

ปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะเปลือกถั่วแมคคาเดเมียโดยใช้แรงอัด Factor affecting macadamia nut cracking under compression test

ชาลีตา บรมพิชัยชาติกุล¹ บัญชา พิชัยบัณฑิตกุล¹ และวิทวัส ไชยวงศ์¹
Chaleeda Borompichaichartkul¹, Buncha Pichaibunditkul¹ and Wittavat Chaiwong¹

Abstract

Macadamia nut cracking process is an important step for obtaining high-quality full kernel. Premium grade macadamia nuts must have whole kernel or half kernel as the value of macadamia is lowered when the kernel is broken into pieces. Generally, after harvesting macadamia nuts usually have high moisture content therefore the nuts were dried to suitable moisture content prior to cracking. This research was aimed to study factors affecting nut cracking in terms of cultivars, shell thickness, moisture content and pretreatment process. Macadamia nut used in this experiment were cultivated and harvested in Thailand. The experimental results showed that shell thickness and cultivars did not have influence on quality of nut after cracking. Macadamia nut with moisture content 5% d.b. gave highest amount of whole and half kernels. Pretreatment with nitrogen cryogenic freezing at -50 °C for 15 minutes showed improvement of the percentage of whole kernel significantly.

Keywords: Macadamia nut, cracking, compression test

บทคัดย่อ

กระบวนการกะเทาะเปลือกแมคคาเดเมียจัดเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของเมล็ดแมคคาเดเมีย เมล็ดที่มีคุณภาพดีต้องมีเนื้อเต็มเมล็ดหรือครึ่งเมล็ดและไม่แตกหักเป็นเศษชิ้นเล็กๆ ซึ่งทำให้คุณค่าและราคาของเนื้อเมล็ดแมคคาเดเมียลดลง โดยทั่วไปแล้วแมคคาเดเมียหลังการเก็บเกี่ยวมีปริมาณความชื้นสูง ดังนั้นก่อนการกะเทาะเปลือก แมคคาเดเมียจะถูกนำไปเข้ากระบวนการอบแห้งเพื่อให้เนื้อข้างในหลุดออกจากเปลือก และมีระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อการกะเทาะเปลือก งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการกะเทาะเปลือกแมคคาเดเมีย ได้แก่ พันธุ์ ความหนาของกะลา ความชื้น และกระบวนการ pretreatment ต่อแมคคาเดเมียที่ทำการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวในประเทศไทย จากการทดลองพบว่าพันธุ์และความหนาของกะลาแมคคาเดเมียไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะของเมล็ดที่ผ่านการกะเทาะเปลือกอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกคือที่ระดับความชื้น 5% d.b. เมื่อผ่านกระบวนการ pretreatment โดยการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -50 °C เป็นเวลา 15 นาที พบว่าปริมาณเนื้อเมล็ดที่แตกหักเป็นเศษชิ้นเล็กๆ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: แมคคาเดเมีย การกะเทาะเปลือก แรงอัด

คำนำ

แมคคาเดเมียเป็นผล nut ที่ผู้บริโภคทั่วโลกให้ความสนใจและมีความต้องการทางตลาดสูง เนื่องจากมีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดี มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยมีกรดโอเลอิก ซึ่งเป็นไขมันประเภทไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acid C18:1) และมีความสามารถในการช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด นอกจากนี้ยังมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต และเป็นแหล่งของวิตามินบี มีการผลิตมากตามแถบชายฝั่งตะวันออกของประเทศออสเตรเลียและรัฐฮาวายในสหรัฐอเมริกา ในประเทศไทยมีการปลูกแมคคาเดเมียทางตอนเหนือของประเทศ เช่น ในจังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่ ปัจจุบันการเพาะปลูกประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี แต่ผู้ประกอบการในกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีประสิทธิภาพ มักพบปัญหาเปอร์เซ็นต์เนื้อเต็มเมล็ดต่ำจากกระบวนการกะเทาะเปลือกและเศษแมคคาเดเมียที่แตกหักทำให้ราคาของแมคคาเดเมียลดลง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการกะเทาะเปลือกแมคคาเดเมีย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวแมคคาเดเมียโดยเฉพาะกระบวนการกะเทาะเปลือก เพื่อให้ได้ผลแมคคาเดเมียเต็มเมล็ดจากการกะเทาะเปลือกและรักษามูลค่าของผลผลิตแมคคาเดเมีย

¹ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร 0 2218 5534 อีเมลล์: Chaleeda.B@chula.ac.th

¹ Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Payathai Road, Patumwan, Bangkok 10330

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ถั่วแมคคาเดเมียที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ นำมาจากไร่แมคคาเดเมียในจังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาทั้งหมด 6 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่พัฒนาโดย Hawaii Agricultural Experiment Station (HAES) รัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา ดังมีรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถานที่ปลูกและสายพันธุ์ของถั่วแมคคาเดเมียที่นำมาศึกษาในงานวิจัยนี้

ชื่อสายพันธุ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้	สถานที่ปลูก	หมายเลข HAES	ชื่อสายพันธุ์พื้นเมือง*
PY 344	ต.โป่งแยง อ.แมริม จ.เชียงใหม่	344	Kau
PY 660	ต.โป่งแยง อ.แมริม จ.เชียงใหม่	660	Keaau
PY 741	ต.โป่งแยง อ.แมริม จ.เชียงใหม่	741	Mauka
PY 508	ต.โป่งแยง อ.แมริม จ.เชียงใหม่	508	Kakea
DS 344	อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	344	Kau
DS 800	อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่	800	Makai

* ที่มา : Aradhya et al., 1998

จากนั้นคัดขนาดเมล็ดที่มีขนาดสม่ำเสมอซึ่งมีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 24 มม. และหาความชื้นเริ่มต้น โดยอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ ความหนาของกะลา และความชื้นของเมล็ดต่อการกะเทาะเปลือก

สุ่มแมคคาเดเมียพันธุ์ละ 10 เมล็ด กะเทาะเปลือกและวัดความหนาของกะลา 5 ตำแหน่งที่แตกต่างกัน วิเคราะห์ผลและคัดเลือกพันธุ์แมคคาเดเมียที่มีความหนาของเปลือกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากนั้นคัดขนาดแมคคาเดเมียที่มีขนาดใกล้เคียงกัน นำสายพันธุ์ที่คัดเลือกมาหาความชื้นเริ่มต้น อบแห้งแมคคาเดเมียอุณหภูมิ 50 °C จนกระทั่งได้ความชื้นที่ต้องการ² นำแมคคาเดเมียที่ได้ความชื้นตามต้องการมากะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือกแมคคาเดเมีย ที่ตำแหน่ง Hilum โดยออกแบบการทดลองเป็น n×m Factorial in CRD โดย n คือพันธุ์ของแมคคาเดเมีย และ m คือปริมาณความชื้นที่ต้องการ ซึ่งในแต่ละ Treatment ใช้แมคคาเดเมียจำนวน 20 เมล็ด ทำ 2 ซ้ำ บันทึกผลปริมาณของเนื้อเต็มเมล็ด ครึ่งซีก และแตกเป็นชิ้นและคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์

ศึกษาผลของ pretreatment ต่อการกะเทาะเปลือกแมคคาเดเมีย

เลือกความชื้นที่ให้ผลการกะเทาะเปลือกดีที่สุด ผ่านกระบวนการ pretreatment โดยการแช่เยือกแข็งด้วยเครื่อง Cryogenic Freezer โดยใช้ไนโตรเจนเหลว ที่อุณหภูมิ -50 °C เป็นเวลา 15 นาที กะเทาะเปลือกแมคคาเดเมียที่ตำแหน่ง Hilum โดยออกแบบการทดลองเป็น n×2 Factorial in CRD ในแต่ละ Treatment โดย n คือพันธุ์ของแมคคาเดเมีย ทดลอง 2 ซ้ำ บันทึกผลการทดลองเป็นเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเต็มเมล็ด ครึ่งซีก และแตกเป็นชิ้น

วิเคราะห์ผลการทดลองทั้งหมดทางสถิติโดยใช้วิธี ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Turkey's comparison test จากโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับคำนวณค่าทางสถิติ (SPSS for window version 11.5)

ผล

ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ ความหนาของเปลือก และความชื้นของเมล็ดต่อการกะเทาะเปลือก

แมคคาเดเมียแต่ละสายพันธุ์มีความหนาแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่นสายพันธุ์ แหล่งที่ปลูก สิ่งแวดล้อม เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติพบว่าสายพันธุ์ PY 508 PY 344 และ PY 660 ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยให้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

² คำนวณเวลาที่ใช้ในการอบแห้งจากจลนพลศาสตร์การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 °C

ตารางที่ 2 ความหนาของเปลือกแมคคาเดเมีย (cm)

PY 508	DS 344	PY 741	DS 800	PY 344	PY 660
0.354±0.014 ^a	0.368±0.032 ^{ab}	0.394±0.037 ^{ab}	0.410±0.054 ^{ab}	0.415±0.057 ^b	0.476±0.062 ^c

หมายเหตุ a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ผลการศึกษาคืออิทธิพลของความชื้นที่ปริมาณต่าง ๆ (3% 5% และ 10%) โดยนำพันธุ์ที่มีความหนาของกะลาแตกต่างกันคือ PY 508 PY 344 และ PY 660 มาอบแห้งจนได้ปริมาณความชื้นที่ต้องการและกะเพาะเปลือกเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเนื้อถั่วที่ได้ ผลแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อิทธิพลของความชื้นต่อผลของภาวะเปลือกแมคคาเดเมีย

Kernel	Percentage								
	PY 344	PY 508	PY 660	PY 344	PY 508	PY 660	PY 344	PY 508	PY 660
	3%	3%	3%	5%	5%	5%	10%	10%	10%
Full kernel	20.00 ^a ±14.14	37.50 ^a ±10.61	37.50 ^a ±3.54	30.00 ^a ±7.07	40.00 ^a ±0.00	42.50 ^a ±10.61	42.50 ^a ±3.54	45.00 ^a ±14.14	47.50 ^a ±10.61
Half kernel	67.50 ^b ±10.61	55.00 ^b ±7.07	45.00 ^b ±0.00	60.00 ^b ±7.07	47.50 ^b ±3.54	45.00 ^b ±0.00	17.50 ^a ±3.54	15.00 ^a ±7.07	20.00 ^a ±7.07
Pieces	12.50 ^a ±3.54	7.50 ^a ±3.54	17.50 ^{ab} ±3.54	10.00 ^a ±0.00	12.50 ^a ±3.54	12.50 ^a ±10.61	40.00 ^c ±0.00	40.00 ^c ±7.07	32.50 ^{bc} ±3.54

หมายเหตุ a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ศึกษาผลของ pretreatment ต่อการเกาะเปลือกแมคคาเดเมีย

ตารางที่ 4 ปริมาณเนื้อถั่วจากการกะเพาะเปลือกแมคคาเดเมียที่ความชื้น 5% d.b. ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งและไม่แช่เยือกแข็ง

Kernel	Freezing			Non freezing		
	PY 344	PY 508	PY 660	PY 344	PY 508	PY 660
Full kernel	70.00 ^{bc} ±14.14	75.00 ^c ±7.07	65.00 ^{bc} ±7.07	30.00 ^a ±7.07	40.00 ^{ab} ±0.00	42.50 ^{abc} ±10.61
Half kernel	30.00 ^a ±14.14	25.00 ^a ±7.07	30.00 ^a ±14.14	60.00 ^a ±7.07	47.50 ^a ±3.54	45.00 ^a ±0.00
Pieces	0.00 ^a ±0.00	0.00 ^a ±0.00	5.00 ^a ±7.07	10.00 ^a ±0.00	12.50 ^a ±3.54	12.50 ^a ±10.61

หมายเหตุ a, b, c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

วิจารณ์ผล

วัดความหนาของเปลือกแมคคาเดเมีย (ตารางที่ 2) พบว่าความหนาของเปลือกแมคคาเดเมียมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ PY 344 PY 508 และ PY 660 จึงเลือกทั้ง 3 สายพันธุ์มาใช้ในการทดลองขั้นต่อไป โดยแปรระดับความชื้นสุดท้ายจากการอบแห้งพบว่าความชื้นส่งผลต่อการปริมาณเนื้อถั่วที่แตกเป็นชิ้นๆอย่างมีนัยสำคัญ(p≤0.05) (ตารางที่ 3) โดยที่ความชื้น 3% d.b. และ 5% d.b. ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่ที่ปริมาณความชื้น 10% d.b ให้ปริมาณเนื้อถั่วที่แตกเป็นชิ้นๆมากกว่า 3% d.b. และ 5% d.b อย่างมีนัยสำคัญเนื่องจาก 10% d.b. เป็นระดับความชื้นที่สูงทำให้เปลือกแมคคาเดเมียมีความเหนียว ต่างจากที่ความชื้น 3% d.b. และ 5% d.b. น้ำบางส่วนในกะลาถูกทำให้ระเหยออกไปจึงทำให้เปลือกมีความ

เหนียวลดลงและเปราะมากขึ้น นอกจากนี้ น้ำที่อยู่ภายในเนื้อถั่วอาจจะเหวี่ยงออกไปด้วยจึงส่งผลให้เนื้อถั่วหดตัวลงไม่ติดกับเปลือกด้านในทำให้โอกาสที่เนื้อถั่วจะแตกจากแรงอัดในการกะเทาะลดลง ปริมาณของเนื้อถั่วเต็มเมล็ดจึงเพิ่มขึ้น ขณะที่ความชื้น 3% d.b. และ 5% d.b. ให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ที่ความชื้น 3% d.b. เนื้อถั่วจะเกิดรอยแยกตามแนวใบเลี้ยงได้มากกว่าที่ความชื้น 5% d.b. เนื่องจากที่ความชื้น 3% ปริมาณน้ำในเนื้อถั่วจะเหวี่ยงออกไปมากกว่าทำให้เนื้อเมล็ดเกิดการหดตัวมากกว่าดังนั้นจึงส่งผลให้เนื้อถั่วเกิดรอยแยกตามแนวใบเลี้ยงได้มากขึ้น เมื่อกะเทาะแล้วส่งผลให้ได้เนื้อถั่วครึ่งเมล็ดมากกว่า และมีโอกาสเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้มากขึ้นเพราะการอบให้ได้ความชื้น 3% d.b. ต้องใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้น ทำให้แมคคาเดเมียอยู่ในสภาวะเร่งส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้มากกว่าที่ความชื้น 5% d.b. และนอกจากนี้ที่ความชื้น 3% d.b. ยังใช้พลังงานในการอบแห้งมากกว่าที่ความชื้น 5% d.b. ดังนั้นจึงเลือกความชื้น 5% d.b. เป็นความชื้นที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกถั่วแมคคาเดเมีย

ในการศึกษาผลของ pretreatment โดยการแช่เยือกแข็งด้วยไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -50°C และไม่ผ่านกระบวนการแช่เยือกแข็งโดยใช้แมคคาเดเมียที่มีความชื้น 5% d.b. (ตารางที่ 4) พบว่าได้ปริมาณเนื้อถั่วเต็มเมล็ดเพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยแมคคาเดเมียที่มีความชื้น 5% d.b. และผ่านการแช่เยือกแข็ง เมื่อกะเทาะแล้วได้เนื้อถั่วเต็มเมล็ดและครึ่งซีกเพิ่มขึ้นจาก 88.33% เป็น 98.33% และเนื้อถั่วที่แตกเพียง 1.67% ลดลงจากถั่วที่ไม่ผ่านการแช่เยือกแข็ง 85.69% Liang *et al.* (1988) พบว่าแมคคาเดเมียที่ผ่านกระบวนการแช่เยือกแข็งเมื่อนำมากะเทาะจะได้เนื้อถั่วที่มีคุณภาพมากกว่าไม่ผ่านการแช่เยือกแข็งเนื่องจากกระบวนการแช่เยือกแข็งทำให้น้ำในเนื้อถั่วกลายเป็นน้ำแข็ง เนื้อถั่วจึงหลุดร่อนออกจากเปลือกภายใน อีกทั้งน้ำภายในเปลือกกลายเป็นน้ำแข็งด้วยเช่นกันทำให้ความเหนียวของเปลือกมีค่าลดลงเปลือกมีความเปราะมากขึ้น จึงใช้แรงบีบอัดในการกะเทาะน้อยลงและการแช่เยือกแข็งยังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการเสื่อมเสียเนื่องจากปฏิกิริยาเคมี (Oxidation Rancidity) ในระหว่างกระบวนการกะเทาะเปลือกได้อีกด้วยเนื่องจากเนื้อแมคคาเดเมียมีปริมาณไขมันสูง

สรุป

ความหนาของเปลือกแมคคาเดเมียมีค่าแตกต่างกัน 3 สายพันธุ์ คือ PY 344 PY 508 และ PY 660 แต่สายพันธุ์ไม่ส่งผลต่อการกะเทาะเปลือกแมคคาเดเมียที่มีความชื้นต่างกัน ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมต่อการกะเทาะเปลือกถั่วแมคคาเดเมียคือ 5% d.b. ให้เนื้อแมคคาเดเมียที่แตกหักน้อยที่สุด pretreatment โดยแช่เยือกแข็ง พบว่าถั่วที่มีความชื้น 5% d.b. เมื่อผ่านการแช่เยือกแข็งและกะเทาะแล้วได้เนื้อถั่วที่แตกเพียง 1.67% น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับแมคคาเดเมียที่ไม่ผ่านการแช่เยือกแข็งถึง 85.69%

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากโครงการการเรียนการสอนเพื่อประสบการณ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณประพัทธ์ พิมพ์ประไพ เจ้าของไร่แมคคาเดเมีย จังหวัดเชียงใหม่ที่ให้ความอนุเคราะห์แมคคาเดเมียเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Aradhya, M. K., L. K., Yee, F. T., Zee and R. M., Manshardt. 1998. Genetic variability in *Macadamia*. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 45(1): 19-32.
- Liang, T., J., Chou, and R., Knapp. 1988. Notching and freezing effect on macadamia nut kernel recovery. *Journal of Agricultural Engineering Reserch*. 41: 43-53