הפרי – משקל הפרי הממוצע שאוחסן היה כ- 16 ± 7 ק"ג, כאשר הפרי הקטן ביותר היה 4.7 ק"ג בעוד הפרי הגדול ביותר שקל 33.4 ק"ג. בדומה לשנים קודמות, לא נמצא מתאם בין גודל הפרי ובין משך הזמן עד להתפתחות ריקבון בפרי. כמו כן לא נמצאה השפעה של משקל הדלעת על סוג הריקבון שהתפתח.

ב. אורך העוקץ – במהלך הקטיף חלק מהפירות נקטפו עם עוקץ ארוך וחלק נקטפו צמוד לעלי הגביע. ביום הקטיף הפירות סווגו לעוקץ ארוך וקצר. בדומה לממצאי השנה הקודמת, פירות עם עוקץ קצר נרקבו מהר יותר

ביחס לפירות עם עוקץ ארוך (84 יום בממוצע באחסון לעומת 101 יום, בהתאמה). יש לציין כי מספר פירות בודדים נקטפו ללא עוקץ ורובם (אך לא כולם) נרקבו עקב ריקבון עוקץ. במהלך האחסון נמצא כי שלב מקדים לריקבון עוקץ הוא התרוממות העוקץ, ולאחריו לעיתים חלה נפילת העוקץ. נמצא כי העוקץ נופל שבוע עד שבועיים לאחר היפרדות שולי העוקץ מהפרי. ב-34% מהפירות שאוחסנו – העוקץ התרומם ו/או נפל במהלך האחסון (לעומת 40% בעונה הקודמת). כל הפירות הללו נרקבו, כאשר ברובם המוחלט התפתח ריקבון עוקץ.

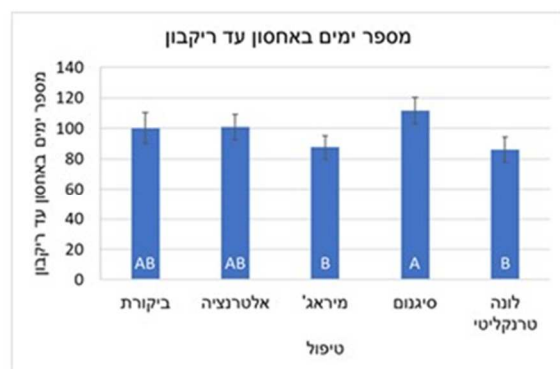
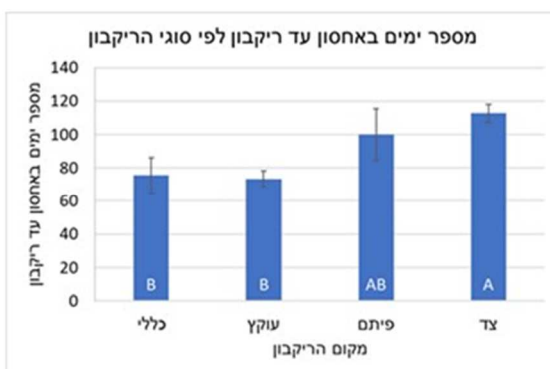
ג. צבע הפרי – ביום הקטיף סווגו הפירות לפי צבע הקליפה (חום, ירוק, צהוב, קרם וכתום). רוב הפירות (54%) היו עם קליפה בצבע קרם וחמישית (20%) עם קליפה ירוקה. התפלגות צבעי הפירות היתה דומה בין הטיפולים. לא נמצאה השפעה מובהקת של צבע קליפת הפרי על אורך חיי הדלעת באחסון, על אף שנצפתה מגמה שבה דלעות חומות וירוקות שרדו יותר זמן באחסון.

ד. פגמים נוספים: כל הפירות אשר נקטפו עם סידוקים באזור העוקץ פיתחו במהלך האחסון ריקבון עוקץ, וקיצרו באופן מובהק ומשמעותי את הזמן עד לריקבון הפרי (42 יום בממוצע באחסון של הפירות עם הסידוקים בעוקץ, לעומת 100 ימים בפירות ללא פגמים). פציעות בקליפה במהלך הקטיף לרוב לא הובילו לריקבון באזור הפציעה.

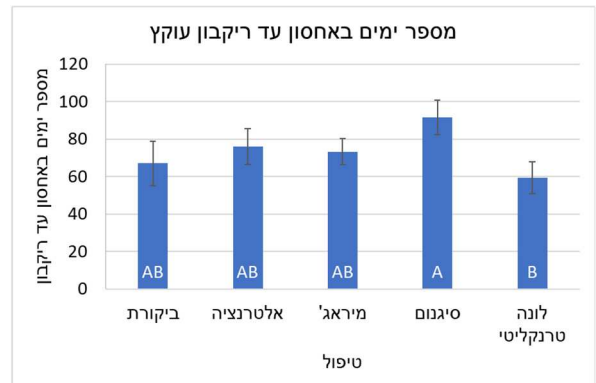
השפעת הטיפולים על קצב התפתחות ריקבון פרי באחסון

פירות מחמשת הטיפולים, אשר אוחסנו במו"פ בקעת הירדן באחסון לא מבוקר נבדקו מידי שבוע להתפתחות ריקבון, ואופי הריקבון תועד. כל הטיפולים לא נבדלו באופן מובהק מהביקורת במשך הזמן שהפרי היה באחסון עד ריקבון. משך האחסון הממוצע עד ריקבון הפרי בטיפול הסיגנום היה הארוך ביותר - 112 יום, לעומת 100 יום בממוצע עבור הביקורת (איור 11).

בבחינת משך האחסון עד ריקבון פרי לפי מיקום הריקבון ניכר כי ריקבון עוקץ הוא הריקבון שמתפתח מהר יותר לעומת ריקבון צד אשר התפתח רק בשלבים מאוחרים יותר של האחסון (איור 11). על כן נבחנה השפעת הטיפולים השונים על קצב התפתחות ריקבון עוקץ. לא נמצא הבדל מובהק בין הטיפולים השונים לביקורת במשך האחסון עד התפתחות ריקבון עוקץ. על אף זאת נראה כי הגמעה בסיגנום שיפרה את משך האחסון של הפירות ביחס לשאר הטיפולים, והאריכה אותו בכ-25% (איור 12).



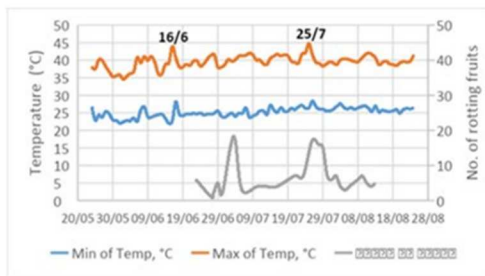
איור 11: ממוצע ימים באחסון עד התחלת ריקבון פרי באחסון לא מבוקר במו"פ בקעת הירדן. ימין – מספר ימים מקטיף ועד הוצאת הפרי מהאחסון עקב ריקבון, בחלוקה לפי טיפולים, עבור 30-40 פירות מכל טיפול. שמאל - מספר ימים מקטיף ועד הוצאת הפרי מהאחסון עקב ריקבון, בחלוקה לפי מיקום הריקבון. עמודות המסומנות באות זהה אינן נבדלות ברמת מובהקות $p > 0.05$ במבחן תחום מרובה (Tukey).



איור 12: ממוצע ימים באחסון עד התחלת ריקבון עוקץ בפירות באחסון לא מבוקר במו"פ בקעת הירדן, בחלוקה לפי טיפולים, עמודות המסומנות באות זהה אינן נבדלות ברמת מובהקות $p < 0.05$ במבחן תחום מרובה (Tukey).

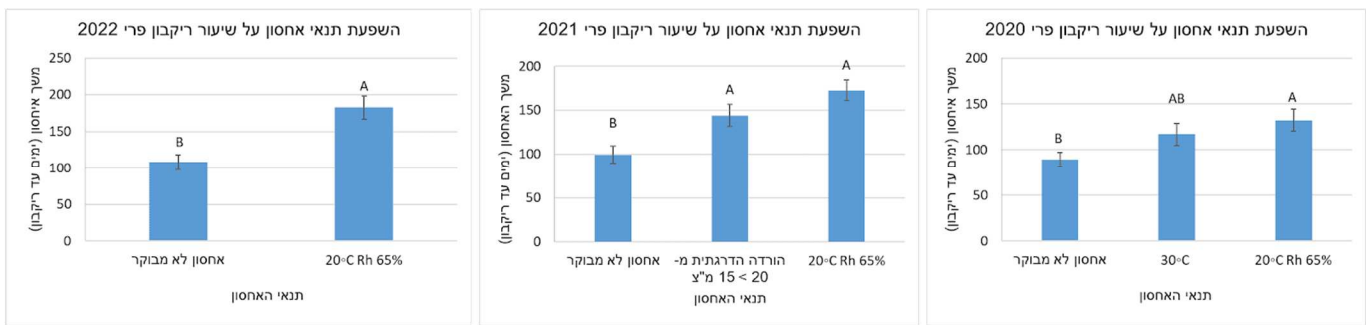
4.4 השפעת תנאי האחסון על התפתחות ריקבון פרי לאחר הקטיף

במהלך חמש השנים בהן בוצע מחקר על רקבון דלעות באחסון, בוצע ניטור של הטמפרטורה והלחות מעל הדלעות שאוחסנו באופן לא מבוקר במו"פ בקעת הירדן. בכל אחת משנות הניסוי נצפו מספר אירועי חום קיצוני במהלך האחסון. חום קיצוני הוגדר טמפרטורה של 41 מ"צ או יותר למשך 3 שעות או יותר, אשר נמדדה בגובה 0.5-1.5 מ' מעל הדלעות. בחינת הדלעות שנרקבו בשבוע שלאחר ארועי חום קיצוני אלו הדגימה עליה בשיעור הדלעות שנרקבו ביחס לכלל התקופה (איור 13)



איור 13: השפעת ארועי חום קיצוני על התמוטטות דלעות באחסון לא מבוקר. נבדק עבור פירות דלעת שאוחסנו במו"פ בקעת הירדן במהלך חמש שנות מחקר. מוצגים הנתונים של אחסון דלעות בקיץ 2018 בתנאים לא מבוקרים. הטמפרטורה המוצגת היא טמפי' מינימום (קו כחול) ומקסימום (קו כתום) בגובה 0.5 מ' מעל לדלעות. קו אפור מייצג את מספר הדלעות שנרקבו בכל מועד בדיקה. לאחר אירועי חום קיצוני (מסומנים בתאריך) ישנה עליה במספר הדלעות שנרקבות. תוצאות דומות התקבלו בכל שנות המחקר.

ממצאים אלו, שהתקבלו במסגרת הניסויים המקדימים, תמכו בהשערה שהתגברות ריקבון הפרי באחסון עשויה לנבוע מעליית הטמפרטורה. על מנת לבחון בצורה מסודרת את השפעת הטמפרטורה על כושר האחסון של דלעות, במשך שלוש שנות הניסוי ביצענו אחסון מבוקר טמפרטורה ולחות, במקביל לאחסון הלא מבוקר במו"פ בקעת הירדן. השפעת תנאי האחסון על ריקבון הפרי נבדקה בפירות מטיפול הביקורת במשך 7 חודשי אחסון. בכל שנות הניסוי, אחסון מבוקר טמפרטורה ולחות (20 מ"צ ולחות יחסית של 65-70%) אפשר אחסון ממושך יותר של הפירות ועיכב את התפתחות הריקבון. בשנת 2022 משך אחסון ממוצע של דלעת בתנאים אלו היה ארוך ב- 69% לעומת אחסון לא מבוקר במו"פ (182 ימים בממוצע לעומת 108 ימים, בהתאמה, איור 14), בדומה לממצאים משנים קודמות שהראו 50% (בשנת 2021) ו 48% (בשנת 2020) עליה במשך האחסון הממוצע בתנאים מבוקרים. אחסון בטמפרטורה קבועה של 30 מ"צ ללא בקרת לחות, או הורדה הדרגתית של טמפרטורת האחסון מ-20 מ"צ ל-15 מ"צ הביאה לירידה במשך הזמן עד התפתחות הריקבון, אולם ההבדל לא היה שונה באופן מובהק ביחס לאחסון בטמפרטורה קבועה או לאחסון הלא מבוקר. בכל שנות הניסוי נמצא כי אחסון מבוקר צמצם בעיקר את תופעת הריקבון הכללי / רקבונות הצד ורוב הרקבונות שנצפו היו ריקבון עוקץ (65% מכלל הרקבונות).



איור 14: השפעת תנאי האחסון על שיעור ריקבון הפירות בשלוש שנות המחקר (2020-2022). הגרפים מציגים את משך האחסון הממוצע (ימים עד ריקבון פרי) כתלות בתנאי האחסון השונים שנבדקו: אחסון מבוקר טמפרטורה, אחסון מבוקר טמפרטורה ולחות וכן אחסון לא מבוקר בסככה במו"פ בקעת הירדן. נבדק עבור פירות מטיפול הביקורת, שאוחסנו בתנאים שונים (20 פירות לפחות בכל אחד מתנאי האחסון). עמודות המסומנות באות זהה אינן נבדלות ברמת מובהקות של $p > 0.01$ במבחן תחום מרובה (Tukey).

דיון והמלצות

התמוטטות של דלעות באחסון היא תופעה טבעית המתרחשת בחלקות המסחריות ושכיחותה עולה בשנים האחרונות לפי דיווחים של חקלאים ברחבי הארץ. **בשנים האחרונות מגדלי הדלעת מדווחים על עלייה משמעותית באובדן היבול במהלך האחסון, עד כדי 50% פחת.** ההתמוטטות היא תוצאה של הזדקנות הפרי בשילוב עם ריקבונות פתוגניות באחסון. במחקר שבצענו בשנים 2018-2022 מצאנו כי למעלה מ-50% מריקבונות הפרי שהתפתחו באחסון דלעת טריפולי היו ריקבונות עוקץ (איור 9). פציעות מכאניות במהלך הקטיף נמצאו כגורם מישני וזניח בהתפתחות ריקבון פרי באחסון, עקב הגלדת הפצעים לאחר הקטיף.

במטרה לקבוע מהו הגורם לריקבון הדלעות באחסון בוצע סקר מקיף של פתוגנים (פטריות, חיידקים ווירוסים) מפירות פגועים במקביל להבנת האטיולוגיה של המחלה. לאחר ביצוע מבחני פתוגנזה והשלמת מבחן קוד, זוהתה הפטרייה *Fusarium solani* כגורם למחלת ריקבון העוקץ של דלעת טריפולי (זיו, טרם פורסם).

במטרה לאתר טיפולים אשר יצמצמו את ריקבון הדלעות הגדולות באחסון, ערכנו ניסוי תלת שנתי (2019-2022) שכלל טיפולים שונים הן במהלך הגידול והן בזמן האחסון. כמו כן בצענו מעקב לאיתור ובידוד מקורות האילוח של גורמי הריקבון. במסגרת מחקר זה מצאנו כי עיטוי זרעים (סלסט-טופ) וכן יישום פונגיצידיים (סיגנום) במהלך העונה, כל טיפול בנפרד, צמצמו את ריקבון הדלעות באחסון ב-30% [6]. בעונת 2022 נבדק לראשונה שילוב הטיפולים, ונמצא כי טיפול משולב של עיטוי זרעים בסלסט טופ עם הגמעות בסיגנום במהלך הגידול האריך את משך האחסון עד התפתחות ריקבון עוקץ ב-25% בהשוואה לטיפול של עיטוי זרעים לבד. לעומת זאת שילוב של עיטוי זרעים עם אלטרנציה בהגמעות הציג יתרון משמעותי מבחינת שיעור הדלעות שנתרו בריאים באחסון בתום ששת חודשי הניסוי (20% בהשוואה ל 5% בשאר הטיפולים). אולם יש לציין כי כל טיפולי ההגמעות, פרט לסיגנום הביאו לפחיתה ביבול הכללי. על כן בשלב זה נראה כי שילוב של עיטוי זרעים עם הגמעות בסיגנום הוא היעיל ביותר, אך יש צורך בבדיקת חומרים נוספים כדי לשפר את תוצאות ההדברה, ללא פגיעה ביבול.

במחקר זה בוצע מעקב אחר התמוטטות הדלעות בשני אתרי האחסון- מו"פ בקעת הירדן שם הדלעות אוחסנו בתנאים לא מבוקרים, וחדרי האחסון של המחלקה לאחסון במכון ולקני באחסון מבוקר. כלומר, במקביל לבחינת טיפולים במהלך הגידול, בדקנו במשך שלוש שנות הניסוי את השפעת תנאי אחסון על התפתחות ריקבון הפרי בפירות הביקורת (הלא מטופלים), ומצאנו כי אחסון מבוקר טמפרטורה ולחות (20 מ"צ ולחות יחסית של 65-70%) איפשר אחסון ממושך יותר של הפירות ועיכב את התפתחות הריקבון [6]. משך אחסון ממוצע של דלעת בתנאים אלו היה ארוך ב- 55% לעומת אחסון לא מבוקר במו"פ, ואף נתן תוצאות טובות יותר ביחס לכל הטיפולים לפני הקטיף, שנבדקו באחסון לא מבוקר.

שינוי הטמפרטורה ואירועי חום / גשם קיצוניים שאנו חווים בשנים האחרונות בעקבות משבר האקלים משפיעים בצורה ישירה על גידול דלועיים בשטח פתוח ובבתי רשת. כיוון שדלעת מאוחסנת למשך חודשים רבים בתנאים לא מבוקרים, עקב אילוצים טכניים של גודל הפרי ומקום, ארועי קיצון באקלים משפיעים גם על כושר אחסון הפרי. על פי הידוע בספרות, ניתן לשער כי השינויים בתנאי האקלים משפיעים על תגובת פרי הדלעת ומגבירים את רגישותו לפתוגנים פטרייתים גורמי ריקבון.

עקת חום היא עקה ששכיחותה עולה ברחבי העולם בעקבות תהליכי התחממות גלובלית [7]. לעקת חום יש השפעות רבות על הצמח והפרי, כולל שינוי תהליכים מטבולים בתא ושינוי של ביטוי הגנים. כאשר ישנה עקה נוספת בצמח או בפרי שכבר חווה עקת חום, כמו הדבקה בפתוגן, לעקת החום יכולה להיות השפעה על אופן התגובה לעקה הביוטית. ואכן במחקר זה ראינו שבעקבות עקת חום באחסון דלעות בתנאים לא מבוקרים, נצפתה עליה בשיעור הריקבונות. מכאן עולה החשיבות של יישום אחסון מבוקר במקביל לצמצום הנגיעות בפתוגן גורם המחלה.

סיכום

במטרה לצמצם את תופעת ריקבון הפרי באחסון ועל מנת לפתח פרוטוקול מפורט ויעיל ליישום ע"י המגדלים שיאפשר את הארכת חיי המדף של פרי דלעת טריפולי בחנו ארבע אסטרטגיות במשך שלוש עונות גידול (2020-2022). **חיטוי זרעים** בסלסט טופ הקטין בעשרים עד שלושים אחוז את ריקבונות הפרי באחסון בשנה הראשונה אולם בעונה השנייה לא נמצא כל יתרון לטיפולים אלו על פני הביקורת. מאידך, היות וחיטוי זרעים לא פגע באופן מובהק ביבול וזהו טיפול קל וזול, עשויה להיות תועלת בביצוע טיפול זה באופן שיגרתי בזרעים. **ממשק הדברה ע"י הגמעת תכשירים שונים במהלך הגידול**. בכל עונות הגידול נמצא כי הגמעת פונגיצידיים באלטרנציה מהלך העונה הקטינה את ריקבון הפרי בשעור של כ-30%, אולם גם גרמה לירידה משמעותית ביבול. בשנת המחקר האחרונה מצאנו כי הגמעות בסיגנום לבד היו יעילות בצמצום תופעת ריקבון העוקף ללא פגיעה ביבול. על אף זאת, לאור פוטנציאל הנזק האפשרי ליבול, ישנה חשיבות רבה בבחינת חומרים נוספים על מנת לאפשר פיתוח פרוטוקול הדברה משולבת שאינו מסכן את כלכליות הגידול. בעונה 2021 נעשה ניסיון לבחון את דחיית מועד הקטיף על מנת להאריך את משך האחסון של הדלעות. **קטיף מאוחר** נמצא כלא יעיל, כיוון שאיכות הפרי בקטיף היתה נחותה ביחס לדלעות שנקטפו שבועיים מוקדם יותר, ובנוסף טיפול זה הגביר את שיעור ריקבונות הצד. **אחסון מבוקר לאחר הקטיף** נמצא כדרך היעילה ביותר להארכת חיי המדף של הדלעות. מבין כלל תנאי האחסון שנבדקו בשלוש שנות המחקר, נמצא כי אחסון ב-20 מ"צ ולחות יחסית 65-70% הוא היעיל ביותר בהארכת משך האחסון של פירות הדלעת. אולם בעוד שחיטוי זרעים וטיפולי הגמעות פשוטים להטמעה בקרב המגדלים, אחסון בתנאים מבוקרים עשוי להיות בלתי ישיים עבור יצרנים גדולים, אך יכול לשרת יחידות ייצור קטנות כמו משקים אורגניים וחוות ירק.

המלצות למגדלים

תוצר המחקר שבוצע הוא פרוטוקול ממשק הדברה לחקלאים להתמודדות עם תופעת ריקבון פרי הדלעת באחסון. להערכתנו שילוב גישות, הכולל טיפולי זרעים, טיפולים במהלך הגידול וטיפולים לאחר הקטיף להתמודדות עם ריקבון פרי במהלך אחסון דלעת טריפולי, יאפשר לבנות פרוטוקול לחקלאים במסגרת עקרונות הדברה משולבת כדי לשמור על כלכליות ענף זה, ולאפשר את המשך קיומו של הענף להספקה מקומית של דלעות תוך הסרת איום הייבוא, שהחל עקב מחסור בפרי לשיווק והאמרת מחירו לצרכן.

רשימת ספרות

1. תזונה מקיימת וביטחון תזונתי בחקלאות בישראל – נתונים כמותיים מגידולי הצומח, et al., טופורוב, ג. משרד החקלאות - דפון, 2019.
2. Schaffer, A.A. and H.S. Paris, Melons, Squashes, and Gourds, in *Reference Module in Food Science*. 2016, Elsevier.
3. Hawthorne, B.T., Fungi causing storage rots on fruit of *Cucurbita* spp. *New Zeal J Crop Hort*, 1988. **16**(2): p. 151-157.
4. Babadoost, M. and T.A. Zitter, Fruit Rots of Pumpkin: A Serious Threat to the Pumpkin Industry. *Plant Dis*, 2009. **93**(8): p. 772-782.
5. Aveskamp, M.M., et al., Highlights of the *Didymellaceae*: A polyphasic approach to characterise *Phoma* and related pleosporalean genera. *Stud Mycol*, 2010. **65**: p. 1-60.
6. שדה טיפולים לצמצום התמוטטותן של דלעות מזן טריפולי באחסון לפני ואחרי קטיף, et al., רפאל, ג. *וירק*, 2021. **337**: p. 42-46.
7. Venios, X., et al., Grapevine responses to heat stress and global warming. *Plants*, 2020. **9**(12): p. 1754.