



הרב דוד אייגנר

השש מהתפתחות חרקים מביצים שנותרו בקמח¹

כאמור לעיל במאמרו של הרב יואל פרידמן, הקמח על סוגיו השונים הוא בחזקת נקי לאחר הטחינה. כדי לצרוך את הקמח ללא צורך בניפוי לאחר מכן, יש לבחון את שיטות האחסון השונות הקיימות כיום בשוק ולבדוק אם השימוש בהן מסייע לשמירה על חזקה זו. השאלה היא: האם מותר להשתמש בקמח ללא ניפוי בתנאים מסוימים, או שיש לחשוש להתפתחות חרקים מן הביצים שנותרו בקמח לאחר הטחינה?

1. ביצת החרק

קוטרה הממוצע של ביצת חרקים היא כקוטרו הממוצע של גרגר קמח², והיא עוברת דרך נפה ביתית ממוצעת³. צבעה הוא לבן על פי רוב. מכיוון שלא ניתן להבחין בה בעין רגילה⁴, היא אינה אסורה. בדומה לכל יצור חי, גם בביצי החרקים קיים תהליך נשימה, והוא מתבצע דרך מעטה הביצה, באיבר שנקרא ⁵aeropyles (חורים זעירים במעטה הביצה). כשתהליך הנשימה נעצר, הביצה מתה.

2. טיפול בחיטים במהלך האחסנה

הצורך בהרחקת חרקים מהחיטים ומהקמח קיים בכל העולם⁶. בשל כך מתבצעים

1. הנתונים במאמר זה נלמדו מכמה אנשי מקצוע בתחום שימור המזון וייצור הקמח. ברצוני להודות בפרט למר דוד פרידמן (פרידי) מטחנת הקמח 'שטיבל' על הזמן שהקדיש לנו ועל המידע הרב שחלק איתנו, הן בשיחות והתכתבויות הן בסיור מעמיק בטחנת הקמח 'שטיבל'. בביקור התוודענו לשיטות החדשניות ביותר של ייצור קמח ללא צורך בניפוי. תודתי נתונה גם לר' עקיבא הכהן מטחנת הקמח 'עץ השדה' ביצהר על הסיור המעמיק בטחנה, למר אלי מור מחברת 'מולטיוואק' על עזרתו בהבנת התהליכים הנעשים במכונות הוואקום, ולפרופ' שלמה נברו, חוקר מוביל בעולם בתחומי אווירות מבוקרות, אוורור וקירור גרגירים באסמים, על הבהרת תהליכי האריזה לעומקם ופירוט הנתונים הנצרכים להתפתחות החרקים.
2. 200–300 מיקרון.
3. למשל בנפה שמוגדרת '60 מש', הכוונה היא שיש 60 חורים באינץ'. קוטרו של החור הוא כ-250 מיקרון.
4. מכיוון שהצבע הוא צבע הקמח, קושי זה קיים גם בהסתכלות במיקרוסקופ.
5. בחרק המפותח הנשימה מתבצעת בעיקר דרך הטרכאות – צינורות נשימה המצויים בצידו של גוף החרק.
6. למשל בתקן משרד הבריאות בארה"ב: U.S Department of Health and Human Services, FDA, נכון ל"ז אדר תשע"ח, התקן הוא ממוצע של 75 חלקי חרקים בחמישים גרם קמח לבן, ושערה אחת של מכרסם בחמישים גרם קמח לבן.

בטחנות הקמח השונות כמה תהליכים של טיפול מקדים בחיטים, החל מהגידול בשדה:⁷ אחסון החיטים בממגורות השונות, הכנסת גז פוספין לאסמים במהלך אחסון החיטים,⁸ אוורור החיטים והרחקת מכרסמים. כמו כן ישנן טחנות ובהן מכשור מתאים שבורר את החיטים באמצעים שונים לפני הטחינה. בטחנות משוכללות ישנה עין אלקטרונית שמזהה גרעינים נקובים או גרעינים בעלי משקל שונה ממשקל הגרעינים הממוצע, והיא בוררת אותם משאר הגרעינים. בטחנות אחרות ישנה כברה שבוררת את החיטים הן באמצעות נפה הן באמצעות לחץ אוויר שמעיף את המוץ, את הגרעינים הקלים יותר וכן את החרקים.

3. השמדת החרקים והביצים בטחינה

במהלך הטחינה, החרקים שהיו בחיטים מתים ונטחנים, ולא ניתן למצוא חרקים שלמים בקמח. כך גם חלק מהביצים. בנוסף לכך, בטחנות קמח טובות משתמשים באמצעים מכניים כגון אנטולטרים (Entoleter)⁹ וסטרילטורים אשר תפקידם לשבור ו/או לפגום את ביצי החרקים בצורה שלא תאפשר את בקיעתן. הטחינה והאמצעים המכניים משמידים לחלוטין את החרקים ואת רובן של הביצים, אך מכיוון שקוטרה של הביצה הוא כקוטר גרגיר קמח, אין אפשרות להגיע להשמדה מוחלטת של כל הביצים, וייתכן כי חלקן עוברות לקמח.¹⁰

4. שיטות האריזה

מטרתן של שיטות האריזה המודרניות היא עצירת הגורמים שמקלקלים את המזון – חרקים וחיידיקים, ונתינת חיי מדף ארוכים יותר למזון. הפעולות מתחלקות לשתיים: (1) טיפול במוצר המזון עצמו שלא יהיה מאולח בגורמים שמזרזים ריקבון.¹¹ (2) אריזת המוצר בתנאים שמסייעים לשמירה על איכות. ישנן שתי שיטות מרכזיות לאחסון הקמח כדי שיוגדר כקמח ללא חובת ניפוי, ראה הרחבה להלן:

1. שמירה בטמפרטורה שלא מאפשרת לאורגניזמים לא רצויים להתפתח (קירור).

7. בשדה ישנם מזיקים כגון פשפש הקמה (Sunn Pest) *Puton intetgriceps Eurygaster*, שפוגע באיכות הגרעין במהלך הגידול.
8. מזיקי המחסן העיקריים בארץ הם חיפושית הקמח ועש הקמח הים-תיכוני, ראה במאמרו של יוסי אושר, 'משך התפתחות החרקים בקמח והמשמעות הנובעות מכך', אמונת עתיך 115 (תשע"ז), עמ' 54-51.
9. מכשיר עם פלטות אחת כנגד השנייה במהירות 3600 סיבובים לדקה. במכשיר מורכבים סכינים/פטישים/ידיות שמוחצים את החרקים והביצים, ראה באתר החברה: <http://www.entoleter.com/impactfg.htm>
10. יש לציין כי בנוהלי הרבנות הראשית: 'נוהל טחנות קמח לימות השנה', בעלי הטחנה נדרשים להתקין אנטולטר לפני הניפוי הסופי, וכן מומלץ להתקין מכשיר כזה במאפיות בכשרות 'מהדרין'.
11. למשל בחלב פורסם תקן מסוים לכמות של תאים סומטיים (תאי דם לבנים), מתוך הבנה שכמות גבוהה של סך תאים סומטיים גורמת לחיי מדף קצרים יותר של המוצר; מיצים טבעיים עוברים פסטור, ועוד כהנה וכהנה.



2. שימור באווירה מבוקרת (Modified atmosphere), הרחקת החמצן מן המוצר ביצירת תת לחץ (ואקום) = הוצאת החמצן, או לחלופין החלפת האוויר (שמכיל 21% חמצן) בגז אחר – חנקן (N) או פחמן דו חמצני (פד"ח – CO₂), מתוך הבנה שללא חמצן – אין חיים ואין התפתחות של חיידקים וחרקים.

5. קירור

חרקים הם בעלי חיים שלהם 'דם קר', דהיינו בעלי חיים שחום גופם תלוי בתנאי הסביבה. התפתחות החרקים מתאפשרת בטמפרטורה שנקראת 'טמפרטורת סף ההתפתחות של חרקים'. הסף משתנה בין המינים השונים, אך לא באופן מובהק, כמפורט בטבלה להלן:

מטמפרטורה	מצב החרק
-18 (מתחת האפס)	החרק והביצים ימותו בתוך כשעתיים
-15	החרק והביצים ימותו בתוך כשבוע
-10	החרק הביצים ימותו בתוך כשלושה שבועות
0	החרק הביצים ימותו בתוך כשלושה חודשים
+ 15	טמפ' הסף להתפתחות חרקים (הטלת ביצים)
+18	החרק משלים מחזור חיים שלם (ביצה-בקיעה-העמדת הדור הבא-מוות)
+28	עצירת ההתפתחות של החרק

בטמפרטורה של -18°C , שהיא הטמפרטורה הרצויה בתא המקפיא במקרר ביתי, החרקים והביצים מתים.

הטמפרטורה הממוצעת בתא המקרר במקררים ביתיים היא כ- 4°C , לכן אחסון בקירור אינו מאפשר התפתחות של ביצי חרקים חדשות, אם כי אלו שכבר נמצאות בקמח עדיין חיות.

לעיתים ביצה התחילה את תהליך ההתפתחות, ולאחר מכן הוא נעצר מסיבות שונות כגון ירידה בטמפרטורה. הביצה ממשיכה לחיות, אך רק התחממות הקמח והגעתו לטמפרטורה המתאימה יכולות להניע מחדש תהליך זה. מכאן שיציאה של הקמח למספר שעות מצומצם מחוץ למקרר אינה בעלת השפעה על התפתחות הביצה. חסרונות השיטה:

במהלך הטחינה הקמח מתחמם, והטמפרטורה יכולה להגיע לכדי 40 מעלות. הקמח נארז בתוך שקיות של קילו אחד ובמארזים של טון, לכן הגעה של כל הקמח, גם זה המצוי במרכז המארז, לטמפרטורה הרצויה של -18°C יכולה להימשך כמה ימים עד שבוע מהטחינה. על אלה נוספות העלויות הגבוהות של אחסון כמויות גדולות במקררים מיוחדים (הן מבחינת השטח הנדרש הן מבחינת האנרגיה הנדרשת).

חיסרון נוסף של השיטה הוא שבקירור בלבד, ללא הקפאה, הביצה ממשיכה לחיות.

6. שימור מזון באווירה מבוקרת

בשיטות אלו מוציאים את החמצן מהאריזה באמצעים שונים ומכניסים גז אחר, חנקן¹² או פחמן דו חמצני, כדי לעצור התפתחות של אורגניזמים שונים וכך להאריך את חיי המדף של המוצר.¹³ מבחינה מקצועית קיימת עדיפות לשימוש בפד"ח בשל העובדה כי הוא גם קוטל את החרקים, ובמקרה זה גם אם יש כניסה של חמצן מחוץ לשקית אל תוכה, ואחוז הפחמן הדו חמצני יורד מ-90% ל-70%, החרק עדיין ייקטל. לעומת זאת החנקן רק דוחק את החמצן ולא הורג את החרקים.

בשיטה זו, כשהיא מבוצעת כראוי, הביצים והחרקים מתים. חסרונות השיטה: היריעות לא תמיד אטומות לחלוטין, ויש דיפוזיה של חמצן גם מהיריעה עצמה וגם מההלחמה (סגירת השקית). אם שיעור החמצן בשקית גבוה מ-3%, החרק שורד.¹⁴

7. מכונות ואקום

מכונות הוואקום השונות נמדדות לפי הספק שאיבת האוויר בשעה (4, 8, 20 וכו' קוב לשעה).

ישנם גורמים מספר המשפיעים על איכות הוואקום:

(1) הגדרת החברה והתוכנית שהיצרן מעוניין ליישם.

(2) החומר שהשקית עשויה ממנו.

(3) איכות ההלחמה של קצה השקית בסוף התהליך.

בממוצע, תת הלחץ במכונות הוואקום מגיע עד לכדי 6–7 מיליבר, דהיינו כ-0.12% חמצן.

8. החמצן הדרוש לביצים

לפי פרופ' שלמה נברו כשלחץ האוויר באריזה גבוה מ-100 מ"מ כספית¹⁵ (133 מיליבר), יש די חמצן באריזה, ולכן הביצים יכולות להתפתח. לעומת זאת כשהלחץ נמוך, פחות מ-133 מיליבר, אזי לביצים לא יהיה די חמצן כדי לשרוד. גם במקרה שישנה אוכלוסייה גדולה של ביצים, הן יכולות לפגום בוואקום (כנראה בשל תהליכי הנשימה שמייצרים גם כן חמצן בתוך השקית).

הלחץ האטמוספירי בכדור הארץ¹⁶ הוא 1000 מיליבר (1 atm = 1000 millibar). שיעור החמצן באטמוספירה הוא 21%, וככל שלחץ האוויר יורד, אחוז החמצן שנשאר קטן יותר.

12. שמרכיב 80 אחוז מהאוויר.

13. Conte, Technological Options of Packaging to Control Food Quality, Agricultural and Biological Sciences, chapter 16.

14. מהמידע שיש בפנינו, בטחנות קמח טובות עיבו את דופן השקית כדי למנוע דיפוזיה זו.

15. הסימון של מ"מ כספית הוא mmHg.

16. בגובה 0 – פני הים.



אם כן, אם התנאי להתפתחות הביצים הוא לחץ של 133 מיליבר, אחוז החמצן באריזה צריך להיות עד כ-2.8%. כשאחוז החמצן מגיע לשיעור זה, הביצה תמות. בשיטה זו, כשהיא מבוצעת כראוי, הביצים והחרקים מתים. חסרונות השיטה: במקרים מסוימים, אם מורידים את הלחץ אף ל-600 מילימטר כספית, נוצר גוש שנראה כמו ואקום, אך אין בכך כדי להרוג את החרק. כמו כן אין תקן ברור לסטנדרט של אריזות ואקום.

9. אילוח לאחר הניפוי

כאמור, הרבנים העלו שאלה נוספת: האם יש לחשוש לאילוח של חרקים בין תהליך הניפוי למילוי השקית? בכמה טחנות שביקרנו בהן, נוכחנו לראות כי הניפוי הסופי של הקמח נעשה סמוך לנקודת המילוי של השקית, במרחק קצר מאוד, ונראה שאין לחשוש שחלק זה אולח בחרקים. מעבר לזה, בכל טחנת קמח נוהלי כשרות שונים, ומהם נגזר עד כמה מוודאים באופן טכני שהצינורות נקיים, ויש לבחון כל טחנה לגופה.

10. סיכום והנחיות למעשה

כאמור במאמרו של הרב יואל פרידמן, הקמח בסיום הטחינה הוא בחזקת נקי מחרקים, ואם הוא נארז כראוי באחד מהאופנים שהובאו לעיל, חזקתו נשמרת, ואין לחשוש שהביצים שהיו בשלב התפתחות מתקדם יותר המשיכו להתפתח. זאת מכיוון שלכל היותר יש כאן ספק ספיקא: ספק אם עברו ביצים חיות, וספק אם אותן שעברו קיבלו את התנאים הנדרשים להתפתחותן לאחר מכן.

עם זאת, מכיוון שהצריכה של הקמח אינה מיידית, יש לנקוט בפעולות שתוודאנה שאין אילוח של הקמח ממקורות חיצוניים לאחר הטחינה (כגון פתיחת השקית) וכן לוודא שאם עברו ביצים הן לא תתפתחה.

1. בקמח מקורר: על היצרן לוודא ששרשרת הקירור נשמרת מרגע הטחינה עד השיווק במרכול, עם עדיפות לשמור את הקמח בקירור של -18°C (טמפ' של מקפיא ביתי ממוצע) במשך שבוע. לאחר מכן, כל עוד השקית אינה נפתחת, ניתן להוציא את הקמח מן המקפיא ולהשאירו בטמפרטורת החדר.

2. אם אין אפשרות לשמור את הקמח בטמפ' של -18°C , יש לשמור אותו בקירור של 4°C עד השימוש.

3. בקמח שארוז באריזת ואקום עם חנקן או פד"ח, על הצרכן לוודא שהשקית אטומה ואינה פגומה, ומומלץ להכניס לקירור גם את הקמחים האלו.

בקמח מקורר, הוצאתו מהקירור לזמן קצר אינה מאפשרת לביצים להתפתח, ולכן היא אינה מבטלת את החזקה. הוצאה של למעלה מ-24 שעות מאפשרת התפתחות ביצים.

בעת השימוש בקמח יש לשומרו במקום קריר (לא בסמוך לתנור וכיו"ב), ובתום השימוש יש להכניס את הנותר ממנו למקרר.

