

אגוזי מקדמיה מהזן "יוניק"

י. רוזנטל, ע. מרין, ד. בסקר, א. קדמן,

המחלקה לטכנולוגיה של מזון והמחלקה למטעים סובטרופיים, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית דגן

הפרקציה הליפידית שמוצתה מאגוזי מקדמיה מהזן "יוניק" הראתה עמידות גבוהה לחימצון טרמי כפי שהוערכה ע"י בדיקות חומצות שומן חופשיות, חומצה טיוברביטורית וערך פראוקסיד. לא נמצא אנטי-אוקסידנט טבעי בפרקציה זו. ניסוי אחסון ממושך הראה שקלקול האגוזים נגרם מפירוק ליפוליטי.

ניסויים שבוצעו לקביעת התנאים האופטימליים לקלית האגוזים הראו שהאגוזים שניקלו בטמפרטורה של 110 מ"צ משך 60-75 דקות היו באיכות טובה יותר מאלה שבטיפולם האחרים.

בקליפתם בתנור יבוש בטמפרטורה של 65 מ"צ משך 48 שעות, עד לחות של 1.8%.

אנליזות כימיות: האגוזים המיובשים פוצחו במפצח יד והגלעינים רוסקו לחתיכות קטנות. השמן מוצה בעזרת אתר חופשי מפראוקסיד בעזרת מערכת סוקסלט מוגנת מאור משך 24 שעות (6) ויובש בואקום ב-40 מ"צ עד משקל יציב. השומן הממוצה אוחסן בחשכה ב-5 מ"צ באוירת חנקן עד ביצוע הבדיקות הכימיות. האצת החמצון נעשתה בשיטת שאל (9). ערך הפראוקסיד (ע"פ) וחומצות שומן חופשיות (חש"ח) נבדקו בשיטות AOAC (6). ערך החומצה הטיוברביטורית (חט"ב) נקבע כמתואר (9).

לשם בדיקות איכות וטעם האגוזים נעשתה קלית האגוזים המיובשים בקליפתם בתוך תנור קליה מווסת טמפרטורה, משך פרקי זמן שונים, בטמפרטורות של 110 מ"צ או 135 מ"צ. לאחר מכן פוצחו האגוזים ושימשו לבדיקות טעימה והערכה.

שיטות הערכה תחושתית: מדגמי ההערכה בוצעו בחדר מואר באור פלורסצנטי רגיל. 104 המעריכים היו כולם חוקרים, טכנאים ופקידים ממינהל המחקר החקלאי, רובם הכירו את אגוז המקדמיה כצרכנים. אנשים אלה לא נבחרו מראש להשתתף במידגם ההערכה, רובם השתתפו במבחני הערכה קודמים של מוצרי מזון אחרים.

מבוא

המקדמיה נחשב לאגוז מעולה אשר גידולו בארץ חדש יחסית. לפני כ-15 שנים הובאו ארצה זני מקדמיה שונים מהוואי ומקליפורניה. זנים אלה נבדקו במטעים ולרוב לא סיפקו את רצוננו. זה שנים נערכים בארץ ניסויים לבירור זנים עתירי יבולים ובעלי איכות גבוהה. הזן הטוב ביותר שבווד ע"כ בארץ נקרא "יוניק" (13/3). בשנתיים האחרונות ניטעו חלקות מזן זה במקומות שונים בארץ (קדמן וסלור, 1982). בגלל יבוליו הגבוהים (העץ המקורי הניב ב-1982 כ-40 ק"ג), השיעור הרב של החלק הנאכל (למעלה מ-43% גלעין), האחו הגבוה של השמן (72.6%) וטעמו המעולה, נראה שהיוניק יהיה הזן המוביל בנטיעות המקדמיה בארץ בשנים הקרובות.

מטרת המחקר הנוכחי לקבוע באופן כמותי את יציבות האגוזים מהזן יוניק בתנאי אחסון וכן את התנאים האופטימליים לקלית האגוזים. הגורמים המשפיעים על איכות הזנים מהוואי תוארו לפני שנים (4).

חומרים ושיטות

אגוזי מקדמיה אינטגרופוליה מהזן יוניק (13/3) נלקחו לבדיקה מהמטע הנסיוני של מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני בבית דגן. לאחר הסרת השומר, יובשו האגוזים

טמפרטורה של 100 מ"צ בתנור בעל איורור מאולץ. דגימות נלקחו ונבדקו לעתים מזומנות.

התוצאות של ניסויים אלה, המובאות בעקומות 1-3, מאשרות את יציבותו של שמן המקדמיה אשר הושפע רק מעט מאד, אפילו לאחר 220 שעות בטמפרטורה של 100 מ"צ, בהשוואה לשמן סויה שהתקלקל בצורה קיצונית באותם התנאים. יתר על כן, התוספות של 5% או 15% שמן מקדמיה לשמן סויה לא מנעו את חמצונו של האחרון. כנראה שהפרקציה הליפידית של אגוז המקדמיה אינה מכילה כל גורם אנטיאוקסידנטי כפי שהונח. נראה שיציבותו היא הודות להרכב חומצות השומן. כך שבעוד החומצה הלינולאית (18:2) בעלת רגישות גבוהה ביותר לחמצון מהווה 50% מחומצות השומן בשמן סויה (8), היא מהווה רק 1.5% בשמן מקדמיה (3).

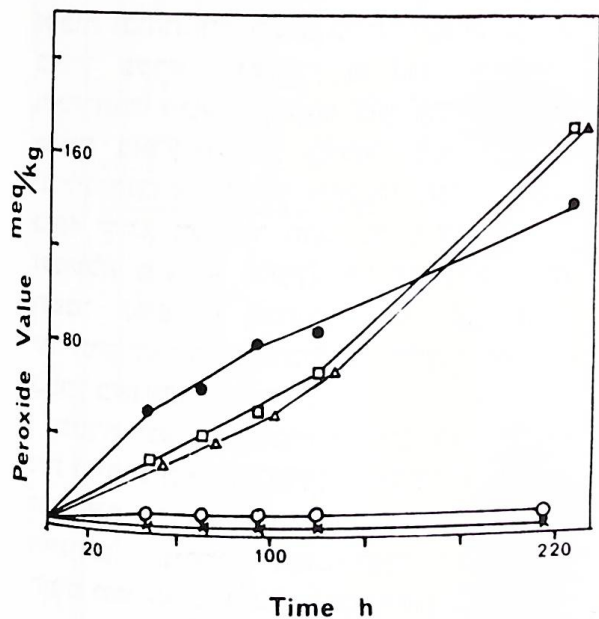
המשתתפים ישבו ליד שולחנות נפרדים, מבלי לראות האחד את השני. דוגמאות נפרדות של אגוזים הונחו על כל שולחן בסדר אקראי. סמוך להושבת המעריכים סומנו הדוגמאות בשתי ספרות באקראי, כאשר מספרים שונים שימשו למעריכים הנוכחים באותה עת.

כל אחת מ-6 הדוגמאות (H, G, E, D, C, K) היו בנות שני אגוזים מקולפים. המעריכים נדרשו: א) לדרג את 6 הדוגמאות לפי עדיפות (ASTM Committee E-18, 1968; Kahan et al., 1973). ב) להעריך את האיכות על בסיס סקלה ציורית בלתי פרמטרית בת 13 נקודות. ג) לציין את האיכות על בסיס סקלה פרמטרית מאפס עד 10 נקודות. ההערכה הבלתי פרמטרית סומנה למטרות דווח בלבד מ-A (הערכה גבוהה ביותר) ל-M, כאשר H מסמן את ההערכה הניטרלית.

תוצאות ודיון

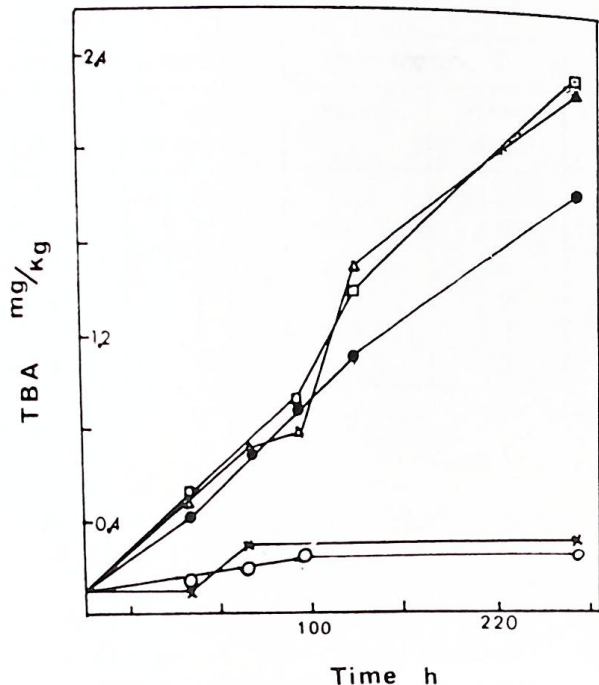
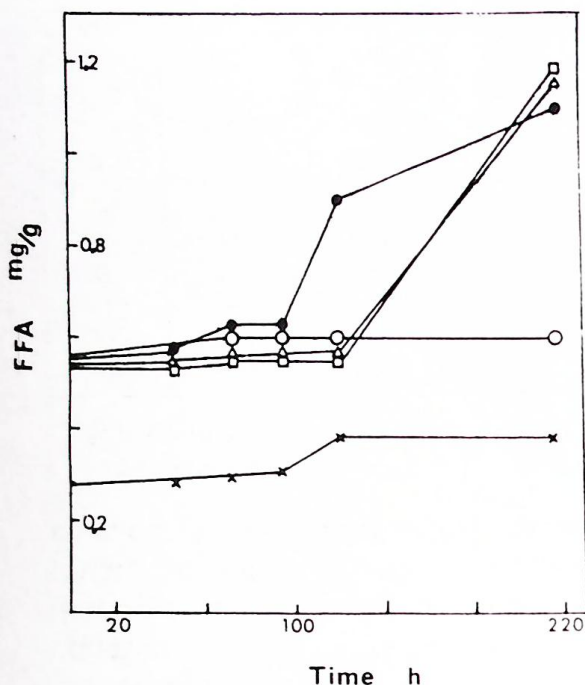
יציבות שמן המקדמיה: לשם הערכת חיי המדף של האגוזים, הונח שחמצון הפרקציה הליפידית היתה הסיבה הכימית העיקרית של ירידה באיכות. לפיכך הופרדה פרקציה זו ע"י מיצוי באתר של אגוזים מיובשים והוגשה למבחן שאל (Schaal), המשמש כמבחן מהיר להערכת היציבות של שמנים ושומנים (חשיפה לטמפרטורה של 68 מ"צ באויר משך 24 שעות). השמן נדגם בפרקי זמן שונים לבדיקות חומצות שומן חופשיות ((חש"ח), חומצה טיוברביטורית (חט"ב) וערך הפראוקסיד (ע"פ) משך תקופת הניסוי.

התוצאות שהתקבלו, פחות מ-0.25 מ"ג KOH לגרם חש"ח, פחות מ-0.1 מ"ג מאלונאלדהיד לק"ג חומצה טיוברביטורית, ופחות מ-3 מיליאקוואלנט לק"ג ערך פראוקסיד, לא השתנו ע"י הטיפול ומצביעות על עמידות גבוהה במיוחד לחמצון טרמי. כדי לבדוק אם קיימים בשמן מקדמיה גורמים פוטנציאליים טבעיים של אנטיאוקסידנטים, נחשפו תערובות של שמן זה עם שמן סויה לתנאים קשים מאלה של מבחן שאל. ז"א



ציור 1: השפעת זמן החימום (100 מ"צ) על ערך הפראוקסיד (ע"פ).

× - שמן מקדמיה; • - שמן סויה; □ - שמן סויה + 5%; Δ - שמן מקדמיה; - שמן סויה + 15% שמן מקדמיה; לשם השוואה הציור כולל גם - ○ שמן סויה שנשמר בטמפרטורת הסביבה.



ציור 3: השפעת זמן החימום (100 מ"צ) על חומצות שומן חופשיות (חש"ח). הסימנים כמו בציור 1.

ציור 2: השפעת זמן החימום (100 מ"צ) על ערך חומצה טיוברביטורית (חט"ב). הסימנים כמו בציור 1.

ניסויים תחושתיים: בדיקות פרלימिनריות נערכו כדי לקבוע גבולות קיצוניים לקלית אגוזי מקדמיה מהזן יוניק. כמויות קטנות של אגוזים נקלו ונבדקו ע"י קבוצה בת 3 אנשים, התוצאות מובאות בטבלה 1. על בסיס תוצאות אלה נערך ניסוי טעימה גדול-מימדים כדי להעריך את האיכות של המדגמים H, G, E, D, C כאשר הביקורת (K) היתה של אגוזים מיובשים בלתי קלויים. התוצאות שהתקבלו מובאות בטבלה 2. רק הדרגות שנקבעו ע"י 75

בניסוי אחסון ממושך הוחזקו אגוזי מקדמיה בטמפרטורת הסביבה משך שנה בשקיות צלופן שקופות. הבדיקות הכימיות של האגוזים הצביעו על עליה בלחות מ-1.8% ל-2.15%, ומיצוי השומן הראה ערך גבוה ביותר של חומצות שומן חופשיות (2.08 מ"ג KOH לגרם), בעוד החומצה הטיוברביטורית וערך הפראוקסיד נשארו ללא שינוי. טעם האגוזים היה מעופש, כתוצאה מכך המסקנה היא שהגורם הכימי לקלקול מוצר זה הוא פירוק ליפוליטי.

טבלה 1: ניסויים הקדמיים בקלית אגוזי מקדמיה

דוגמה	טמפרטורה		זמן (דקות)	תוצאות	
	(מ"צ)			צבע	טעם
א	110	15	מעט חיוור	קליה מאד לא מספקת	
ב	110	30	מספק	קליה פחות מדי	
ג	110	45	מספק	קליה מספקת	
ד	110	60	מעט כהה	קליה מספקת מאוד	
ה	110	75	מעט כהה	קליה קצת יותר מדי	
ו	135	10	מעט חיוור	קליה פחות מדי	
ז	135	15	מספק	קליה מספקת	
ח	135	20	מספק	קליה מספקת	
ט	135	25	כהה	קליה קצת יותר מדי	
י	135	30	כהה	קליה יותר מדי	

טבלה 2. איכות תחושתית של אגוזי מקדמיה קלויים

ניקוד פרמטרי ²		דרוג בלתי פרמטרי ¹		עדיפות ¹	זמן (דקות)	טמפרטורה (מ"צ)	דוגמה
שגיאת תקן	ממוצע	H% או יותר טוב	חציון median				
0.2	6.5c	74	F	6			K
0.2	7.1abc	79	E	-	45	110	C
0.2	7.5a	81	D	-	60	110	D
0.2	7.3ab	87	D	-	75	110	E
0.2	6.8abc	76	F	-	15	135	G
0.2	6.8bc	78	E	-	20	135	H

¹ $0.01 < P < 0.05$

² ראה בגוף המאמר

Special Technical Publication 434. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.

- Cavaletto, C.G., Dela Cruz, A., Ross, E. and Yamamoto, H.Y. (1966). Factors affecting macadamia nut stability. *Food Technol.* 20: 108-111.
- Cavaletto, C.G., and Yamamoto, H.Y. (1970). Factors affecting macadamia nut stability 3: Effects of roasting oil quality and antioxidants. *J. Food Sci.* 36: 81-83.
- Duncan, D.B., (1955). Multiple range and multiple F tests *Biometrics* 11: 1-42.
- Horwitz, W. (1975). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 12th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Kahan, G., Cooper, D., Papavasilio, A. and Kramer, A. (1973). Expanded tables for determining significance of differences for ranked data. *Food Technol.* 27(5): 63-69.
- Ockerman, H.W. (1978). *Source Book for Food Scientists*. The AVI Pub. Co. Inc. Westport, CT.
- Pearson, D. (1970). *The Chemical Analysis of Foods*. 6th edn. J & A. Churchill, London.
- Pearson, E.S. and Hartley, H.O. (1972). *Biometrika Tables for Statisticians*. Vol. 2. Cambridge University Press.
- Siegel, S. (1966). *Nonparametric Statistics*. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, NY.

המעריכים הראשוניים נלקחו בחשבון להערכה ישירה של העדיפויות, באשר טבלאות המובהקות לסיכומי דרוג (7) מסתיימים במספר זה.

המדגמים הבלתי קלויים (ביקורת) נמצאו פחות מועדפים ($0.01 < P < 0.05$). לא נמצאו הבדלים בעלי משמעות סטטיסטית בין צירוף הדירוגים הבלתי-פרמטרים של כל אחד מ-15 הזוגות האפשריים של המדגם לפי בדיקת "שתי הדגימות" (two sample test) של Kolmagorov-Smirnov (11, 10), כאשר $P = 0.001$. רמה קפדנית זו דרושה בגלל מספר יחסי רב של זוגות שנבדקו. ממוצעי (פרמטרי) הניקוד אשר נמצאו ללא הבדלים סטטיסטיים ברמת $P = 0.05$ לפי מבחן דונקן (1955) מצויינים באותיות זהות.

בסיכום: בין הדגימות שנבדקו, האגוזים הקלויים ב-110 מ"צ משך 60 עד 75 דקות היו באיכות הטובה ביותר. יבוש בלבד ללא קליה נתן מוצר בעל איכות נחותה.

ספרות

- קדמן, א., סלור, א. (1982). "יוניק" - מקדמיה זן חדש מבירור מקומי. "עלון הנוטע" ל"ו (7): 467-465.
- ASTM Committee E-18 on Sensory Evaluation of Materials and Products (1968). *Manual on Sensory Testing Methods*. ASTM