

דלעת טריפולי - מניעת ריקבון באחסון

ובחינת מעורבות וירוסים ברגישות הפרי לפטריות

ד"ר כרמית זיו, גינת רפאל, עמית רז-מגיד - המח' לחקר תוצרת חקלאית, מינהל המחקר החקלאי.
אחיעם מאיר, זיוה גלעד, אוהד נוריאל – מו"פ בקעת הירדן.
נביל עומארי – שה"מ, משרד החקלאות.

תקציר

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. בשנים האחרונות היקף שטחי גידול הדלעת בארץ בעליה. בשנת 2023 גידלו בארץ כ-7,000 דונם דלעות, שהתפרשו בכל אזורי הארץ החל מהערבה עד לגליל עליון. אחסון הדלעות אצל החקלאים נעשה לרוב בסככות או לולים ישנים ללא טיפול מקדים. בשנים האחרונות עולה בעיה של ריקבון דלעות במהלך האחסון.

מטרת המחקר – 1. בחינת זן מכלוא של דלעת טריפולי (חצב) 2. בחינת יעילות הטיפול בפנילאנלין להגברת עמידות הדלעת לרקבונות באחסון 3. בחינת מעורבותם של וירוסים בקיצור חיי המדף של הדלעת באחסון.

מהלך המחקר - בשנת 2025 המחקר כלל שני זני דלעת: זן המכלוא "חצב" והזן הפתוח "טריפולי". הצמחים גודלו במבנה רשת שחציו היה סגור הרמטית לחרקים (לקבלת פירות נקיים מווירוסים) וחציו הושאר פתוח (לחשיפה טבעית לוורוסים), כאשר חלק מהצמחים טופלו בריסוס שבועי של פנילאנלין. לאחר הקטיף, הפירות הועברו לאחסון ממושך בסככה לשם מעקב שבועי אחר התפתחות רקבונות ופגמים. במקביל, נערכו במעבדה מבחני הדבקה מלאכותיים בפוזריום, כדי להשוות את רגישותם של פירות נקיים לעומת פירות הנגועים בוורוסים.

תוצאות עיקריות

יבול: זן המכלוא ("חצב") הציג יתרון משמעותי והניב פי שניים מהזן הפתוח (כ-7 טון/דונם לעומת כ-3 טון/דונם בעונת 2025, ומגמה דומה ב-2024), עקב מספר פירות רב יותר לצמח וכן פירות אחידים יותר. עם זאת, בזן המכלוא נצפתה שכיחות גבוהה יחסית של תופעת היסדקות ופיצוץ בקליפת הפרי.

וירוסים ונושר אחסון: גידול בצד הסגור של מבנה הרשת מנע הידבקות בוורוסים וצמצם כמעט לחלוטין את הופעת ריקבון העוקץ. בתום האחסון, 40% מהפירות בחממה הסגורה היו ראויים לשיווק, לעומת 20% בלבד מהחממה הפתוחה. מבחני ההדבקה במעבדה הוכיחו כי פירות נגועים בוורוסים רגישים מאוד ונדבקים בקלות בפוזריום, בעוד פירות ללא נגיעות ויראלית לא נדבקו בפטרייה או שנדבקו בצורה זניחה.

השפעת פנילאנלין: הריסוס בפנילאנלין אמנם הפחית את שיעור ריקבון העוקץ, אך האיץ את קצב התפתחות הריקבון בפירות שכן נדבקו, ולכן בשקלול הסופי לא שיפר את חיי המדף של הפרי.

מסקנות - קיימת השפעה סינרגיסטית ברורה בין וירוסים לפטריות: הידבקות בוורוסים בשדה מגבירה את רגישות הפרי לפוזריום לאחר הקטיף, גם ללא הופעת תסמינים חזותיים. הדרך היעילה ביותר לצמצם את הפחת באחסון היא על ידי צמצום הדבקת הגידול בוורוסים. זן המכלוא "חצב" נמצא ככדאי מאוד הודות לפוטנציאל יבול וכושר השתמרות גבוהים משל הזן הפתוח, אך יש צורך להתאים עבורו ממשק אגרוטכני למניעת היסדקות. לבסוף, מומלץ להמשיך לבחון את שילוב הגידול תחת רשת 50 מש יחד עם יישום פנילאנלין כדי לנסות ולשפר עוד יותר את עמידות הפרי באחסון.

גידול הדלועיים בישראל הוא מאוד מפותח, וכולל מגוון רחב של גידולים כגון מלפפונים, קישואים, מלונים, אבטיחים ודלעות. גידולים אלו בעלי חשיבות כלכלית ותזונתית רבה לחקלאות ולתושבי ישראל. דלעות נחשבות כמזון בריא ודל קלוריות ועם יעילות ייצור גבוהה במיוחד של מינרלים (ברזל, זרחן ואבץ) וויטמינים (A, E וריבופלבין). בשל הערך התזונתי הרב של הדלעת וכן בשל יכוליה הגדולים ליחידת שטח וכוח האדם המועט הדרוש לגידול ולאסיף, גידול הדלעת נחשב מוביל מבחינת ייצור אוכל מזין ובריא ליחידת שטח וליחידת כוח אדם [1]. בישראל רוב הזנים בגידול מסחרי של דלעות מאכל שייכים למין *Cucurbita moschata* D. דלעות ממין זה נפוצות באזורים ממוזגים עקב עמידותן היחסית לחום, למחלות ומזיקים [2]. הזנים המקובלים בארץ הם הדלעות הטריפוליטאיות והנפוליטאיות (גדולות) והדלורית (butternut squash).

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. ואכן, בשנים האחרונות היקף שטחי גידול הדלעת בארץ בעליה. בשנת 2023 גידלו בארץ כ-7,000 דונם דלעות, שהתפרשו בכל אזורי הארץ החל מהערבה עד לגליל עליון.

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. 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 במוצא). אחסון הדלעות הגדולות נעשה לרוב אצל החקלאים בתנאים לא מבוקרים (בסככות, מנהרות עבירות או לולים ישנים) ללא כל טיפול מקדים.

בשנים האחרונות מגדלי הדלעת 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 הדלעת באחסון רווחת בכל אזורי הגידול, בגידול קונבנציונלי ואורגני גם יחד. מצאנו כי 50% מרקבונות הפרי אופיינו כריקבון עוקץ, אשר מתפתח בחודש – חודשיים ראשונים של האחסון. בהמשך, מופיעים רקבונות צד אשר שיעורם נמוך יותר והתפתחותם באחסון איטית יותר.

בארץ, גידול דלעת מטיפוס טריפולי מתבסס על זרעים בייצור עצמי של המגדלים. בשנים האחרונות חברת "גדות-אגרו" פיתחה זן מיכלוא של דלעת טריפולי. הזן נרשם בשם "חצב" לפי המידע שנאסף בחברה, הזן החדש הינו בכיר וקטן במעט מהזן הרגיל, ובעל מופע אחיד יותר. בבדיקות שנערכו במעבדה של ד"ר כרמית זיו במחלקה לחקר תוצרת חקלאית במנהל המחקר החקלאי נמצא כי רכיבי האיכות של זן המכלוא לא נופלים מרכיבי האיכות של הזן הפתוח המקובל.

מטרות המחקר

1. בחינת פוטנציאל היבול ובחינת כושר אחסון של זן מכלוא חדש מטיפוס דלעת טריפולי
2. בחינת מעורבות וירוסים בקיצור חיי המדף של דלעת
3. בחינת טיפולים בשדה בפניל אלנין על מנת להאריך את חיי המדף של הדלעת

מהלך המחקר ושיטת עבודה

הטיפולים בניסוי

באביב 2025 בדקנו השפעת נוכחות וירוס וריסוס פניל אלנין על כושר אחסון של הדלעות. הניסוי כלל 3 טיפולים שבוצעו עבור שני הזנים (טבלה 1): 1. זן טריפולי פתוח. 2. זן מכלוא "חצב" (גדות אגרו) הטיפולים שבוצעו:

1. ביקורת, מבנה פתוח - שתילה במבנה פתוח ללא טיפולים בריסוס
2. פניל אלנין, מבנה פתוח - שתילה במבנה פתוח וריסוסי עלווה אחת לשבוע עם פניל אלנין 20mM
3. ביקורת, מבנה סגור - שתילה במבנה סגור (רשת 50 מש) ללא טיפולים בריסוס

טבלה 1: הטיפולים שנבדקו בניסוי

קוד הטיפול במו"פ	שם הטיפול	זן	מבנה	מועדי הריסוס	תיאור הטיפול במהלך הגידול
A	ביקורת, מבנה פתוח	חצב	פתוח	ללא	מישקי
B	ביקורת, מבנה פתוח	טריפולי	פתוח		
C	פניל אלנין, מבנה פתוח	חצב	פתוח	11/3/25	מישקי + ריסוס שבועי בפניל אלנין 20mM
D		טריפולי	פתוח	18/3/25	
	פניל אלנין, מבנה פתוח	חצב	פתוח	26/3/25	
		טריפולי	פתוח	2/4/25	
E	ביקורת, מבנה סגור	טריפולי	סגור	ללא	מישקי
F	ביקורת, מבנה סגור	חצב	סגור		

מבנה חלקת הניסוי

השתילה בוצעה בבית רשת מכוסה בגג ובקירות ברשת 50 מש, בחצי מהמבנה הושאר קיר פתוח (תמונה 1):

- א. צד אחד – סגור לגמרי עם דלת כניסה כפולה (לקבלת צמחים חופשיים מוירוסים)
 - ב. צד שני – סגור לגמרי פרט לקיר אחד – (לקבלת צמחים אשר יידבקו באופן טבעי בוירוסים ע"י חשיפה לוקטורים)
 - ג. בוצעה הפרדת השקיה / דישון בין שני הזנים (איור 1)
- בכל צד היו 2 ערוגות – כל ערוגה 32 צמחים (עומד שתילה כל 1.5 מ').

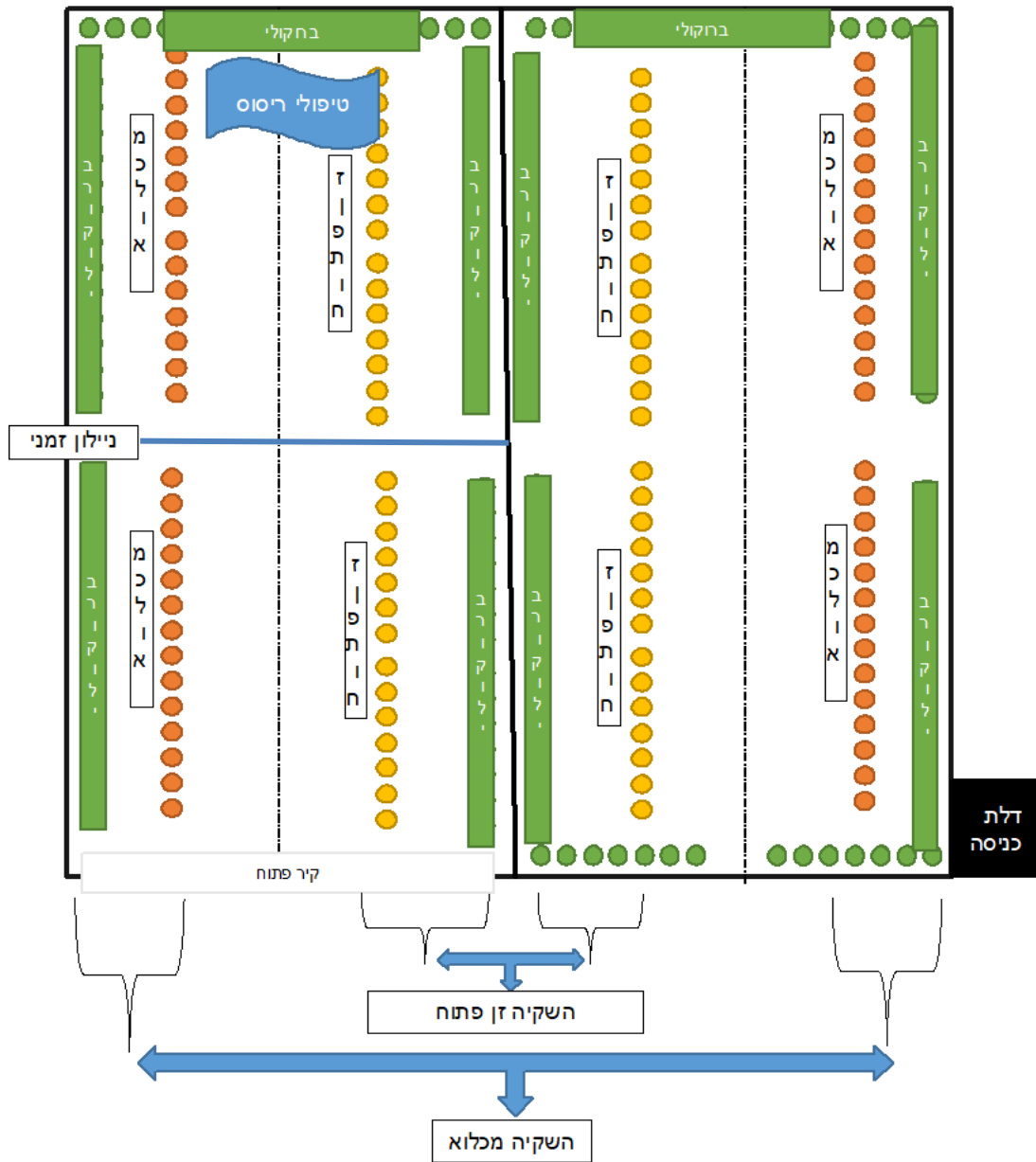
בכל צד, בחצי שטח נשתל זן טריפולי פתוח וחצי שטח זן מכלוא "חצב" (איור 1, תמונה 1). זרעים סופקו ע"י גדות אגרו והיו ללא חיטוי. הזרעים הועברו לחישתיל להנבטה (80 שתילים לזן). מסביב לשתילי הדלעת נשתלו צמחי ברוקולי בכל ההיקף. (איור 1).

עקב אופי הגידול המשתרע היה צורך בהפרדה פיזית בין הטיפולים ע"י הצבת רשתות אנכיות שחודרות לקרקע (תמונה 1) ועל כן לא התאפשר ביצוע חזרות לטיפולים השונים במהלך הגידול.

ריסוס פניל אלנין במינון 20 mM (33 ג' ל-10 ל' + שטח 90% 0.1), בוצע על העלווה והופסק עם הופעת פרחים. ריסוס יושם עד נגר פעם בשבוע בשעות הבוקר. הריסוס בוצע בתאריכים - 11/3/25, 18/3/25, 26/3/25, 2/4/25. במהלך הריסוסים הוצב ניילון לרוחב המבנה שהפריד בין טיפולי ריסוס הפניל אלנין לביקורת למניעת רחף בין הטיפולים (איור 1).



תמונה 1: שטח הניסוי כחודש וחצי לאחר שתילה (20/3/2025), מו"פ בקעת הירדן, 2025



איור 1: מפת שטח של הניסוי – שתילה במו"פ בקעת הירדן, 2025

לוח אירועים בניסוי

- 5/2/25 - שתילה במו"פ בקעת הירדן, ביום השתילה השתילים כוסו במנהרות פלסטיק נמוכות.
- 9/3/25 - הסרת הפלסטיק מהמנהרות הנמוכות.
- 6/4/25 - הכנסת כוורת במבוס.
- 20/5/25 - העמדת כוורת דבורי דבש בצד הפתוח של המבנה לעודד הפריה וחנטה.
- 11/6/25 - קטיף החלקה.
- 1/3/26 – סיום ניסוי אחסון

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

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

טיפול/תכשיר	מינון	תאריך	אופן היישום
ורימק	75 סמ"ק/ד'	9/3/25	הגמעה
קודקוד	100 סמ"ק/ד'	12/3/25	הגמעה
ורימק	75 סמ"ק/ד'	14/5/25	הגמעה
מובנטו	50 סמ"ק/ד'	15/5/25	ריסוס

* התכשירים נבחרו על פי המלצות מדריכי שה"מ.

קטיף

קטיף החלקה בוצע ב-11/6/25.

מכל טיפול נאספו כלל הפירות, נספרו ונשקלו (כל דלעת באופן פרטני) להערכת יבול (תמונה 2). הערכת היבול כללה את כלל הפירות, כולל אילו שהיו פצועים או סדוקים / מפוצצים.



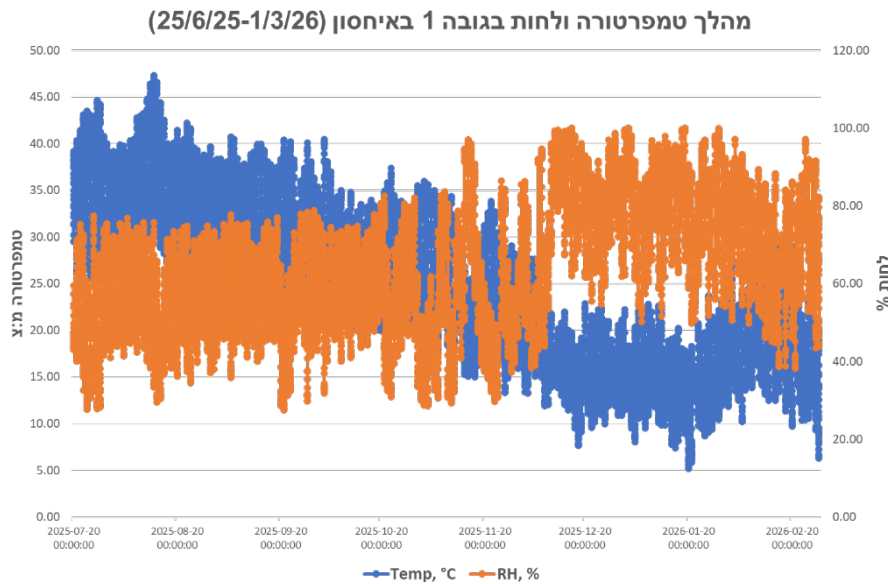
תמונה 2: יום הקטיף במו"פ בקעת הירדן 2025

אחסון

לאחר תיעוד פגמים פיסילוגים (פיצוצים בפרי) הפרי הבריא שנקטף הועבר לאחסון במו"פ בקעת הירדן. חלק מהפרי הועבר לאחסון במכון וולקני לבדיקת איכות ורגישות לפתוגנים (הדבקה בפוזריום). הפירות שהועברו לאחסון במו"פ בקעת הירדן סומנו לזיהוי ואוחסנו בסככה מוצלת וסגורה לכניסת ציפורים ומכרסמים (תמונה 3). בתחילת האחסון בוצע תיעוד של צבע קליפת הפרי (ירוק, קרם, וכתום), כמו כן תועדו פגמים כגון פציעות מכניות וסימני עקיצה של חרקים. טמפרטורת האחסנה והלחות נוטרה במהלך תקופת הניסוי בגובה 1 מ' מעל לדלעות (איור 2). במהלך תקופת האחסון התבצע מעקב שבועי אחר פירות הדלעת ותועדו השינויים שחלו בפרי (התפתחות ריקבון / נפילת עוקץ / פיצוצים בפרי).



תמונה 3 : אחסון פירות הדלעת לאחר הקטיף בסככת צל במו"פ בקעת הירדן



איור 2 : טמפרטורה ולחות מעל הפירות בסככת האחסון במו"פ בקעת הירדן במהלך חודשי האחסון. מדידה בגובה 1.0 מ' מעל הפירות. טמפרטורת האחסון נעה בין 7 ל- 45.2 מ"צ והלחות נעה בין 7% ל- 100%.

תוצאות

במהלך הגידול ניכר היה הבדל משמעותי באופי הצימוח הווגטיבי בצד הסגור (צד ימין במבנה) שהיה גבוה ומפותח יותר וגם ירוק יותר בהשוואה לצד פתוח (צד שמאל של המבנה) שנראה עם פחות צימוח וצהוב יותר (תמונה 2).

יבול בעונת 2025

היבול בזן הפתוח היה כ-3 טון לדונם ושל זן המכלוא היה כ-7 טון לדונם. פערים אלו ביבול דומים לתוצאות שהתקבלו גם בעונה 2024 (אשר יפורטו בהמשך). יש לציין שהיבול השנה היה נמוך באופן כללי ביחס ליבול בעונות קודמות בניסויים במו"פ. הסיבה לכך נעוצה בחנטה נמוכה עקב בעיות בהאבקה, שנבעו מפעילות נמוכה של דבורים בחלקת הדלעת, כנראה עקב ממשיכה שלהן למטע ליצי סמוך שפרח במקביל.

העובדה שהיבול לדונם של זן המכלוא (חצב) היה גבוה יותר פי 2 מזה של הזן הפתוח (טריפולי), נבעה בעיקר עקב מספר פירות גדול יותר לצמח (טבלה 3). הפרי במבנה הסגור היה גדול יותר באופן מובהק בהשוואה לפרי במבנה הפתוח, אך מספר הפירות

לצמח היה נמוך יותר באופן מובהק, ולכן בחישוב כולל לא היה הבדל מובהק ביבול בין החלק הפתוח לחלק הסגור של בית הרשת. הטיפול בפניל אלנין לא השפיע כלל על אף אחד מהמדדים. ראוי לציין שיעור יחסית גבוה של פרי מפוצץ בקטיפ (11-24%) בכל הטיפולים, פרט לטיפול B - זן טריפולי ביקורת מבנה פתוח, אשר בו לא היה פרי מפוצץ כלל. הדבר יכול להעיד שמשטר ההשקיה לא היה אופטימלי לשני הזנים, למרות ההפרדה במערכות ההשקיה.

טבלה 3: סיכום יבול כתלות בזן, אופן הגידול (מבנה פתוח / סגור) ובטיפולים בשדה

קוד טיפול	זן	מבנה	טיפול ריסוס	משקל פרי (ק"ג)					טיפול						
				Max	Min	Median	Std Dev	Mean							
A	חצב	פתוח	ביקורת	22.5	6.7	11.9	5.2	13.7 C ²							
B	טריפולי	פתוח	ביקורת	26.6	7.2	15.5	5.3	15.4 BC							
C	חצב	פתוח	פניל אלנין	30.1	6.3	15.75	6.7	16.7 BC							
D	טריפולי	פתוח	פניל אלנין	30.1	7.8	18.6	6.3	18.4 ABC							
E	טריפולי	סגור	ביקורת	42.2	6.9	19.8	9.8	20.7 AB							
F	חצב	סגור	ביקורת	50.1	8.7	21.15	9.7	23.2 A							

	זן	חצב		50.1	6.3	18.1	8.7	18.6							
		טריפולי		42.2	6.9	17.6	8.0	18.2							
								NS							
				5.2	1.2 B	26.0	16%	50.1	6.9	20.7	9.8	22.5 A		סגור	
				4.9	1.6 A	24.5	14%	30.1	6.3	15.4	6.0	15.6 B		פתוח	
				NS	*	NS	NS					***			
				5.2	1.4	26.0	14%	50.1	6.7	18.5	9.0	19.0		ביקורת	
				4.6	1.3	23.0	17%	30.1	6.3	17.3	6.5	17.1		פניל אלנין	
				NS	NS	NS	NS					NS			

¹ לפי 200 שתילים לדונם. ² ערכי הממוצע בכל עמודה, אשר מסומנים באות משותפת אינם שונים באופן מובהק לפי מבחן סטטיסטי t-Test ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. הסימונים *, **, ***, ו-NS מצביעים על מובהקות סטטיסטית ב-0.001, 0.01, 0.05 $p \leq$ וללא מובהקות, בהתאמה.

חיי מדף בעונת 2025

טבלה 4 מסכמת את נתוני התפתחות רקבון הפרי באחסון שבוצע במו"פ בקעת הירדן. בזן "חצב" אוחסנו 12-19 פירות לטיפול. מאידך בזן הפתוח לא היו מספיק פירות לאחסון ואוחסנו פירות מטיפולי הביקורת בלבד (5 פירות לטיפול). גידול במבנה סגור בפני חרקים הפחית משמעותית את שיעור הפרי הנרקב באחסון ובתום הניסוי 40% מהפירות היו ברי שיווק (בהשוואה ל-20% בלבד מהפירות שגדלו במבנה הפתוח). עיקר ההשפעה היתה על צמצום כמעט מלא של רקבון העוקץ אשר מתפתח בחודשיים הראשונים של האחסון. לעומתו, רקבון הצד מתפתח רק בהמשך האחסון (לאחר 5 חודשים ויותר באחסון). גם הטיפול בפניל אלנין צמצם את רקבון העוקץ ביחס לביקורת הלא מטופלת אולם התפתחות הרקבון בפרי שכן נרקב היתה מאוד מהירה. הטיפול הטוב ביותר היה גידול הפרי במבנה סגור בפני חרקים אשר הגדיל את כמות הפרי המשווקת בתום הניסוי והסתכם במשך אחסון ממוצע ארוך יותר לפרי שכן נרקב.

טבלה 4: סיכום שיעור ומשך התפתחות הרקבון כתלות בזן, אופן הגידול (מבנה פתוח / סגור) ובטיפולים בשדה

קוד טיפול	זן	מבנה	טיפול ריסוס	מס' פירות באחסון	ממוצע ימים באחסון ⁵	פירות בריאים בתום הניסוי	שיעור רקבונות (% מהפרי שאוחסן)			ימים באחסון עד רקבון ⁵	
							כלל רקבונות	רקבון עוקץ	רקבון צד	עוקץ	צד
A	חצב	פתוח	ביקורת	16	181.3±18.8 AB	3	81%	25%	56%	72.3	202.6
B	טריפולי	פתוח	ביקורת	5	196.8±32.2 AB	1	80%	20%	40%	74.0	209.0
C	חצב	פתוח	פניל אלנין	12	170.7±27.7 B	3	75%	8%	58%	33.0	172.6
E	טריפולי	סגור	טריפולי	5	200.8±34.5 AB	2	60%	0%	60%		159.3
F	חצב	סגור	ביקורת	19	227.9±11.9 A	7	63%	5%	58%	167.0	211.1

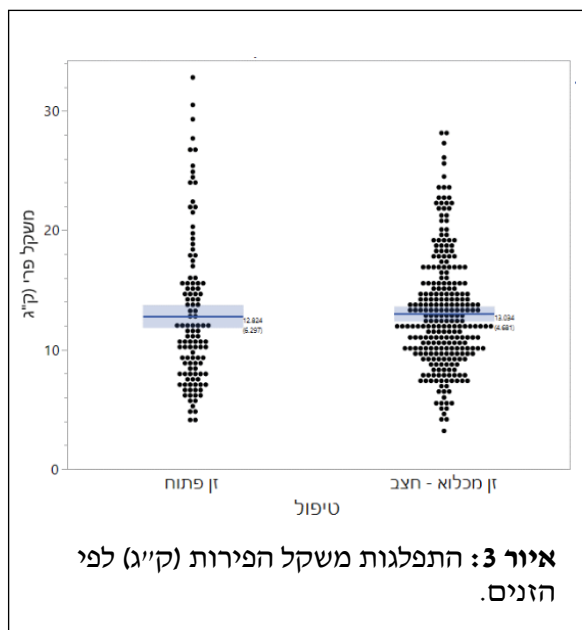
⁵ ניתוח סטטיסטי בוצע רק עבור פרמטר "ימים באחסון". ערכי הממוצע בכל עמודה, אשר מסומנים באות משותפת אינם שונים באופן מובהק לפי

מבחן סטטיסטי t-Test ברמת מובהקות של $\alpha = 0.05$. בעמודות בהן אין סימון, לא נמצא הבדל מובהק.

על מנת לבחון את זן המכלוא לאפייין את תכונותיו ולבדוק האם הוא מציג יתרון באחסון ארוך טווח, בצענו בעונה 2024 ניסוי שדה שכלל גידול בשטח פתוח של הזן טריפולי הפתוח במקביל לחלקת זן "חצב" (מכלוא). שני הזנים נשתלו מזרעים ללא חיטוי, שהתקבלו מחברת גדות-אגרו. הזרעים הועברו למשתלת חישתיל, להנבטה. שתילה במו"פ בקעת הירדן בוצעה בתאריך 7/2/24 במקביל לזן הפתוח, קטיף 27/5/24 ואחסון באותם תנאים כמו בעונת 2025.

בהשוואה בין שני זנים: זן טריפולי וזן מכלוא – "חצב", נמצא יתרון בולט לזן המכלוא מבחינת יכול אשר עמד על 11.0 טון לדונם בזן המכלוא לעומת 4.6 טון לדונם בזן הפתוח (טבלה 5). משקל הפרי הממוצע של הזן הפתוח היה 12.8 ק"ג ומשקל פרי בודד מזן המכלוא היה 13.0 ק"ג. עיקר ההבדל בפוטנציאל היבול של שני הזנים מקורו במספר הפירות שנקטף מחלקה: 270 פירות מחלקת זן המכלוא ו-115 פירות מחלקת הזן הפתוח. על אף שגודל הפרי הממוצע היה דומה בין שני זנים, הפרי של זן המכלוא ייצר פירות יותר אחידים בגודל ובצורה (איור 3).

טבלה 5: נתוני יבול וכושר אחסון של הפרי מעונה 2024



^s tTest	זן "חצב" (מכלוא)	זן טריפולי (פתוח)		
NS	13.0±4.7	12.8±6.3	משקל פרי ממוצע (ק"ג ± סטיית תקן)	יבול
	28.3 – 3.2	32.8 – 4.1	טווח גדלי הפרי (ק"ג)	
	4.2	1.8	מס' פירות לצמח (מס')	
	55	23	יבול לצמח (ק"ג)	
	11.0	4.6	יבול לדונם (טון ל-200 צמחים)	
*	160±46	118±62	ממוצע ימים באחסון (± סטיית תקן)	כושר אחסון של הפרי
	22%	76%	שיעור רקבונות פרי בתום 6 חודשים	
	57%	24%	שיעור פרי לשיווק בתום 6 חודשים	

^s מובהקות סטטיסטית בין שני הזנים נבדקה ע"י מבחן tTest עם הסתברות של $p < 0.05$.

בנוסף נמצא כי כושר האחסון של זן המכלוא היה טוב יותר, דבר שהתבטא במספר רב יותר של פירות שנותרו מתאימים לשיווק בסוף תקופת האחסון, ובקצב איטי יותר של התפתחות רקבונות בפרי (טבלה 5). בתום חצי שנה של אחסון, ניכר היה כי זן המכלוא פחות רגיש לרקבונות מיקרוביאליים (22% לעומת 76% בזן הפתוח, טבלה 5), אך תופעת היסדקות קליפת הפרי הייתה שכיחה בפירות המכלוא. בשקלול כלל גורמי הפחת (פתולוגים ופיסיולוגים) בתקופה זו, ניכר היה כי יותר פירות מזן המכלוא היו ראויים לשיווק בתום חצי שנה באחסון בהשוואה לזן הפתוח (57% בהשוואה ל 24% בזן הפתוח), וכי משך ימי אחסון הפרי עד ריקבון או עד תום התקופה היה גבוה באופן מובהק במכלוא לעומת הזן הפתוח (160 ו 118 יום, בהתאמה). היות ובתום חצי שנה של אחסון נותרו מעל לחצי מפירות המכלוא באחסון, המשכנו את המעקב אחר הדלעות שנותרו בריאות, עד לסיום הניסוי בסוף ינואר 2025 (8 חודשים). בתום שמונה חודשי אחסון בזן הפתוח נשארו 4.7% דלעות המתאימות לשיווק ומזן המכלוא נשארו 11.1% דלעות שמתאימות לשיווק. בזן הפתוח יותר פירות הוצאו בעקבות ריקבון העוקץ 52.3% לעומת 27.7% בזן המכלוא, ואילו שכיחות ריקבון הצד הראתה מגמה הפוכה.

בחינת השפעת אילוח צולב של וירוסים עם פתוגן פטרייתי (פוזריום) על רגישות פירות דלעת לריקבון לאחר קטיף.

על מנת לבחון את השפעת הנגיעות בוירוסים של פירות דלעת על רגישותם לפטריית הפוזריום הגורמת לריקבון בפרי (ריקבון עוקץ וריקבון צד), פירות בריאים מטיפול A ו-F הודבקו בתרחיף של פטריות פוזריום ע"י הזרקתו ב"חלונות" בקליפת הפרי (איור 4). קצב התפתחות הריקבון ועוצמתו תועדו במשך שבועיים עד חודש מההדבקה.



הניסוי בוצע שלוש פעמים במהלך האחסון. בסך הכל נבחרו 3 דלעות לטיפול A (זן מכלוא מהמבנה הפתוח) היו חיוביות למגוון נגיפים, לעומת דלעות מטיפול F (זן מכלוא המבנה הסגור) בהן לא זוהו הוירוסים הללו. כל דלעת הודבקה ב-11 תבדידים שונים של פוזריום אשר בודדו מעלים או פירות של צמחי דלעת. כל תבדיד אולח בנפרד ב"חלון" על הפרי. כביקורת הוזרקו מים סטרילים (אשר לא גרמה לריקבון כלל). דרגת הריקבון נקבעה כעבור 7-14 יום ב-22 מ"צ ותועדה עבור כל תבדיד.

במבחן סטטיסטי לא נמצא הבדל מובהק בין תוצאות מבחני ההדבקה של 11 התבדידים השונים של פטריית הפוזריום שנבדקו, אך נמצא הבדל מובהק בדרגת הריקבון בדלעות מהטיפולים שונים. בכל הניסויים נמצא כי פירות שהיו שליליים לוירוסים הציגו רגישות מופחתת לריקבון הנגרם מפוזריום בדלעות, בעוד הדלעות שהיו נגועות בנגיפים נדבקו בפטרייה *Fusarium* (טבלה 6). דלעות ללא הנגיעות בנגיפים מבית רשת סגור לא נדבקו בפטרייה או שנדבקו בצורה לא משמעותית והפטרייה לא התפתחה בפרי.

טבלה 6: דרגת הריקבון בדלעות שהודבקו ע"י תבדידי פוזריום

טיפול	זן	אופן הגידול	דרגת ריקבון [§] משוכללת
A	מכלוא	בית רשת פתוח	2.1+0.2 A [‡]
F	מכלוא	בית רשת סגור	0.3+0.3 B

[§] רמת ההדבקה לדלעת נקבע ע"י חישוב רמת ההדבקה הממוצעת של 11 תבדידי פוזריום שונים שאולחו על אותו פרי הדלעת במידרג מ-0 עד 3 בתוצאות מבחן הדבקה, כאשר 0 הוא ללא הדבקה כלל ו-3 הוא הדבקה חמורה. התבדידים שנבחנו זוהו מולקולרית והשתייכו למינים *F. Oxysporum*, *F. solani*, *F. equesti*. הערכים המוצגים הם ממוצע של 3 ניסויים בלתי תלויים ושיגאת התקן. בכל ניסוי נבדקה דלעת אחת לטיפול. [‡]הבדלים מובהקים סטטיסטית לפי מבחן HSD Tukey במובהקות $P < 0.01$.

התמוטטות של דלעות באחסון היא תופעה המתרחשת בגידול מסחרי 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. במחקר שבצענו בשנים 2018-2024 מצאנו כי למעלה מ-50% מריקבונות הפרי שהתפתחו באחסון דלעת טריפולי היו ריקבונות עוקץ שנגרמו ע"י מינים שונים של פוזריום [3].

פתוגנים שונים שחולקים את אותו המארח יכולים להשפיע אחד על השני בצורה ישירה או עקיפה. השפעה ישירה יכולה להיות כאשר פתוגן אחד או מולקולות שהוא מפרש פוגעות או מחזקות את הפתוגן השני, והשפעה עקיפה יכולה להיות כאשר פתוגן אחד מפעיל או מחליש את מנגנוני ההגנה הצמחיים - דבר המשפיע על הפתוגן השני, או כאשר ישנה תחרות בין הפתוגנים על משאבי הצמח המארח [4, 5]. יש לציין כי בספרות ישנן עבודות המצביעות על נגיעות בוירוסים כגורם המשנה את רגישות הצמח לפתוגנים אחרים (פטרייתים) הגורמים לריקבון [4-7]. אולם עד כה לא נעשתה עבודה מסודרת בהקשר להשפעה סינרגיסטית של וירוסים ופתוגנים אחרים על איכות ובריאות הפרי לאחר הקטיף. לאור התפשטות הנגיעות בוירוסים בחלקות דלועיים ברחבי הארץ, ישנה חשיבות רבה ביצירת תשתית ידע לגבי השפעת הנגיעות של פירות הדלעת בוירוסים על איכותם וחיי המדף כדי להתאים את ממשק ההדברה וההתנהלות בגידול.

בעונות 2022-2024 של הניסוי בדלעת בדקנו את השפעת הנגיפים על רגישות הפרי דלעת טריפולי (זן פתוח) לריקבונות פטרייתיים באחסון ומצאנו כי פירות ללא נגיעות בנגיפים היו בעלי כושר אחסון טוב יותר ונדבקו באופן מובהק פחות בפוזריום לעומת פירות עם נגיעות בנגיפים [8]. מצאנו שההשפעה המשמעותית ביותר על תוצאות הניסוי לא הייתה מין התבדיל של הפטרייה שהודבק או משך האחסון של הדלעת לפני הניסוי - אלא הנגיעות של הפרי בנגיפים. **תוצאות אלו מצביעות על ההשפעה המשמעותית שיש לנגיפים על איכותם של פירות הדלעת לאחר הקטיף.**

על מנת לבחון כיוונים שונים של התמודדות עם תופעת הריקבונות הדלעת המאוחסנת החלטנו לבחון זן מכלוא חדש של דלעת טריפולי, שהחל להיות משווק בעונה 2024, והוא תוצר טיפוח של חברת "גדות אגרו", אשר בחנה קווי מכלוא חדשים של דלעת טריפולי. הטיפוח לווה בבדיקות שנערכו במעבדה של ד"ר כרמית זיו במחלקה לחקר תוצרת חקלאית במכון וולקני, אשר מצאו כי רכיבי האיכות של פרי זן המכלוא המצטיין שנבחר, לא נופלים מרכיבי האיכות של הזן הפתוח המקובל. בשנת 2024 חברת גדות אגרו החלה לשווק את זן המכלוא המצטיין תחת השם "חצב", ובשנת 2025 כבר נשתלו כ-1000 דונם מזן זה (על פי נתוני החברה). בעונת 2024 ביצענו ניסוי גידול בשטח פתוח (במימון מועצת הצמחים) על מנת לבחון את ביצועי זן המכלוא חדש של דלעת טריפולי, מבחינת יבול וכושר אחסון, בהשוואה לזן טריפולי הפתוח המקובל. תוצאות מבחן הזנים הצביעו על יתרון בולט לזן המכלוא מבחינת יבול (11.0 טון לדונם בזן המכלוא לעומת 4.6 טון לדונם שהתקבל מהזן הפתוח), וכן מבחינת כושר האחסון של הפרי (טבלה 5). בתום שישה חודשי אחסון בתנאים לא מבוקרים במו"פ בקעת הירדן, יותר פירות מזן המכלוא נותרו ראויים לשיווק (57% לעומת 24% בזן הפתוח), וקצב התפתחות הריקבונות בפרי היה איטי יותר (ממוצע ימים באחסון 160 ימים במכלוא לעומת 118 יום בזן הפתוח).

בעונות הקודמות מצאנו כי פירות דלעת (זן פתוח), שגדלו בשדה פתוח, היו נגועות במקבץ וירוסים הכולל SLCV, CYSDV, CVYV ו- CCYV [8]. גם השנה נמצאה נוכחות גבוהה של וירוסים אלו בפירות משני הזנים שגדלו בבית הרשת הפתוח (נתונים לא מוצגים). **על מנת להבין האם כושר האחסון של הפירות מושפע מנוכחות / העדר וירוסים אלו, גידלנו את שני הזנים זה לצד זה בשני צידי בית רשת 50 מש: בצד אחד של בית רשת היה סגור לכניסת חרקים, ובצד השני בית הרשת היה פתוח לכניסת חרקים המשמשים כוקטורים להעברת וירוסים. מעניין לציין שבשנים 2022-2023 בהן בדקנו את השפעת הנגיעות בוירוסים על יבול ואיכות פרי דלעת מהזן הפתוח, ראינו ירידה ביבול עקב נגיעות בוירוסים (כאשר משווים את היבול בין גידול בבית רשת פתוח לעומת סגור) בשעור של 20-50% [8]. בניסוי השנה התופעה הזו לא חזרה על עצמה, כנראה עקב בעיית חנטה שנבעה מתפקוד לא תקין של הדבורים והבובמוסים. מאידך ניתן לראות כי בדומה לזן הפתוח, ישנה השפעה ברורה של נוכחות וירוסים בפרי זן המכלוא "חצב" על רגישותו לפוזריום (איור 4, טבלה 6). הדבר מחזק את השערת המחקר שלנו כי על אף שלא ניתן להבחין בסמפטומים חזותיים בפרי הדלעת הנגוע בוירוסים השונים, לנוכחותם בפרי השפעה מהותית על הפיסיולוגיה שלו ומערכות ההגנה שלו כנגד עקות ביוטיות אחרות.**

במהלך שתי עונות הגידול שבהן נבדק זן המכלוא "חצב" נצפתה תופעה היסדקות ופיצוץ בפירות, כאשר בזן זה נמצא שיעור גבוה יחסית של פירות מפוצצים בזמן הקטיף (11-24%). אף על פי שאנו משערים כי התופעה נובעת ממשטר ההשקיה לא אופטימלי, תופעה זו משפיעה על כדאיות הגידול והשיווק של זן המכלוא, ויש לחפש פתרונות אגרוטכניים (כגון התאמה מדויקת של משטר ההשקיה) כדי למזער את התופעה.

תוצאות המחקר מדגישות את הצורך לפתח ממשק הדברה למניעת הדבקה של וירוסים מועברי כע"ט בשלבים יותר מתקדמים בגידול כאשר ההדבקה עשויה להגיע לפרי ולהשפיע על ניבת היבול וכושר אחסונו. נושא זה הוא קריטי להתנהלות בגידול הדלועיים, בעיקר לאור שינויי האקלים שגורמים לעליה משמעותית בהתפרצות מחלות ויראליות בגידולי דלועיים באזורינו [9]. בעקבות כך הלחץ הפתולוגי על גידול הדלועיים (מלפפון, אבטיח, מלון וקישואים) גובר והחקלאים מתמודדים עם עליה משמעותית בנזק הנגרם לגידול מבחינת היבול המתקבל ואיכות הפרי המשווק. על מנת לצמצם את הפגיעה ביבול, החקלאים נוקטים פעולות רבות למנוע את ההדבקה של הצמחים בוירוסים ע"י מניעת חדירה של הווקטורים החרקיים באמצעות מחסומים פיזיים (רשתות 50 מ"ש) או כימים כגון שימוש בתכשירי הדברה סיסטמיים. פעולות אלו אינן מונעות את ההדבקה בוירוס, אך מצליחות לצמצם / לדחות את ההדבקה לשלבים מאוחרים יותר בהתפתחות הצמחים, ובכך לצמצם את הפגיעה הכמותית ביבול. בפועל, תוצרת הדלועיים בישראל נגועה ברמה משתנה בוירוסים צמחיים. לאור תוצאות המחקר שהצגנו, ניכר כי על אף שבהדבקה מאוחרת של וירוסים לרוב אין רואים סמפטומים בפרי, נוכחותם בפרי משפיעה על המטבוליזם והפזיולוגיה של הפרי קטוף, על איכותו וכושר אחסונו.

במחקר דומה שבצענו במלפפון והדבקה ב CGMMV מצאנו כי נוכחות הוירוס בפרי משפעת את מסלול סנטזת האתילן, הפנילפרופנואדים וחומצה גסמונית [10]. לאור זאת חשבנו לבדוק האם יישום של פניל אלנין יוכל לשפר את עמידות הפרי לוירוסים. בפועל ריסוס בפניל אלנין הקטיף את שיעור רקבונות העוקץ אך לא שיפר את חיי המדף של הפרי. מאידך, גידול תחת רשת 50 מ"ש נתן יתרון משמעותי לצמצום ריקבון הפרי ולהארכת חיי המדף של דלעת בכל שנות המחקר שבהן זה נבדק. **לאור זאת, יש חשיבות לבחון שילוב של גידול מוגן ברשת 50 מ"ש עם יישום של פניל אלנין לשיפור הטיפול ולצמצום הפחת באחסון שפוגע בכלכליות הגידול לחקלאים.**

רשימת ספרות

1. טופורוב, ג., צ. גרינהוט, ע. לוינגרט, *et al.*, תזונה מקיימת וביטחון תזונתי בחקלאות בישראל – נתונים כמותיים מגידולי הצומח. 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. Krasnow, C.S., U. Bhatta, G. Raphael, L.M. Quesada-Ocampo, and C. Ziv, A Diagnostic Guide for Fusarium Fruit Rot of Pumpkin and Winter Squash. *Plant Health Prog*, 2024: p. PHP-03-24-0025-DG.
4. Moore, M.D. and L.A. Jaykus, Virus-Bacteria Interactions: Implications and potential for the applied and agricultural sciences. *Viruses*, 2018. **10**(2): p. 61.
5. Tollenaere, C., H. Susi, and A.-L. Laine, Evolutionary and epidemiological implications of multiple infection in plants. *Trends in Plant Science*, 2016. **21**(1): p. 80-90.
6. Shapiro, L.R., L. Salvaudon, K.E. Mauck, *et al.*, Disease interactions in a shared host plant: effects of pre-existing viral infection on cucurbit plant defense responses and resistance to bacterial wilt disease. *PLoS one*, 2013. **8**(10): e77393.
7. Philosoph, A.M., A. Dombrovsky, Y. Elad, *et al.*, Combined infection with *Cucumber green mottle mosaic virus* and *Pythium* Species causes extensive collapse in Cucumber plants. *Plant Dis*, 2018. **102**(4): p. 753-759.
8. רז-מגיד, ע., ג. רפאל, ז. גלעד, *et al.*, דוח שנה 2 - מניעת ריקבון דלעת באחסון ובחינת מעורבות וירוסים ברגישות הפרי לפטריות גורמות ריקבון לאחר קטיף. 2025.
9. Lecoq, H. and C. Desbiez, Chapter 3 - Viruses of Cucurbit crops in the Mediterranean region: An ever-changing picture, in *Advances in Virus Research*, G. Loebenstein and H. Lecoq, Editors. 2012, Academic Press. p. 67-126.
10. Raz Magid, A., N. Sela, G. Raphael, *et al.*, Cucumber (*Cucumis sativus*) fruit deterioration in cold storage is aggravated by cucumber green mottle mosaic virus infection. *Postharvest Biol Technol*, 2026. **231**: p. 113829.