

การปรับปรุงกระบวนการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย Improvements to the macadamia seed husking process

นิวัติ กิจไพศาลสกุล^{1*}

^{1*} คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
เลขที่ 119 ถนนลำปาง-แม่ทะ ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100
โทร 054-237399 โทรสาร 054-241079 Email: niwat_lp@lpru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบเมล็ดแมคคาเดเมียและลดของเสียในกระบวนการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย การหาสภาวะในการอบที่เหมาะสม ใช้เวลาในการอบ 14 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วนำเอาผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกระบวนการปัจจุบันที่ชาวบ้านใช้ สามารถลดเวลาในการอบลง 34 ชั่วโมง ทำให้ประสิทธิภาพในการอบเพิ่มขึ้นร้อยละ 70.83 การกะเทาะเปลือกเมื่อการอบเมล็ดแมคคาเดเมียเสร็จสิ้นภายในหนึ่งชั่วโมงจะเกิดของเสียขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากเปลือกในเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดความเป็นพลาสติกขึ้นบริเวณเปลือก ส่งผลทำให้การกะเทาะเปลือกทำได้ยากขึ้น เนื่องจากเปลือกจะมีความยืดหยุ่นมาก เช่นเดียวกับการปล่อยทิ้งไว้นานกว่า 18 ชั่วโมง แต่หากปล่อยให้เมล็ดแมคคาเดเมียที่อบเสร็จแล้วทิ้งไว้นานเกินกว่า 24 ชั่วโมงเมื่อกะเทาะเปลือกออก เมล็ดที่ได้จะมีขนาดเล็กกว่าปกติ มีสีคล้ำและไม่สามารถนำไปรับประทานได้

การกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบบีบ จะมีของเสียเกิดขึ้นน้อยกว่าการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบกระแทก ดังนั้นการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบบีบจึงมีความเหมาะสมกว่า การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์การอบเมล็ดแมคคาเดเมียหนึ่งครั้งด้วยเตาไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบการอบด้วยเตาอบที่ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงสามารถลดค่าใช้จ่ายลงคิดเป็นร้อยละ 78.26 ต่อการอบหนึ่งครั้ง คิดเป็นเงินประมาณ 113.50 บาท

คำสำคัญ : กะเทาะเปลือก, เมล็ดแมคคาเดเมีย

Abstract

The objectives of this research were to find the optimal temperature for drying macadamia seeds and to reduce the quantity of waste resulting from macadamia seed husking.

The research found that the most suitable temperature for drying macadamia seeds was at 50° Celsius for a period of 14 hours. When compared with the process currently used by villager producers, it was found that drying macadamia seeds at 50° Celsius for 14 hours could reduce the drying time by 34 hours and resulted in an increasing in drying efficiency of 70.83%.

It was found that if husking took place an hour after the drying process, the 'plastic effect' of the kernel often resulted in waste. Also, if the macadamia seeds were left for more than 24 hours after drying, the kernels were smaller, darker and inedible.

In order to reduce waste, the research found that using a press method in the husking process yielded better results than the hitting method. An economic analysis also found that using the electric oven to dry the seeds was 78.26% more economical than using an oven fuelled by LPG, reducing the expenses by 113.5 baht per operation.

Key word : Macadamia Seed Husking

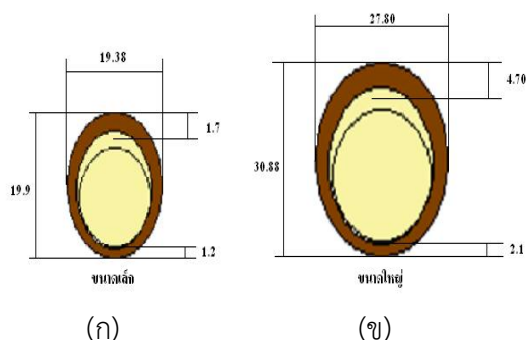
1. บทนำ

ต้นแมคคาเดเมียเป็นต้นพันธุ์พื้นเมืองของออสเตรเลีย เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจแหล่งที่ปลูกแมคคาเดเมียได้แก่ ออสเตรเลียและมลรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา ส่วนในประเทศไทยปลูกมากที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงรายและเลย ส่วนของต้นแมคคาเดเมียที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงคือ เมล็ด ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เมล็ดแมคคาเดเมีย

ภายในเมล็ดแมคคาเดเมียจะประกอบด้วย เปลือกนอก เปลือกในและเมล็ดส่วนที่เป็นเมล็ดในเป็นส่วนสำคัญที่สุดและเป็นส่วนที่นำไปรับประทานได้และมีคุณค่าทางโภชนาการมากที่สุด เมื่อทำการวัดขนาดของเมล็ดแมคคาเดเมียโดยการสุ่ม จำนวน 60 เม็ด ได้ค่าเฉลี่ยดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพร่างของเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย

ปัจจุบันที่บ้านแม่แจ่ม ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง เป็นอีกแหล่งที่มีการปลูกต้นแมคคาเดเมีย เนื่องจากมีความเหมาะสมในเรื่องพื้นที่และสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้เพื่อนำเอาผลของเมล็ดแมคคาเดเมียไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า และทางมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

มีนโยบายที่จะนำเอาความรู้ทางเทคโนโลยีเผยแพร่ลงสู่ชุมชน จากการเข้าไปสำรวจพบปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่มากมาย เช่น การเก็บรักษาเมล็ดแมคคาเดเมียไว้ใต้ถุนบ้าน ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงการอบเมล็ดแมคคาเดเมียที่อบได้ครั้งละไม่มากแต่ต้องใช้เวลาในการอบนาน 2 วัน เมื่ออบเสร็จจะนำเมล็ดแมคคาเดเมียไปตากไว้ใต้ถุนบ้านเช่นเดิม ซึ่งเปลือกในของเมล็ดแมคคาเดเมียมีจุลินทรีย์จำนวนมาก ทำให้ดูความชื้นในอากาศได้ดีเป็นผลทำให้เปลือกเมล็ดแมคคาเดเมียมีความเหนียวและกะเทาะเปลือกในออกยาก ปัจจุบันพบว่าประสิทธิภาพในการบีบเปลือกต่ำเนื่องจากสามารถบีบได้ครั้งละหนึ่งลูกเท่านั้น โดยใช้อุปกรณ์ช่วย ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อุปกรณ์ใช้ในการกะเทาะเปลือก

จากสภาพปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยจึงเสนอโครงการวิจัย เรื่อง การปรับปรุงกระบวนการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว และยังช่วยลดเวลาในกระบวนการกะเทาะเมล็ดเปลือกในแมคคาเดเมีย

2.วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย ได้แก่ เวลา อุณหภูมิ การเก็บรักษาและวิธีการกะเทาะเปลือก เป็นต้น

2.2 เพื่อลดของเสียในกระบวนการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 แมคคาเดเมีย (Macadamia)

แมคคาเดเมีย (Macadamia) เป็นไม้ยืนต้นจำพวกหนึ่งที่อยู่ในวงศ์ Protaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Macadamia Integrifolia* แม้ว่าแมคคาเดเมียจะมีลักษณะเหมือนถั่ว แต่มันกลับไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว เพราะไม่ได้อยู่ในวงศ์ Legume เมล็ดแมคคาเดเมียมีประโยชน์หลายอย่าง กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงจึงช่วยลดไขมันในเส้นเลือดได้ ไม่มีคอเลสเตอรอล ยังสามารถสกัดน้ำมันเพื่อใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางได้ ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นและความลื่นแก่ผิว เปลือกของเมล็ดยังสามารถนำมาเผาเป็นถ่านช่วยดูดกลิ่นและจับอนุมูลอิสระได้ดีอีกด้วย เมื่อไม่นานมานี้ จิตต์ลัดดา ศักดาภิพาณิชย์ นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหิดล และทีมงานได้คิดค้นถ่านเพื่อสุขภาพจากแมคคาเดเมีย ซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างจากการผลิตถ่านทั่วไป โดยเริ่มเผาเปลือกแมคคาเดเมียที่อุณหภูมิต่ำ

นาน 4 ชั่วโมงแล้วเพิ่มความร้อนขึ้นจนถึง 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหนึ่งวัน ด้วยกรรมวิธีนี้ จะทำให้ขจัดความชื้นและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ออกได้หมดจึงคงเหลือไว้แต่ธาตุคาร์บอนและแร่ธาตุ เท่านั้น ถ่านแมคคาเดเมียที่ได้จากการเผาด้วยกรรมวิธีนี้จะให้ประโยชน์หลายอย่าง ซึ่งนอกจากการ ดูดกลืนอับชื้นและสารพิษต่าง ๆ แล้วยังสามารถใช้ทำน้ำแร่สำหรับดื่มได้ด้วย เพราะประกอบไปด้วย แร่ธาตุเหมือนน้ำแร่ธรรมชาติอีกทั้งถ่านชนิดนี้สามารถสร้างประจุลบและปล่อยรังสีอินฟราเรดยาว ช่วยป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากทีวี คอมพิวเตอร์และไมโครเวฟ นอกจากนี้รังสีอินฟราเรดยาว ที่ค่อย ๆ แผ่ออกมา เมื่อนำมาวางใกล้ตัวจะกระตุ้นการทำงานของระบบหมุนเวียนโลหิตทำให้ร่างกาย อบอุ่น ระบบไหลเวียนโลหิตดีขึ้น นอนหลับง่าย

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์จากถ่านแมคคาเดเมียที่ทางทีวียได้จัดจำหน่าย เช่น ผ้าคลุมไหล่ ผลิตจากผ้าไหมและเส้นใยถ่านแมคคาเดเมีย สนับข้อเท้าเพื่อสุขภาพ สบู่เหลว เป็นต้น จากเปลือก ที่เคยเป็นของทิ้ง ถูกนำไปเผาเป็นถ่านธรรมชาติ เมื่อมีการศึกษาวิจัยทำให้เกิดมูลค่ากลายเป็นถ่าน ที่มีประโยชน์หลากหลาย และในอนาคตจะมีการนำมาพัฒนาถึงขั้นทำเป็นถุงเท้าเพื่อใช้รักษาโรคต่อไป

3.2 กระบวนการผลิตแมคคาเดเมีย

กระบวนการผลิตเมล็ดแมคคาเดเมียเริ่มต้นจากการเก็บเกี่ยวเมล็ดแมคคาเดเมีย ใส่ลงในกรวยขนาดใหญ่และลงสู่เครื่องกะทำจากแถบลูกกลิ้ง เพื่อกะเปลือกออกไป เมล็ดแมคคาเดเมียมีความชื้นประมาณร้อยละ 25 แล้วนำไปอบให้แห้งจะทำให้ความชื้นลดลงประมาณร้อยละ 1.5 การอบแห้งจะกระทำในเรือนกระจกและการบ่มสามารถทำได้โดยให้ความร้อน 40 - 50 องศาเซลเซียส และเก็บเมล็ดในถุงตาข่าย หรือถุงหอมในระหว่างการอบแห้งเพื่อให้ลมร้อนสามารถเคลื่อนที่ ได้อย่างทั่วถึงเมล็ดแมคคาเดเมียทุกเมล็ด กลุ่มเกษตรกรผลิตแมคคาเดเมียได้ไม่ทัน เนื่องจากการกะเทาะ เปลือกในเมล็ดมีความแข็งมากจะแตกโดยเครื่องกะเทาะเปลือกในแบบมาตรฐาน หิน หรือก้อน การเก็บเกี่ยวเมล็ดแมคคาเดเมียจะมีความซับซ้อนโดยธรรมชาติตามสภาวะของต้นแมคคาเดเมีย แมคคาเดเมียของเกษตรกรโตตลอดทั้งปี ดังนั้นกระบวนการของการเก็บรวบรวม และการกะเทาะ เปลือกจะดำเนินการอย่างต่อเนื่อง แมคคาเดเมียที่จะนำผ่านลูกกลิ้งเหล็กที่หมุนวน (หมุนในทิศทาง ที่ตรงข้าม) และมีระยะห่างเพื่อให้สอดคล้องกับขนาดของเมล็ดแมคคาเดเมีย ลูกกลิ้งเหล่านี้ออก แรงดัน 21 บาร์ (Kg/cm^2) ทำให้เปลือกในแมคคาเดเมียจะแตก โดยไม่ทำลายเมล็ดภายใน เมล็ดที่ได้ จะถูกส่งผ่านไปยังชุดของเครื่องเป่าและตัวดัก (Trammels) หรือแยกด้วยแรงโน้มถ่วงที่มีรูที่เอาฝุ่น ละออง เปลือกหรือเมล็ดที่ต่ำกว่ามาตรฐาน เก็บรวบรวมกลับมาผ่านการกะเทาะใหม่ การคัดแยกของ เมล็ดรวมถึงการจัดลำดับและการเรียงลำดับของเมล็ดรวมทั้งชิ้นส่วนที่แตกและแบ่งเท่า ๆ กัน มีขายในรูปแบบดิบและคั่วเค็มหรือเกลือในความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ระบบสายพานนำเมล็ด ไปยังสถานีที่แตกต่างกัน เมล็ดดิบตรงไปสู่การบรรจุกระป๋องหรือกล่อง เมล็ดที่คั่วจะแบ่งบรรจุขนาด เล็กประมาณ 1 ปอนด์ ส่วนของเมล็ดที่เคลือบในน้ำมันมะพร้าวและปรุงสุกประมาณสามนาที่ เมล็ดและน้ำมันส่วนเกินและเกลือจะถูกกำจัดออกเพื่อเมล็ด จะยังคงมีความกรอบและรสชาติ

3.3 ทฤษฎีการอบแห้ง

การอบแห้งเป็นกระบวนการที่ทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงในปริมาณน้อย ที่สุด ในบางผลิตภัณฑ์ไม่ต้องการให้อบผลิตภัณฑ์ให้แห้งสนิทจะคงเหลือความชื้นใช้ประมาณ

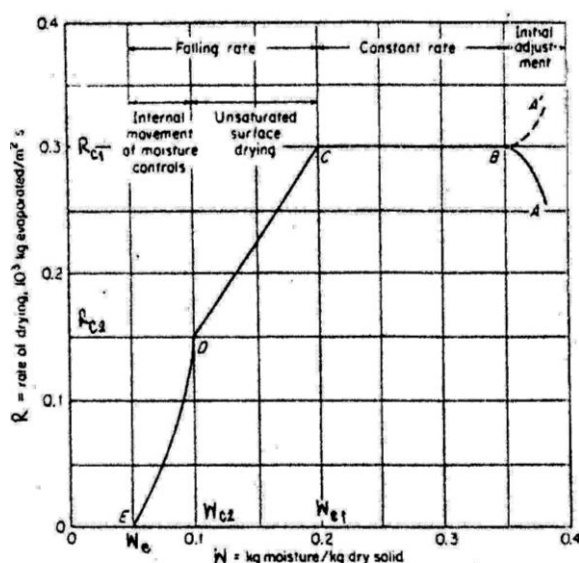
ร้อยละ 2 ถึง 5 ก่อนนำไปเผาเพื่อทำให้มีความแข็งแรงขณะเคลื่อนย้าย เพื่อป้องกันความเสียหาย การอบแห้งพื้นฐานเป็นการนำเอาผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปแล้วตากแดด จากนั้นจึงนำไปเผาแต่หากมีปริมาณมากจะทำให้ต้องใช้เวลานาน ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีการนำเอาตู้อบมาใช้แทนการตากแดด ซึ่งสามารถควบคุมได้ทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ที่สำคัญสามารถอบผลิตภัณฑ์ได้ปริมาณมากกว่า เมื่อเทียบกับการตากแดดเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของเตาอบ ในช่วงแรกของการอบความชื้นจะลดลงด้วยอัตราคงที่จนกระทั่งถึงระดับหนึ่ง ความชื้นจะเริ่มลดลงด้วยอัตราที่น้อยลงเรื่อย ๆ จนน้ำหนักคงที่ การอบจะเกิดปฏิกิริยาซึ่งจะประกอบไปด้วย 3 ช่วง ได้แก่

1. **Constant - rate period** ช่วงนี้ความชื้นจะออกจากผลิตภัณฑ์ด้วยอัตราคงที่ เช่น 0.1 กรัม ต่อชั่วโมง รอบ ๆ ผิวน้ำที่อยู่ข้างในผ่านออกมาข้างนอก トラバใดที่ผิวนอกยังเปียกอยู่

2. **First falling - rate period** ช่วงนี้ ความชื้นจะออกจากผลิตภัณฑ์ด้วยอัตราที่ลดลง คงที่ เช่น ชั่วโมงแรก ความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ด้วยอัตรา 0.10 กรัม ต่อชั่วโมงต่อตารางเซนติเมตร ชั่วโมงที่สอง เหลือ 0.09 กรัมต่อชั่วโมง ต่อตารางเซนติเมตร ชั่วโมงที่สาม เหลือ 0.08 กรัม ต่อชั่วโมง ต่อตารางเซนติเมตร เป็นต้น อัตราการระเหยในช่วงนี้ ขึ้นกับปัจจัยภายนอก เช่น ความเร็ว ลมที่ไหล ผ่านชิ้นงาน

3. **Second falling - rate period** ช่วงนี้อุณหภูมิจะอยู่ขีดจำกัดทำให้การระเหยลดลงช้ามาก อัตราการระเหยจะค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ เป็นเส้นโค้ง จนกระทั่งยุติลง การระเหยในช่วงนี้ ขึ้นอยู่กับความชื้นที่ผ่านรูพรุนในเนื้อผลิตภัณฑ์

การทำให้แห้ง (Drying) หมายถึง การให้ความร้อนภายใต้สภาวะการควบคุมเพื่อกำจัดน้ำที่มีอยู่ในอาหารโดยการระเหยน้ำ วัตถุประสงค์ของการกำจัดน้ำ คือ การยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้นการลดน้ำหนักและปริมาณยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่ง เพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค กราฟอัตราแห้ง (Drying Curve) ซึ่งเป็นกราฟระหว่างอัตราการแห้ง (Drying rate) และความชื้นในสารนั้น (Moisture content W) ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟอัตราการแห้ง (Drying Curve)

กราฟอัตราแห้ง (Drying Curve) สามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่

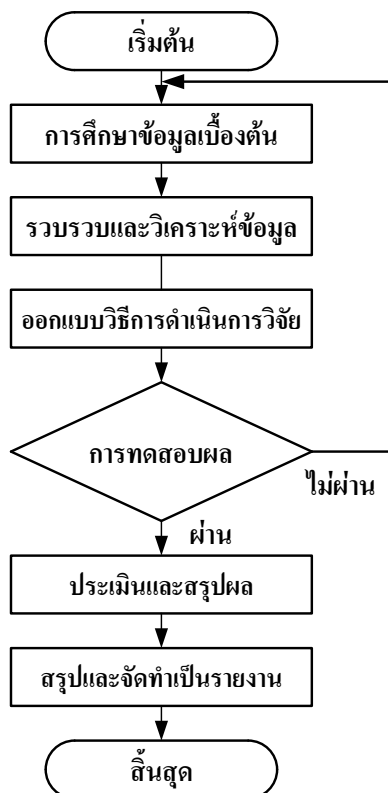
ช่วงที่ 1 ช่วงการปรับสภาวะเบื้องต้น (Initial Adjustment Period) เป็นช่วงที่ความชื้นที่มีอยู่ในอาหารปรับตัวเพื่อมีอุณหภูมิเท่ากับลมร้อน อัตราการแห้งจะต่ำแล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงช่วงที่อัตราการอบแห้งคงที่ จากรูปที่ 1 คือ ช่วง AB ซึ่งถือว่าเป็นช่วงสั้น ๆ สามารถตัดทิ้งได้ เมื่อคำนวณเวลาที่ใช้ในการอบแห้งส่วนช่วง A'B เป็นกรณีที่บริเวณผิวหน้าของแข็งมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิ ที่จะเริ่มเกิดการระเหย ในตอนแรกจะสูงและค่อย ๆ ลดลงจนคงที่

ช่วงที่ 2 ช่วงอัตราการแห้งคงที่ (Constant Rate Period) เป็นช่วงที่น้ำในอาหารระเหยเป็นไออย่างต่อเนื่อง คล้ายกับการระเหยของน้ำโดยทั่วไป

ช่วงที่ 3 ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling Rate Period) เป็นช่วงที่ความชื้นในอาหารเหลือน้อยจนแพร่ไปยังผิวหน้าอาหารอย่างต่อเนื่อง ทำให้ชั้นของเหลวที่ปกคลุมอยู่ไม่สม่ำเสมอ อัตราการแห้งจึงลดลง และเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้น ความชื้น จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงความชื้นสมดุลซึ่งน้ำในอาหารไม่สามารถระเหยออกมาได้อีก

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการปรับปรุงกระบวนการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคาเดเมีย ได้ออกแบบวิธีการดำเนินการวิจัยเพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนการดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินงานโดยเริ่มต้นจากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบวิธีการดำเนินการ จากนั้นทำการทดสอบผลลัพธ์ที่ได้ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสรุปและจัดทำเป็นรายงาน

ปัจจุบันกระบวนการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย จะเริ่มการเก็บรักษาเมล็ดแมคคาเดเมียที่รอการกะเทาะเปลือกในออก โดยจะเก็บไว้บริเวณใต้ถุนบ้าน แล้วคลุมด้วยมุ้งกันแมลง ดังแสดงในภาพที่ 6



(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 การเก็บรักษาเมล็ดแมคคาเดเมีย

การกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียออก จะต้องนำเมล็ดแมคคาเดเมียไปอบในเตาอบ ซึ่งสามารถอบได้ครั้งละ 30 กิโลกรัม โดยจะใส่ลงในถาดสามารถอบได้ครั้งละ 4 ถาด ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 48 ชั่วโมง ตู้อบที่ใช้ปัจจุบันเป็นเตาอบขนมปัง ขนาด 150 × 125 × 100 เซนติเมตร ใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) เป็นเชื้อเพลิง ดังแสดงในภาพที่ 7



(ก)



(ข)

ภาพที่ 7 ตู้อบที่ใช้ในการอบเมล็ดแมคคาเดเมีย

หลังจากทำการอบเมล็ดแมคคาเดเมียเสร็จแล้วประมาณหนึ่งชั่วโมง จะสามารถนำมากะเทาะเปลือกออกได้ แต่ถ้าหากปล่อยให้เปลือกที่อบแล้ว โดยไม่กะเทาะเปลือกออกนานกว่าหนึ่งวันเปลือกจะมีความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้เปลือกมีความเหนียวและกะเทาะเปลือกออกได้ยาก ปัจจุบันชาวบ้านใช้เครื่องมือกลในการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียออก ซึ่งเครื่องมือกลดังกล่าวสามารถกะเทาะเปลือกได้ครั้งละหนึ่งเมล็ด ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 อุปกรณ์ใช้ในการกะเทาะเปลือก

การออกแบบเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม

ก. การหาเวลาที่เหมาะสมในการอบ

จากข้อมูลที่ชาวบ้านใช้เวลาอบ 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การหาเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการอบเมล็ดแมคคาเดเมีย โดยกำหนดเวลาที่ใช้ในการอบตั้งแต่ 12 ถึง 18 ชั่วโมง ตู้อบที่ใช้ในการวิจัยเป็นตู้อบระบบไฟฟ้า ภายในประกอบหลอดความร้อนขนาด 750 วัตต์และใช้พัดลมในการกระจายความร้อน ขนาดตู้อบ 65 × 58 × 136 เซนติเมตร สามารถปรับอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 30 ถึง 250 องศาเซลเซียส พร้อมกับติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิเพื่อป้องกันอุณหภูมิเกินกว่าที่ตั้งไว้ ดังแสดงในภาพที่ 9



(ก)



(ข)

ภาพที่ 9 เตาอบที่ใช้สำหรับอบเมล็ดแมคคาเดเมีย

ข. การหาอุณหภูมิที่เหมาะสม

ในการอบเมล็ดแมคคาเดเมีย จากข้อมูลที่ศึกษามาในปัจจุบันใช้อุณหภูมิในการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ เพื่อหาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบที่เหมาะสม โดยการกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองที่ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 12 – 18 ชั่วโมง แล้วบันทึกผลที่ได้



ภาพที่ 10 การนำเมล็ดแมคคาเดเมียใส่เตาอบ

การนำเมล็ดแมคคาเดเมียที่อบครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำออกมาทดลองกะเทาะเปลือก ออกตั้งแต่ 0 ถึง 16 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกค่าได้ แล้วทำการเปรียบเทียบวิธีการกะเทาะเปลือก ในเมล็ดแมคคาเดเมีย ระหว่างการบีบและการกระแทก ว่าวิธีใดที่ใช้เวลาและมีของเสียน้อยกว่า

5. ผลการดำเนินการวิจัย

การปรับปรุงกระบวนการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการกะเทาะและลดของเสียจากการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย ได้แสดงผลการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ก. การทดลองอบเมล็ดแมคคาเดเมียเพื่อหาเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสม

การนำเมล็ดแมคคาเดเมียเข้าอบที่อุณหภูมิ 50 ถึง 70 องศาเซลเซียส มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความชื้นในภายในเมล็ดและทำให้เนื้อและเปลือกแยกออกจากกัน เนื่องจากถ้าไม่นำเข้าอบ เนื้อและเปลือกของเมล็ดแมคคาเดเมียจะติดกัน เมื่อนำไปกะเทาะเปลือกออกแล้วจะได้เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์และมีรสฝาด ไม่สามารถนำไปรับประทานได้ ดังนั้นจึงต้องมีการนำเมล็ดแมคคาเดเมียเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 50 ถึง 70 องศาเซลเซียส เพื่อปรับสภาพดังกล่าว

1. การนำเมล็ดแมคคาเดเมียเข้าเตาอบที่อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 12 ถึง 18 ชั่วโมง นำออกมากะเทาะเปลือกออกชั่วโมงละ 10 เมล็ด ผลการทดลองแสดงว่า การใช้อุณหภูมิในการอบที่ 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอบ 14 ชั่วโมง สามารถกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียออกได้

2. การนำเมล็ดแมคคาเดเมียเข้าเตาอบที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการอบ ตั้งแต่ 12 ถึง 18 ชั่วโมง แล้วนำออกมากะเทาะเปลือกในออกชั่วโมงละ 10 เมล็ด ผลการทดลองแสดงว่า การใช้อุณหภูมิในการอบที่ 60 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา ในการอบ 14 ชั่วโมงสามารถ กะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียออกได้

3. การนำเมล็ดแมคคาเดเมียเข้าเตาอบที่อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการอบ ตั้งแต่ 12 ถึง 18 ชั่วโมง แล้วนำออกมากะเทาะเปลือกในออกชั่วโมงละ 10 เมล็ดผลการทดลอง แสดงว่า การใช้อุณหภูมิในการอบที่ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 14 ชั่วโมง สามารถกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียออกได้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองอบเมล็ดแมคคาเดเมียที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด

อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะเมล็ดที่ได้จากการกะเทาะเมล็ด					
	50		60		70	
ระยะเวลาในการอบ	ดี	เสีย	ดี	เสีย	ดี	เสีย
เวลา 12 ชั่วโมง	7	3	8	2	8	2
เวลา 13 ชั่วโมง	7	3	8	2	9	1
เวลา 14 ชั่วโมง	9	1	10	0	9	1
เวลา 15 ชั่วโมง	8	2	8	2	10	0
เวลา 16 ชั่วโมง	10	0	9	1	9	1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองอบเมล็ดแมคคาเดเมียที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด (ต่อ)

อุณหภูมิ (°C)	ลักษณะเมล็ดที่ได้จากการกะเทาะเมล็ด					
	50		60		70	
ระยะเวลาในการอบ	ดี	เสีย	ดี	เสีย	ดี	เสีย
เวลา 17 ชั่วโมง	10	0	9	1	9	1
เวลา 18 ชั่วโมง	8	2	8	2	10	0



ดี



เสีย

ภาพที่ 11 ลักษณะเมล็ดแมคคาเดเมียดีและเสีย

จากผลการทดลองในตารางที่ 1 การหาสภาวะในการอบที่เหมาะสม ผู้วิจัยเลือกใช้เวลาในการอบ 14 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วนำเอาผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกระบวนการปัจจุบันที่ชาวบ้านใช้เวลาในการอบ 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

ข. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย

1. เวลาที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย เป็นเวลาที่เริ่มต้นหลังจากการอบเสร็จสิ้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อความยากง่ายในการกะเทาะเปลือกออก โดยนำเมล็ดแมคคาเดเมียเข้าอบในเตาอบ โดยใช้เวลาในการอบ 14 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เมื่ออบเสร็จนำออกมากะเทาะเปลือกออก ครั้งละ 10 เมล็ดทุกสองชั่วโมง เมื่อการอบเมล็ดแมคคาเดเมียเสร็จสิ้น ภายในหนึ่งชั่วโมงจะเกิดของเสียขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากเปลือกในเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดความเป็นพลาสติกขึ้นบริเวณเปลือก ส่งผลทำให้การกะเทาะเปลือกทำได้ยากขึ้นเนื่องจากเปลือกจะมีความยืดหยุ่นมาก เช่นเดียวกับการปล่อยทิ้งไว้นานกว่า 18 ชั่วโมง แต่หากปล่อยให้เมล็ดแมคคาเดเมียที่อบเสร็จแล้ว ทิ้งนานเกินกว่า 24 ชั่วโมงเมื่อกะเทาะเปลือกออก เมล็ดที่ได้จะมีขนาดเล็กกว่าปกติมีสีคล้ำและไม่สามารถนำไปรับประทานได้

ตารางที่ 2 เวลาที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือก

ที่	เวลา (ชั่วโมง)	เมล็ดดี	เมล็ดเสีย
1	0 – 1	6	4
2	2 – 4	10	0
3	4 – 6	10	0
4	6 – 8	10	0
5	8 – 10	10	0

ตารางที่ 2 เวลาที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือก (ต่อ)

ที่	เวลา (ชั่วโมง)	เมล็ดดี	เมล็ดเสีย
6	10 – 12	10	0
7	12 – 14	10	0
8	14 – 16	10	0
9	16 – 18	10	0
10	> 18	8	2
11	> 24	7	3
12	> 48	6	4

3. การเปรียบเทียบวิธีการกะเทาะเปลือกระหว่าง การบีบและการกระแทก เป็นการนำเมล็ดแมคคาเดเมียที่ผ่านการอบแล้ว ทำการกะเทาะเปลือกออกจำนวน 60 เมล็ด โดยแบ่งออกเป็น การกะเทาะเปลือกแบบบีบ จำนวน 30 เมล็ด และการกะเทาะเปลือกแบบกระแทก จำนวน 30 เมล็ด เมื่อเปรียบเทียบวิธีการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบบีบ และแบบกระแทกจากจำนวนเมล็ดแมคคาเดเมีย 30 เมล็ดในแต่ละแบบ

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณของเสียจากการกะเทาะเปลือก

ที่	วิธีการกะเทาะ	จำนวน	เมล็ดดี	เมล็ดเสีย	อัตราส่วนของเสีย
1	บีบ	30	27	3	10
2	กระแทก	30	24	6	20

จากตารางที่ 3 พบว่า การกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบบีบจะมีของเสียเกิดขึ้นน้อยกว่าการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบกระแทก ดังนั้นการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบบีบ จึงมีความเหมาะสมกว่า

เมื่อวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าการอบเมล็ดแมคคาเดเมียด้วยเตาไฟฟ้า เมื่อเปรียบเทียบการอบด้วยเตาอบที่ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง สามารถลดค่าใช้จ่ายลงเท่ากับ 113.50 บาท คิดเป็นร้อยละ 78.26 ต่อการอบหนึ่งครั้ง

ตารางที่ 4 สรุปผลการวิจัยการปรับปรุงกระบวนการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย

ลำดับ	กระบวนการ	ผลลัพธ์ที่ได้
1	เวลาที่ใช้ในการอบ	14 ชั่วโมง
2	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ	50 องศาเซลเซียส
3	เวลาที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือก	1 – 18 ชั่วโมง
4	วิธีการกะเทาะเปลือก	การบีบ
5	ต้นทุนลดลง	78.26 %
6	ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น	70.83 %

6. สรุปผล

การหาสภาวะในการอบที่เหมาะสม ผู้วิจัยเลือกใช้เวลาในการอบ 14 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วนำเอาผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกระบวนการปัจจุบันที่ชาวบ้านใช้เวลาในการอบ 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถลดเวลาในการอบลง 34 ชั่วโมง ทำให้ประสิทธิภาพในการอบเพิ่มขึ้นร้อยละ 70.83 หลังจากการอบแล้วหนึ่งชั่วโมงจนถึง 18 ชั่วโมง เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมในการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมีย

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบปีบและกระแทก จากจำนวนเมล็ดแมคคาเดเมีย 30 เมล็ด พบว่าการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบปีบ จะมีของเสียเกิดขึ้นน้อยกว่าการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบกระแทก ดังนั้นการกะเทาะเปลือกในเมล็ดแมคคาเดเมียแบบปีบ จึงมีความเหมาะสมกว่า

การอบเมล็ดแมคคาเดเมียหนึ่งครั้งด้วยเตาไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับการอบด้วยเตาอบที่ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง สามารถลดค่าใช้จ่ายลง เท่ากับ 113.5 บาท คิดเป็นร้อยละ 78.26

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

8. บรรณานุกรม

- จิตต์ลัดดา ศักดาภิพาณิชย์ และคณะ. (2549). **ถ่านแมคคาเดเมียเพื่อสุขภาพ**. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล. URL: <http://www.mb.mahidol.ac.th/index.php/home/news-archives/694-macca>.
- ชาลีตา บรมพิชัยชาติกุลและคณะ. (2550). **ปัจจัยที่มีผลต่อการกะเทาะเปลือกถั่วแมคคาเดเมียโดยใช้แรงอัด**. เทคโนโลยีทางอาหารจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ: AgriculturalSci. J. 38 : 5 (Suppl.) : 349352 (2007) URL: <http://www.phtnet.org/download/phticseminar/305.pdf>.
- สนอง อมฤกษ์ และคณะ. (2552). **วิจัยและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเขียวมะคาเดเมีย**. ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. URL: http://http://www.doa.go.th/aeri/files/research/con_macademia.pdf.
- สมนึก ชูศิลป์และคณะ. (2547). **การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดกระบก**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น: KKU Res J 9(1): Jan-Jun 2004. URL: http://www.champa.kku.ac.th/kkurj/book/9_1/61.pdf.
- สุวรรณ มูลคำดี. (24 มิถุนายน 2554) **ประธานกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตแมคคาเดเมีย ต.แม่แจ่ม อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง**. สัมภาษณ์.