

שימור איכותי של מג'הול עסיסי במיוחד מפירות ברמות הבשלה שונות

ד"ר חמוטל בורוכוב, יערה דנינו, אמנון גרינברג – מו"פ ערבה דרומית

רקע ותאור הבעיה

לתמר מזן מג'הול חשיבות מרכזית בכלכלת תושבי הערבה הדרומית. כיום עיקר הכנסות הענף הן מפרי מג'הול "עסיסי" המתאפיין ב- 23-26% מים. בשנים האחרונות מתרחב השימוש בגדיד בניעור ממוכן במטעי האיזור ובמהלכו נאספות כמויות משמעותיות (>25%) של פרי



איור מס. 1: סוגי פרי מג'הול הנגדד בניעור ממוכן.

"בוהל", פרי בשלבי הבחלה שונים ("בוהל חלקי") ופרי בוסר צהוב, הנושרים בגדיד יחד עם הפרי המוכן (איור מס. 1). כיום ננקטות שיטות שונות לסיום הבחלת פרי ונוהגים ליבש את ה"בוהל" לרמת פרי "עסיסי". תהליכי ההבחלה והייבוש מלווים בנזקי מופע ניכרים ופגיעה משמעותית בכשר ההשתמרות באחסון וחיי מדף. המשמעות הכלכלית היא הפסד מצטבר מאבדן פרי ועלויות תהליכי ההבחלה והייבוש.

מוצר מג'הול חדש הזוכה לביקוש רב ופודה מחירים גבוהים במיוחד הוא פרי מג'הול "עסיסי במיוחד" (פרי "בוהל" המכיל 32-40% מים). הפרי כבד וגדול יותר (20%-15%) מאשר לו שווק כפרי "עסיסי". האפשרות להכין מוצר מג'הול "עסיסי במיוחד" מהפירות שנשרו טרם עת בגדיד הממוכן תחסוך את הוצאות הייבוש וההפסד הכספי מהנזק הנגרם במהלכו לפרי ותוסיף לערכו את מחיר הפדיון הגבוה ותוספת המשקל.

התכונות הייחודיות של מוצר מג'הול "עסיסי במיוחד" מגבילות את יכולת ההשתמרות שלו באחסון וחיי מדף ומקשות על אפשרויות השיווק המסחרי בארץ ובחו"ל. המרקם הרך והעדן מחייב התייחסות מיוחדת בשלבי המיון והאריזה ותכולת המים הגבוהה יחסית מאפשרת התפתחות של נגיעות מיקרוביאלית למרות אחוז הסוכר הגבוה. בנוסף, ממשיכים בפרי תהליכי התכהות הצבע ואיבוד המים ופוגעים באיכות המוצר. נדרשים איפוא משטרי אחסון וטיפול בחיי מדף ייחודיים למוצר שיבטיחו שימורו האיכותי לאורך זמן תוך שמירה על תיוגו כמוצר טבעי טרי הנצרך כמות שהוא.

תכולת המים בפרי המג'הול לפני ובמהלך ההבחלה גבוהה מ- 40%, הרף העליון ללחות הרצויה במוצר ה"עסיסי במיוחד". הבחלת פרי צהוב "בוסר בוגר" וסיום הבחלת "בוהל חלקי" מתבצעים כיום בתנאים לא מבוקרים. פירות ה"בוהל" המתקבלים אינם אחידים בצבע, מרקם ותכולת המים, העולה לעיתים על הערך הרצוי. כמו כן, בחלק ניכר מהפירות מתפתחת

השתלפחות בהיקף נרחב. קבלת מוצר איכותי מותנית בתהליכי הבחלה מבוקרי טמפרטורה ולחות ובהתאמתם למצב הפיזיולוגי של הפרי, כך שבמקביל להתרככות הפרי יתרחש תהליך מידתי של איבוד מים.

פיתוח מוצר מגיהול "עסיסי במיוחד" בארץ החל ע"י צבי ברנשטיין וחוב' במטרה לעקוף את נזקי השלפוח הנרחבים בפרי המגיהול ה"עסיסי" באזורי צפון ים המלח, בקעת הירדן והעמקים הצפוניים. בעקבות נתוני האחוזים הגבוהים של פרי "בוהל" הנאסף בגדיד ממוכן במטעי הערבה הדרומית נעשה במו"פ ערבה דרומית מחקר מקיף בתחום (בורוכוב וחוב', 2005-2010) תוך שיתוף פעולה עם ברנשטיין וחוב' (2005-2007) וכהן וחוב' (2008-2010). נבחנו משטרי אחסון בטמפרטורות נמוכות ונמצא שהמתכונת היעילה לשימור ממושך של פרי "עסיסי במיוחד" שהוכן מפרי שנגדד כ"בוהל" היא אחסון ב-25°C. איכות הפירות, ברמות לחות 32-39% מים, השתמרה באחסון למשך 8 חודשים, ובחיי מדף בקירור למשך 4 שבועות נוספים. עם העברת המוצר לטמפרטורה של 20°C החלה להתפתח נגיעות מיקרוביאלית משמעותית בפרי עם רמות הלחות הגבוהות יותר. שמירה על סביבת עבודה נקייה בשילוב עם חיטוי הפרי בספורקיל (תכשיר אמוניום רבעוני של חברת ICA) לפני האריזה ו/או אריזה באווירה מתואמת עם חנקן צמצום מאוד את התפתחות הנגיעות המיקרוביאלית בפרי במהלך חיי המדף בחדר ממוזג. האריזה במגשית אטומה הבטיחה שימור האיכות הגבוהה של הפרי ובהחלפת האוויר בחנקן נשתמר הגוון הבהיר של המוצר.

מספר ניסויים הקדמיים נעשו לסיוס הבחלת פרי שנשר כ"בוהל חלקי" ובחינת התאמתו למוצר מגיהול "עסיסי במיוחד". בפרי שנאסף באחוזי הבחלה מתקדמים (>70%) וסיים הבחלה בחדר הידרציה של 42°C ולחות גבוהה מ-90% נשתמרה האיכות היטב באחסון ממושך ב-25°C ובחיי מדף בקירור, אך בטמפרטורת החדר התפתחה במהירות נגיעות מיקרוביאלית. השפעתם המיטיבה של הטיפולים השונים לפני ובעת האריזה שהתקבלה עם פרי שנאסף כ"בוהל" הייתה חלקית בלבד עם הפרי המובחל. מעקב אחר תהליך ההבחלה בחדר הידרציה של פירות שנשרו כבוסר וברמות הבחלה שונות ועמידות המוצרים המתקבלים באחסון וחיי מדף הצביע על הצורך בלימוד מעמיק של התנאים הנדרשים לסיוס ההבחלה של כל סוג פרי (כלומר, פרי בכל אחת מרמות ההבחלה הראשונית) במינימום זמן תוך הבטחת איכות פרי ה"בוהל" המתקבל. מתקן הבחלה מבוקר בעל טווח רחב של טמפרטורות ולחיות המאפשר שינויים מהירים יחסית של התנאים האקלימיים יאפשר את בירור התנאים לקבלת "בוהל" איכותי מסוגי הפרי השונים עם רמת לחות שלא תעלה על 40%.

מטרת המחקר

מטרת המחקר היא פיתוח ידע להכנת מוצר מגיהול "עסיסי במיוחד" איכותי ובעל כשר עמידות באחסון וחיי מדף מתאים לשיווק מפירות שנגדדו ברמות הבחלה שונות. מטרת משנה: (1) פיתוח פרוטוקולי הבחלה מיטביים בחדר הבחלה ייעודי לפרי שנגדד ברמות הבחלה שונות לקבלת מוצר מגיהול "עסיסי במיוחד" איכותי. (2) לימוד ושיפור עמידות המוצר באחסון ממושך וחיי מדף בתנאי קירור וחדר ממוזג.

מהלך המחקר ושיטות העבודה

המחקר התמקד בשלושה נושאים: (1) פיתוח "מתקן הבחלה" מבוקר לחות וטמפרטורה. (2) פיתוח פרוטוקול "הבחלה" מיטבי לפרי שנגדד ברמות הבחלה חלקית שונות, מ-0 עד 75%. נבדקו

מספר שילובים של טמפרטורה, לחות ותקופות חשיפה. 3) התנהגות פרי מובחל באחסון ובחיי מדף: תנאי ההבחלה המיטביים יושמו בהכנת "פרי מובחל" איכותי. **אחסון**: ב- 25- מ"צ למשך 2-6 חודשים. **אריזה**: אריזה במגשיות "בונבוניירה" תחת אווירה מתואמת עם אוויר, חנקן או 5% פד"ח בחנקן. **חיי מדף**: במקרר למשך ארבעה שבועות, וארבעה שבועות נוספים בחדר ממוזג (כ- 20 מ"צ).

בכל מועד נבדקו בפרי מדדים כימיים (לחות, פעילות מים ו-Brix) ומדדי איכות (משקל, שלפוח, הסתכרות, צבע ונגיעות).

תוצאות

לצורך ביצוע התכנית הוקם מתקן הבחלה ייעודי מבוקר לחות וטמפרטורה (תמונה מס. 1). המתקן כלל לוח בקרה מחוץ למבנה, ובתוכו- חיישן לחות וטמפרטורה, מחוללי לחות, תנור, מזגן, ונטה ומאוורר.



תמונה מס. 1: מתקן הבחלה מבוקר טמפרטורה ולחות.

קיץ 2010 התאפיין בטמפ' גבוהות מהממוצע השנתי ב- 1-2 מ"צ. עקב כך העונה התאפיינה בגדיד מוקדם מהצפוי, שהצטמצם לשלושה שבועות בלבד, ובמיעוט פרי לא בשל שנאסף במהלך הגדיד הממוכן. מיעוט הפרי לא אפשר בחינה של שילובים שונים של טמפרטורה ולחות בהיקפי פרי גדולים לאופטימיזציה של התהליך. על סמך בדיקות בהיקפי פרי קטנים בוצע ניסוי על פירות ממוצע סמר ברמות הבחלה שונות, 1-25%, 26-50%, ו- 51-75% בוחל (בהמשך יוגדרו הקבוצות כ- 25, 50 ו- 75%, בהתאמה). הפירות הונחו בשכבה בודדת בארגזי פלסטיק שטוחים והוכנסו למשך 24-72 שעות למתקן שכוון ל- 60% לחות ו- 42 מ"צ עד לסיום ההבחלה. מאחר והפרי סיים הבחלה ברמת לחות גבוהה מהרצוי (>40%) היה צורך בהוספת שלב ייבוש באוורור למשך 24 שעות נוספות במהלכו הופחתה הלחות במתקן ל- 30%. יעילות תהליך ההבחלה בפרי ממוצע סמר מפורטת בטבלה מס. 1. הושגו אחוזי הבחלה גבוהים אך התהליך היה ממושך מהרצוי.

טבלה מס. 1: יעילות תהליך ההבחלה של פרי ממוצע סמר ברמות הבחלה התחלתית שונות במתקן מבוקר טמפרטורה/לחות.

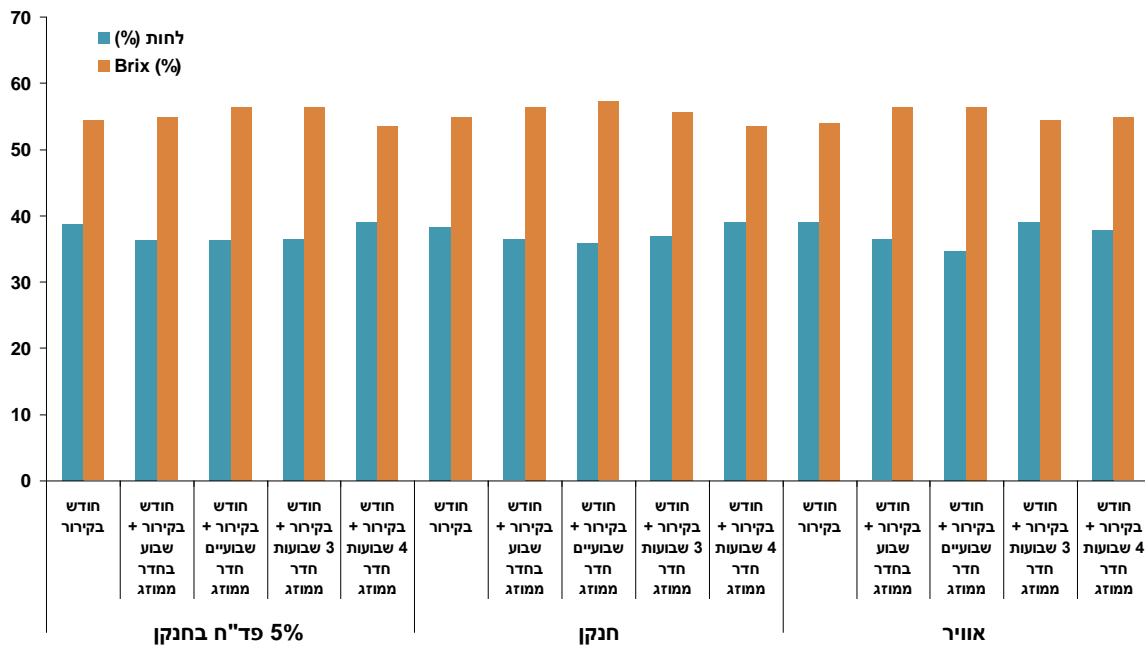
הסתכרות (%)	צבע	נגיעות (%)	שלפוח (%)	Brix (%)	לחות פרי ממוצעת (%)	הבחלה (%)	פירוט תהליך ההבחלה (זמן, לחות, טמפ')	רמת הבחלה התחלתית (%)
0	בהיר	0	11.9	46.9	39.8	75.7	42 ש', 60% מ"צ	25
0	בהיר	0	10.1	55.9	38.4	98.3	42 ש', 60% מ"צ	50
0	בהיר	4.2	0	52.1	38.1	98.2	42 ש', 60% מ"צ	75

הפרי אוחסן על פי אותה מתכנת שנמצאה מתאימה למוצר מגיהול "עסיסי במיוחד" מפרי "בוחל". פירות איכותיים לאחר מיון סודרו בשכבה אחת על יריעת ניילון בקופסאות קרטון של 5 ק"ג ונעטפו היטב בניילון נצמד. קופסאות הפרי הוכנסו למקפיא בטמפרטורה של -25°C . כמות הפרי הגבילה את הניסוי לתקופת אחסון אחת בלבד ונבחרה תקופה של 4 חודשים. איכות הפרי מכל הסוגים נשתמרה היטב במהלך 4 חודשי האחסון (טבלה מס. 2).

טבלה מס. 2: מדדי איכות פרי מובחל לאחר 4 חודשי אחסון ב- -25°C מ"צ.

Brix (%)	לחות (%)	הסתכרות (%)	הפרשת נוזלים (%)	נגיעות (%)	שילפוח (%)	רמת הבחלה התחלתית (%)	מועד בדיקה
46.9	39.8	0	0	0	11.9	25	14/12/2010
55.9	38.4	0	0	0	10	50	14/12/2010
52.1	38.1	0	0	0	4.5	75	14/12/2010

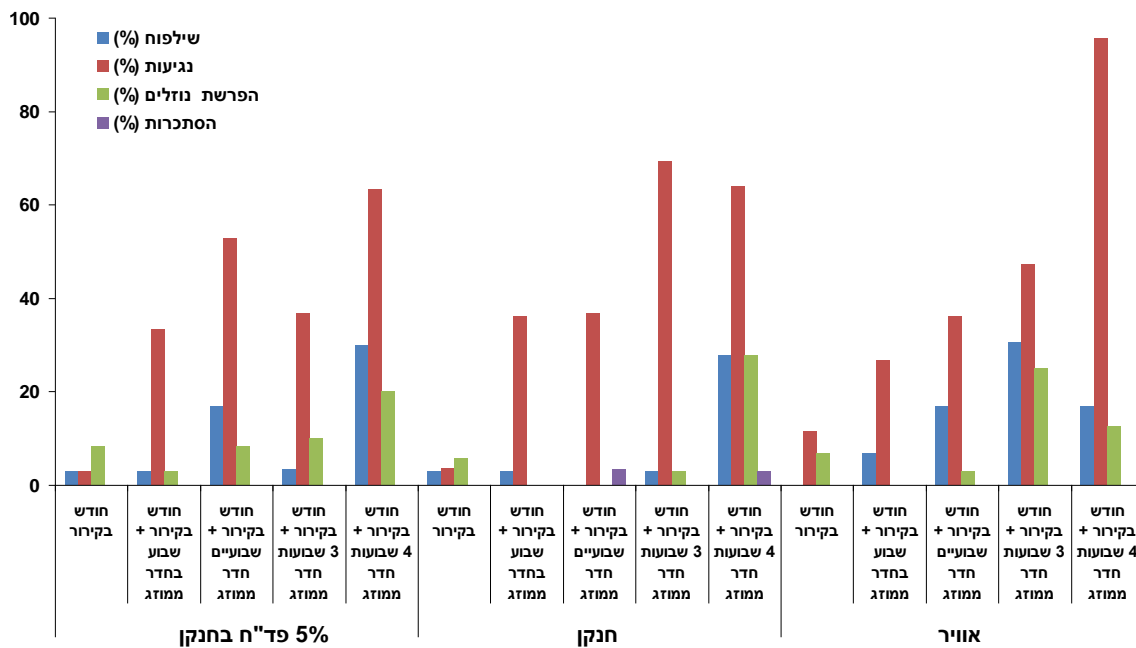
עם ההוצאה מהאחסון הפירות מוינו ונארזו תחת אווירה מתואמת בשלושה הרכבים, אוויר, 5% פד"ח בחנקן וחנקן, ונבחנו בחיי מדף של חודש במקרר ו-4 שבועות בחדר ממוזג. המדדים הכימיים של הפירות, לחות ובריקס, השתמרו היטב לאורך כל תקופת חיי המדף (איור מס. 1). למרות הוספת שלב הייבוש בתום ההבחלה התקבל שאחוז משמעותי של הפירות היו ברמת לחות גבוהה מן הרצוי, למעלה מ-40% מים, עובדה שהתבטאה בהתפתחות נגיעות כבר בסוף תקופת השהות במקרר שהתגברה במהירות עם ההעברה לחדר הממוזג. האריזה תחת אוויר הייתה הפחות מוצלחת מבין שלושת הטיפולים. האריזה באווירת חנקן השיגה את התוצאות הטובות ביותר: מנעה את התכהות הפרי לאורך כל תקופת חיי המדף, יתכן שערכה במעט התפתחות שילפוח אך לא מנעה את התפתחות הנגיעות בפרי (תמונה מס. 2 ואיור מס. 2).



איור מס. 1: השפעת אריזה באווירה מתואמת על מדדים כימיים של פרי מגיהול "עסיסי במיוחד" מרמות שונות של הבחלה התחלתית בחיי מדף לאחר 4 חודשי אחסון ב-25 מ"צ.

משך חי מדף של פרי מסמר	אחוז בוחל התחלתי	N ₂			5% CO ₂ /N ₂			Air		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
לאחר שבוע בחדר ממוזג	25%									
לאחר שבועיים בחדר ממוזג	25%									
לאחר שבוע בחדר ממוזג	50%									
לאחר שבועיים בחדר ממוזג	50%									
לאחר שבוע בחדר ממוזג	75%									
לאחר שבועיים בחדר ממוזג	75%									

תמונה מס. 2: השפעת אריזה באווירה מתואמת בחיי מדף על איכות פרי מגיהול "עסיסי במיוחד" מרמות שונות של הבחלה התחלתית בחדר ממוזג לאחר 4 חודשי אחסון ב-25 מ"צ ו-4 שבועות בקירור.



איור מס. 2: השפעת אריזה באווירה מתואמת על איכות פרי מגיהול "עסיסי במיוחד" מרמות שונות של הבחלה התחלתית בחיי מדף לאחר 4 חודשי אחסון ב-25 מ"צ.

התוצאות מצביעות בבירור על הצורך בשיפור תהליך ההבחלה המבוקר כך שבסופו הפרי יכיל פחות מ-40% מיס. מתקן ההבחלה מבוקר טמפרטורה ולחות סבל מ"מחלות ילדות" רבות ולא הושגה יציבות של תנאי הטמפרטורה והלחות בו במשך תהליך ההבחלה. לקראת גדיד 2011 שופרו ביצועי המתקן. בנוסף הוקם מתקן, מבוקר טמפרטורה, להבחלה יבשה (תמונה מס. 3). מתקן מנהרה זה מצויד בלוח בקרה חיצוני, חיישני טמפרטורה, גופי חימום וונטה.



תמונה מס. 3: מנהרת הבחלה מבוקרת טמפרטורה.

בניסוי על פרי מגיהול מגדיד 2011 שנאסף ברמות של 0-70% הבחלה הושג סיום ההבחלה תחת משטרים שונים של טמפרטורה/לחות/תקופות חשיפה תוך שימוש בשני המתקנים. התהליך היה

קצר יותר והפרי המובחל הכיל פחות מ- 40% מים. הפירות המובחלים נמצאים עתה באחסון במקפיא של 25- מ"צ לתקופות של 3-6 חודשים. במהלך השנה הקרובה תבחן עמידותם בחיי מדף באריזה תחת חנקן.

לסיכום, מתקן ההבחלה מבוקר לחות וטמפרטורה אפשר הכנת פרי "בוחל" עם מופע איכותי מפירות מגיהול שירדו בגדיד ממוכן בטרם הבשלה. הושגו אחוזי הבחלה גבוהים אך תהליך ההבחלה היה ממושך ונדרש לקצרו. איכות הפרי נשתמרה באחסון ל- 4 חודשים אך בחיי המדף התפתחה נגיעות מיקרוביאלית. פרי ה"בוחל" שהתקבל היה לח מכדי להתאים לשיווק כמוצר פרי מגיהול "עסיסי במיוחד" ונדרשת העלאה בקצב הייבוש במקביל להבחלה. השיפור בביצועי המתקן מבוקר לחות וטמפרטורה והוספת המתקן להבחלה יבשה מאפשרים ייעול של תהליכי ההבחלה והכנת פרי "בוחל" שיעמוד בקריטריונים השיווקיים למוצר מגיהול "עסיסי במיוחד".

רשימת ספרות

- בורוכוב, ח., לוצקי, ב., דנינו, י., יודנשטיין, ס., גרינברג, א., אימרמן, א. (2005-2010) דו"חות שנתיים למו"פ ערבה דרומית, אבטחת איכות פרי מגיהול "עסיסי במיוחד".
- ברנשטיין, צ., בן-צבי, ר., בורוכוב-נאורי, ח. ברמוחה, ד. (2005-2007) דו"חות שנתיים למדען הראשי, תכנית מס. 919-0047-05, "מגיהול טרי" מוצר ייצוא חדש לתמרי 'מגיהול'.
- ברנשטיין, צ., בן-צבי, ר., בורוכוב-נאורי, ח. ברמוחה, ד. (2007) תמר 'מגיהול' טרי – מוצר ייצוא חדש. עלון הנוטע 61, 436-440.
- כהן, י., קורצ'ינסקי, ר., בן-צבי, ר., שפירא, א., סריג, פ., סטרומזה א., אורן, ח., בורוכוב, ח., בן-אריה, ר., נריה, א., פסיס, ע., פליק, א., שומר, א., שמילוביץ, ז., ויסבלום, א., רגב, ר., שלומי, ט., קחל, י. (2008-2010) דו"חות שנתיים למדען הראשי, מו"פ מונחה שיווק לייצוא תכנית מס. 203-0733-08, פיתוח של תמר 'מגיהול' טרי, עסיסי ואיכותי כמוצר חדש לייצוא.