แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประในเชิงพาณิชย์

Development of Food Processing Technology from Pra Seed (Elateriospermum tapos Blume) for Commercial

ปริญญา หม่อมพิบูลย์[1*] วันดี แก้วสุวรรณ[2] อนุรักษ์ ตรีเพ็ชร[1] และ ธราดล วัฒนนาวิน[1]

Parinya Mompiboon[1*] Wandee kaewsuwan[2]

Anurak Tripatch[1] and Thradon Wattananavin[1]

สาระสังเขป

ต้นประในเขตป่าดงดิบภาคใต้ของไทยมีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมโอลิโอเคมี อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากแป้งหรือน้ำมันเมล็ดประมีกรดไขมันโอเมก้า 3 6 และ 9 ปริมาณสูงและครบถ้วน โดยมีสัดส่วนโอเมก้า 6 ต่อ โอเมก้า 3 อยู่ที่ 3.49 ซึ่งดีที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น จึงควรพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ๆ จากเมล็ดประ โดยการส่งเสริมให้เกิดงานวิจัยศึกษานวัตกรรมเทคโนโลยีเครื่องกลการเกษตรแปรรูปอาหาร เช่น งานวิจัยเครื่องกะเทาะเมล็ดประ งานวิจัยเครื่องหั่นเมล็ดประ และงานวิจัยเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้กลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนท้องถิ่นมีรายได้และพัฒนาความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ก่อให้เกิดกระแสการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ (ป่าประ) ตามแนวทางพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช “คนอยู่คู่กับป่าอย่างเกื้อกูลกัน” และอาจยกระดับเป็นการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอย่างมีส่วนร่วมในอนาคต

คำสำคัญ: ต้นประ เมล็ดประ ลูกประ เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร

[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*] Corresponding author e-mail: parinyaz@hotmail.com

Summary

Elateriospermum tapos Blume (Pra Seed) in the Southern Thailand's tropical rainforest have high potential for the oleochemical, cosmetic and pharmaceutical industry, especially for food industry. Because flour and oils from the pra seed has the high complete amount of omega 3, 6 and 9 fatty acids and the omega-6: omega 3 ratio of about 3.49: 1.00. Thus, the pra oil is the best vegetable oils, and it should develop new food products from the pra seeds have by encouraging research and innovations of food machinery technology. For instance, pra seed crackers machine as well as, pra seed chopper machine and pra seed extractor machine. This will help local food processing group to get income and to live a better life that will support forest resource conservation follow the Royal Project guidelines of King Bhumibol Adulyadej, and may raise the level of sustainable ecotourism management in the future.

Keywords: Elateriospermum tapos Blume, Pra seed, Food processing technology

บทนำและเนื้อความ

1. ต้นประ

ต้นประ (Pra, Elateriospermum tapos Blume) พืชวงศ์ Euphorbiaceace เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ขึ้นตามธรรมชาติในเขตป่าดงดิบหรือตามภูเขา เจริญเติบโตที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลได้ถึง 600 เมตร พบในคาบสมุทรมลายูและหมู่เกาะอินโดนีเซีย สำหรับประเทศไทยพบมากในอุทยานแห่งชาติเขานัน อุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า และอุทยานแห่งชาติเขาหลวง ต้นประเป็นไม้ผลัดใบตลอดปี สูง 20-50 เมตร ลำต้นมีความยาวเส้นรอบวงถึง 56 เซนติเมตร เปลือกไม้ผิวเรียบสีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทา ก้านใบยาว 1-8 เซนติเมตร มีใบรูปไข่ ใบอ่อนสีชมพูหรือสีแดง ใบแก่สีเหลืองอมเขียว สีเขียว หรือสีน้ำตาล ยาว 5-24 เซนติเมตร กว้าง 2.0-7.5 เซนติเมตร อัตราการหลุดร่วงของใบอยู่ที่ 2.0-30.5 กิโลกรัมต่อต้น ต้นประออกดอกออกผลตลอดทั้งปี ดอกไม้มีสีขาวหรือสีเหลืองซีด ออกดอกพร้อมใบใหม่ช่วงต้นฤดูร้อนของทุกปี (เดือนมีนาคม) ผลของต้นประมีลักษณะคล้ายผลลูกยางพารามีรูปทรงรีหรือรูปทรงไข่มีขนาดกว้าง 2.2-4.5 เซนติเมตร ยาว 3.00-6.35 เซนติเมตร ห้อยอยู่บนก้านยาว 2.54-15.24 เซนติเมตร ผิวเริ่มต้นของผลประมีสีเขียว เปลี่ยนตามอายุเป็นสีแดง สีน้ำตาล จนถึงสีดำ ผลประมีลักษณะเป็นพูจำนวน 3 พู ภายในมี 3 เมล็ดต่อผล เมล็ดประหรือลูกประมีขนาดกว้าง 1.4-2.2 เซนติเมตร ยาว 3.2-4.45 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล สีน้ำตาลเทาหรือสีน้ำตาลเข้ม มีเปลือกแข็งหุ้ม เมื่อปอกเปลือกแข็งออกจะมีเยื่อหุ้มเมล็ดบางๆ ขณะที่เนื้อด้านในเมล็ดจะเป็นสีขาวนวล (Jantarit *et al*., 2009; Osada *et al*., 2003; Sam and Welzen, 2004; Yong and Salimon, 2006)

จากการประมวล ต้นประเป็นพืชธรรมชาติในท้องถิ่นภาคใต้ ชอบสภาพดินดอนในเขตดินชื้นของภาคใต้ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะศึกษานำต้นประในท้องถิ่นที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์และขยายพันธุ์ต้นประต่อไป

2. ประโยชน์ของต้นประ

ต้นประนิยมปลูกเป็นไม้ประดับในสวนสาธารณะ ไม้ประเป็นไม้เนื้อแข็งปานกลางเหมาะสำหรับใช้ในงานก่อสร้าง ใช้เป็นไม้ฟืน ใช้ทำรางรถไฟ พื้นไม้ปาร์เก้ เสารั้ว ด้ามจับเครื่องมือ และผลิตภัณฑ์สินค้าแปรรูปขนาดเล็ก (Choonhahirun, 2010; Ling *et al*., 2006; Sam and Welzen, 2004; Yong and Salimon, 2006) เปลือกไม้ ก้านใบ และผลไม้ของต้นประมีน้ำยางเหนียวสีขาว ใช้รักษาอาการส้นเท้าแตกและใช้เป็นน้ำยาเคลือบเงา (Ling *et al*., 2006; Sam and Welzen, 2004; Yong and Salimon, 2006) ใบของต้นประมีสาร Taraxerane Triterpenes Seco-Taraxer Trioic Acid และ Dimethyl Ester มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งสายพันธุ์ NCI-H187 (มะเร็งปอด) และ BC (มะเร็งทรวงอก) และมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ *Mycobacterium tuberculosis* ที่ก่อให้เกิดโรควัณโรค (Pattamadilok and Suttisri, 2008) เมล็ดประใช้เป็นอาหารปลา (Sam and Welzen, 2004) และมีสารโทโคฟีรอล สควาลีน และเบต้า-ซิโตสเตอรอล ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ ช่วยให้ความชุ่มชื้น ชะลอริ้วรอย ต้านอนุมูลอิสระ ลดคอเลสเตอรอล ป้องกันต่อมลูกหมากโต และป้องกันผมร่วง (Tan *et al*., 2013) น้ำมันในเมล็ดประใช้ปรุงอาหารและใช้เป็นน้ำมันตะเกียง (Choonhahirun, 2010; Sam and Welzen, 2004) แป้งที่ผลิตจากเมล็ดประมีองค์ประกอบ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน สัดส่วน 16.10 25.36 และ 36.49 wt.% ตามลำดับ มีสัดส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึง 29.83 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันอิ่มตัว 6.66 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบไขมันทรานส์ที่เป็นไขมันอันตรายต่อร่างกาย นอกจากนี้แป้งเมล็ดประมีสัดส่วนของกรดไขมันโอเลอิก 12.54 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกรดไขมันโอเมก้า 9 มีกรดไขมันแอลฟาไลโนเลนิก จำนวนมากถึง 3.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกรดไขมันโอเมก้า 3 สูงกว่าเมล็ดถั่วอื่นๆ เช่น เฮเซลนัท (0.09 เปอร์เซ็นต์), มะคาเดเมีย (0.21 เปอร์เซ็นต์) และอัลมอนด์ (ไม่มี) แต่ต่ำกว่าวอลนัท (9.08 เปอร์เซ็นต์) และมีกรดไขมันลิโนเลอิก สัดส่วน 12.01 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกรดไขมันโอเมก้า 6 (Choonhahirun, 2010) กรดไขมันโอเมก้า 3 และกรดไขมันโอเมก้า 6 เป็นกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ที่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ จำเป็นต้องได้รับจากการบริโภคอาหาร โดยส่วนใหญ่จะได้รับจากอาหารทะเล (Yong and Salimon, 2006) อย่างไรก็ตาม ความเสี่ยงด้านสุขภาพอาจเกิดขึ้นจากการบริโภคอาหารทะเลเนื่องมาจากมีสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น โพลีคลอริเนตไบฟีนิล เฮปตาคลอร์ ปรอทอินทรีย์ ไดออกซิน และอื่นๆ ในอาหารทะเล ซึ่งโพลีคลอริเนตไบฟีนิลและปรอทอินทรีย์มีครึ่งชีวิตที่ยาวนานในร่างกายของมนุษย์ อีกทั้งในอนาคตแนวโน้มอาหารทะเลอาจมีปริมาณลดลง และมีราคาเพิ่มสูงขึ้น (Hamidah *et al*., 2011) แป้ง เมล็ดประ สามารถใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร ซุป เกรวี เบเกอรี่ น้ำสลัด ไส้กรอก เค้ก ขนมหวานแช่แข็ง และไอศกรีม (Choonhahirun, 2010)

จากการประมวล ต้นประมีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมโอลิโอเคมี อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมยา และที่สำคัญคืออุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากแป้งหรือ

น้ำมันเมล็ดประมีกรดไขมันโอเมก้า 3 6 และ 9 ปริมาณสูงและครบถ้วน โดยมีสัดส่วนโอเมก้า 6 ต่อ โอเมก้า 3 อยู่ที่ 3.49 (ดีที่สุดอยู่ในช่วง 3 ถึง 4) ซึ่งดีที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น ดังตารางที่ 1 เนื่องจากการรับประทานสัดส่วนที่น้อยเกินไป จะทำให้เลือดในร่างกายไม่แข็งตัว เลือดเหลวไหลหยุดยาก บาดแผลตามร่างกายหายช้าลง และเกิดภาวะความดันต่ำ แต่ถ้ารับประทานสัดส่วนที่มากเกินไป จะทำให้เลือดข้นแข็งตัวง่าย เกิดลิ่มเลือด และเกิดภาวะความดันสูง จึงต้องสมดุลการรับประทาน โอเมก้า 6 ต่อ โอเมก้า 3 ให้เหมาะสม เพื่อสร้างสมดุลในร่างกายและการป้องกันโรค (คมส์ธนนท์, 2554; Simopoulos, 2010) และเป็นการรู้เท่าทันสื่อโฆษณาชวนเชื่อ ที่กล่าวว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีกรดโดโคซะเฮกซะอีโนอิก หรือดีเอชเอ ซึ่งเป็นกรดไขมันโอเมก้า 3 เป็นสิ่งที่มีแต่ประโยชน์ไม่มีโทษต่อร่างกาย การโฆษณาดังกล่าวอาจไม่เป็นความจริงเสมอไป

ตารางที่ 1 สัดส่วนโอเมก้า 6 ต่อ โอเมก้า 3 ของน้ำมันพืชต่างๆ

ชนิดน้ำมัน	ชนิดกรดไขมันปรับค่าเป็น 100 เปอร์เซ็นต์				
	กรดไขมันชนิดอิ่มตัว	กรดไขมันโอเลอิก (โอเมก้า 9)	กรดไขมันลิโนเลอิก (โอเมก้า 6)	กรดไขมันแอลฟาไลโนเลนิก (โอเมก้า 3)	สัดส่วนโอเมก้า 6 ต่อ โอเมก้า 3 (ไม่ควรเกิน 4:1)
เมล็ดประ	19.22 (6.66[a])	36.19 (12.54[a])	34.66 (12.01[a])	9.93 (3.44[a])	3.49
คาโนลา	7.01 (7.00[b])	60.86 (60.80[b])	21.02 (21.00[b])	11.11 (11.10[b])	1.91
เมล็ดคำฝอย	9.91 (9.90[b])	14.41 (14.40[b])	75.58 (75.50[b])	0.10 (0.10[b])	1.27
เมล็ดลินิน	10[c]	21[c]	16[c]	53[c]	0.30
เมล็ดดอกทานตะวัน	12[b]	16[b]	71.4[b]	0.6[b]	119.00
เมล็ดฝ้าย	26.8[b]	18.5[b]	54.2[b]	0.5[b]	108.40
ถั่วลิงสง	19.3[b]	47.3[b]	32.9[b]	0.5[b]	65.80
ข้าวโพด	12.61 (12.60[b])	29.33 (29.30[b])	56.96 (56.90[b])	1.10 (1.10[b])	51.78
รำข้าว	17.13 (17.10[c])	42.59 (42.50[c])	39.18 (39.10[c])	1.10 (1.10[c])	35.55
มะกอก	14.7[b]	75.2[b]	9.5[b]	0.6[b]	15.83
วอลนัต	16[c]	28[c]	51[c]	5[c]	10.20
ถั่วเหลือง	15.2[b]	22.4[b]	54.1[b]	8.3[b]	6.75
ปาล์ม	48.24 (47.90[b])	49.24 (48.90[b])	2.02 (2[b])	0.50 (0.50[b])	4.04
เมล็ดองุ่น	12[c]	15[c]	73[c]	-	-
งา	13.13 (13[c])	41.41 (41[c])	45.46 (45[c])	-	-
เมล็ดอัลมอนด์	9.47 (9[c])	72.63 (69[c])	17.90 (17[c])	-	-
เมล็ดเชียนัท	47.31 (44[c])	47.31 (44[c])	5.38 (5[c])	-	-
มะพร้าว	91.40[b]	6.90[b]	1.70[b]	-	-

ที่มา: Choonhahirun (2010)[a], Marianchuk *et al*. (1995)[b], Food Network Solution (2017)[c]

3. ต้นประกับภูมิปัญญาท้องถิ่นภาคใต้

ภาคใต้ของประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณ บ้านด่าน หมู่ที่ 5 ตำบลน้ำผุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง มีต้นประพื้นที่ประมาณ 1,000 ไร่ โดยที่หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช มีพื้นที่ป่าประที่มีขนาดใหญ่ (≈ 6,000 ไร่ หรือ 9.6 ตารางกิโลเมตร) ชาวบ้านหมู่ที่

8 บ้านทับน้ำเต้า ตำบลกรุงชิง อำเภอ นบพิตำ ร่วมกันอนุรักษ์และคงสภาพผืนป่าอันอุดมสมบูรณ์เอาไว้ โดยในแต่ละปีจะได้รับผลผลิต เมล็ดประหรือลูกประ จำนวนมาก และในช่วงที่ลูกประแตกและร่วงหล่น ชาวบ้านจะร่วมกันทำพิธี เปิดป่า เพื่อขอขมาเจ้าป่าเจ้าเขา ให้ชาวบ้านเข้าไปเก็บเอาผลหรือเมล็ดประมาใช้ประโยชน์ เมล็ดประที่ผ่านการปอกเปลือกสามารถนำมาประกอบอาหารพื้นบ้านได้หลากหลายเมนูทั้งกับอาหารคาวและอาหารหวาน ได้แก่ แกงคั่ว แกงส้ม แกงไตปลา ต้มกะทิ น้ำพริกกะปิ น้ำพริกมะขาม คั่ว ดอง ย่างเป็นผักเคียง อบ หรือฉาบน้ำตาล เนื่องจากมีรสชาติมันอร่อย แต่ต้องผ่านกระบวนการทางความร้อนหรือการหมักดอง ซึ่งเป็นวิธีการตามภูมิปัญญาท้องถิ่นภาคใต้ เนื่องจากเมล็ดประมีสารไซยาไนด์ (cyanogenic glycoside) ซึ่งเป็นสารพิษอาจทำให้ผู้บริโภคถึงแก่ความตาย จึงต้องทำลายสารพิษดังกล่าว (Husin *et al*., 2013; Ngamriabsakul and Kommen, 2009) ผลผลิตเมล็ดประเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของกลุ่มชาวบ้าน และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคจนไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงมีชาวบ้านเดินทางขึ้นไปบนภูเขาสูง เพื่อเก็บเมล็ดประขายส่งในราคากิโลกรัมละ 50-100 บาท เมล็ดละ 1-2 บาท (ราคาปรับเปลี่ยนตามฤดูกาล) ชาวบ้านแต่ละคนสามารถเก็บเมล็ดประได้ตั้งแต่ 10-20 กิโลกรัม สร้างรายได้ให้คนละ 500-1,000 บาท/วัน แต่หากนำมาแปรรูปจะสร้างรายได้เพิ่มขึ้น เช่น ต้มสุกและดองในน้ำเกลือ ซึ่งสามารถเก็บไว้บริโภคได้นานหลายเดือน โดยมีราคา 100-150 บาท/กิโลกรัม แต่หากคั่วหรืออบแห้งก็จะมีราคา 120-170 บาท/กิโลกรัม เมล็ดประเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านที่มีคุณค่า สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ของฝากที่มีคุณภาพ ในลักษณะคล้ายๆ กับเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ประสบความสำเร็จมาแล้ว ด้วยการต่อยอดแปรรูปอาหารชนิดอื่นที่มีรสชาติอร่อย ดีกว่าการเก็บเพื่อขายส่งเมล็ดประเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เฉพาะในพื้นที่ตำบลน้ำผุดและใกล้เคียงจะสามารถผลิตเมล็ดประได้ปีละประมาณ 500 ตัน หรือต้นละประมาณ 50 กิโลกรัม

จากการประมวล เมล็ดประเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของชาวบ้านและกลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนท้องถิ่น ช่วยสร้างรายได้และพัฒนาความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น จึงควรช่วยกันรณรงค์ให้เกิดความตระหนักต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ (ป่าประ) หรือขยายพื้นที่ปลูกป่า ตามแนวทางพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช “คนอยู่คู่กับป่าอย่างเกื้อกูลกัน” และอาจยกระดับเป็นการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอย่างมีส่วนร่วมในอนาคต

4. แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประ

ผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดประที่สืบทอดกันมาตั้งแต่โบราณกาลจนถึงปัจจุบัน ส่วนใหญ่ต้องผ่านขั้นตอนการปอกเปลือกก่อนที่จะแปรรูปอาหาร ซึ่งปัจจุบันกลุ่มแปรรูปอาหารจากเมล็ดประในชุมชนท้องถิ่น ได้ใช้วิธีการทุบเมล็ด ปอกเปลือก และแกะเยื่อหุ้มเมล็ดด้วยแรงงานคน ส่งผลให้ผู้ผลิตเกิดอาการเหนื่อยล้าหรือปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงาน ดังนั้นการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดประจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือ เครื่องทุ่นแรง เครื่องจักรกล หรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดแทนแรงงานคน ซึ่งเป็นที่ต้องการของกลุ่มแปรรูปอาหารจากเมล็ดประอย่างยิ่ง

จากการประมวล แนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้นคือการสร้างนวัตกรรมต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น “เครื่องกะเทาะเมล็ดประ” ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์

เมล็ดประที่ผ่านการปอกเปลือกหรือเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประในกระบวนการอื่นๆ ต่อไป และอีกหนึ่งปัญหาที่เป็นโอกาสทางการตลาดของเมล็ดประคือผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประเป็นที่นิยมเฉพาะกลุ่มประชากรในท้องถิ่น ไม่กระจายออกสู่สังคมภายนอกมากนัก จึงควรสร้างช่องทางการจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์หรือการเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากเมล็ดประ เพื่อให้กลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนท้องถิ่น มีรายได้และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น สอดรับกับนโยบายรัฐ Thailand 4.0 ด้านเกษตร อาหาร และเทคโนโลยี ดังตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์มะม่วงหิมพานต์ที่ผ่านการปอกเปลือก เมล็ดอัลมอนด์หั่น น้ำมันมะกอกเพื่อสุขภาพ และอาหารเสริมน้ำมันอีฟนิงพริมโรส ที่มีช่องทางการจัดจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า ดังนั้นการสร้างสรรค์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากเมล็ดประ ที่มีแนวทางคล้ายคลึงกัน เช่น ผลิตภัณฑ์เมล็ดประหั่น และน้ำมันเมล็ดประเพื่อสุขภาพ ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นที่มีประโยชน์ในการแปรรูปอาหาร จึงมีความเป็นไปได้ที่จะจัดวางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าเช่นเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงควรสร้างนวัตกรรมด้านการเพิ่มยอดขาย “เครื่องหั่นเมล็ดประ” และ “เครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประ” เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้เกิดขึ้นจริง โดยการสร้างสรรค์นวัตกรรมเครื่องจักรกลใหม่ๆ ที่มีประโยชน์สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประรูปแบบต่างๆ เพิ่มมากขึ้น จะช่วยเพิ่มความสะดวกในขั้นตอนการผลิต เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนเพิ่มโอกาสสร้างรายได้ให้กับชาวบ้านและกลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนท้องถิ่น

4.1 การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดประ

การกะเทาะคือขั้นตอนการทุบ บีบ สี กะลา เปลือก เมล็ด ผล หรือฝักซึ่งเป็นผลผลิตจากพืชชนิดต่างๆ โดยนำเนื้อในมาใช้ประโยชน์ มีมาตังแต่สมัยโบราณ โดยใช้แรงงานคน แรงงานสัตว์ เทคโนโลยีเครื่องกะเทาะด้วยเครื่องจักรกล ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลเกษตรชนิดหนึ่ง ได้พัฒนาต่อยอดองค์ความรู้มาอย่างต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประยุกต์ใช้เก็บเกี่ยวหรือแปรรูปพืชเศรษฐกิจหรือพืชท้องถิ่นภายในประเทศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแรงงานในการผลิตการเกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ภาคการเกษตร และการลดต้นทุนในการผลิตทางการเกษตร (บพิตร และรัตนา, 2556)

จากการประมวล การกะเทาะเปลือกในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกได้หลากหลายรูปแบบ เช่น 1) การแบ่งโดยกรรมวิธีการกะเทาะ ได้แก่ การกะเทาะด้วยแรงกดและแรงเฉือน การกะเทาะด้วยแรงเหวี่ยงกระทบ และการกะเทาะด้วยแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัส 2) การแบ่งโดยชนิดหรือวัสดุชุดกะเทาะ ได้แก่ ชุดกะเทาะชนิดกรวยหมุน ชนิดเกลียวอัด ชนิดจานเหวี่ยงกระทบ ชนิดตะแกรงเสียดสี ชนิดใบพัดตี ชนิดมีดผ่า ชนิดแรงกระแทก ชนิดแรงกดอัด ชนิดล้อยางหมุน ชนิดลูกยางหมุน ชนิดลูกหินหมุน ชนิดลูกเหล็กหมุน ชนิดสายพานเสียดสี และชนิดสายพานตี เป็นต้น 3) การแบ่งโดยเปลือกวัตถุดิบ ได้แก่ กระเทียม ข้าวเปลือก ข้าวโพด ผลหมาก ฝักถั่วเขียว เมล็ดกระบก เมล็ดโกโก้ เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน เมล็ดมะคาเดเมีย เมล็ดมะม่วง หิมพานต์ เมล็ดมะรุม เมล็ดยางพารา เมล็ดลูกเดือย เมล็ดสบู่ดำ และเมล็ดสะเดา เป็นต้น และ 4) การแบ่งโดยลักษณะอื่นๆ เช่น จำนวนชุดกะเทาะ ระบบอัตโนมัติหรือแรงงานคน รูปทรงชุดกะเทาะแนวดิ่งหรือแนวระดับ และอุปกรณ์เสริมเครื่องกะเทาะ เช่น ชุดป้อน หรือชุดแยก เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อ

ตรวจเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งหมด ยังไม่พบงานวิจัยใดๆ ที่ได้รายงานผลการศึกษาเครื่องกะเทาะเมล็ดประ มีเพียงงานวิจัยเครื่องกะเทาะพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งมีวิธีการกะเทาะหลากหลายรูปแบบ ถึงแม้ว่าจะไม่พบงานวิจัยเครื่องกะเทาะเมล็ดประ แต่ก็ยังมีแนวทางการพัฒนาต้นแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดประ ที่ได้จากงานวิจัยเครื่องกะเทาะพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งได้รวบรวมสรุปรายงานข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของวัตถุดิบ กระบวนการ และผลลัพธ์ของเครื่องกะเทาะ ดังตารางที่ 2 (กิจจา, 2534; คำรณ และคณะ, 2559; นฤมล, 2555; ประชา, 2553; ผดุงศักดิ์ และคณะ, 2552; พิพัฒน์, 2553; พีรวัตร และสุรินทร์, 2554; ภรต และคณะ, 2530; รังสรรค์, 2559; วิชัย และธวัช, 2551; วิทยา, 2547; สญชัย, 2545; สนอง และคณะ, 2553; สมควร และอภิชาติ, 2554; สมโภชน์ และสมนึก, 2550; สาทิป และคณะ, 2555; สิริชัย และคณะ, 2535; สุพรรณ และจักรมาส, 2555; สุรพงศ์ และคณะ, 2555) เมื่อพิจารณาตัวแปรด้านรูปร่างวัตถุดิบของเมล็ดประ พบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับเมล็ดยางพารามากที่สุด จะมีรูปร่างแตกต่างกันบ้าง โดยที่เมล็ดประมีรูปร่างยาวรีมากกว่าเมล็ดยาง เครื่องกะเทาะเมล็ดยางพาราในงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นเครื่องกะเทาะชนิดกรวยหมุน มีสมรรถนะการผลิต 60 กิโลกรัม/ชั่วโมง และให้เปอร์เซ็นต์การกะเทาะเมล็ดยางพาราสูงถึง 88 เปอร์เซ็นต์ (พิพัฒน์, 2553) ดังนั้นการพัฒนาต้นแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดประจึงควรศึกษาต่อยอดจากงานวิจัยเครื่องกะเทาะเมล็ดยางพาราชนิดกรวยหมุน แต่ก็ควรเก็บข้อมูลตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ช่วงขนาด การเตรียมหรือการป้อนเมล็ดประ รูปร่าง ระยะห่าง ความโค้ง การตั้งมุม วัสดุ หรือความเร็วรอบของกรวยกะเทาะ เป็นต้น (ตารางที่ 2) เนื่องจากคาดว่าเมล็ดประมีคุณลักษณะเฉพาะแตกต่างจากเมล็ดยางพารา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบตั้งต้นหรือกระบวนการ ย่อมส่งผลให้ผลลัพธ์หรือผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังเช่น งานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเครื่องกะเทาะชนิดใดดีที่สุด เพียงแต่สามารถบ่งบอกได้ว่าพืชชนิดใดเหมาะสมกับเครื่องกะเทาะชนิดใด ตัวอย่างเช่น ผลหมากเหมาะสมกับเครื่องกะเทาะชนิดล้อยางหมุน เมล็ดลูกเดือยเหมาะสมกับเครื่องกะเทาะชนิดลูกเหล็กหมุน และเมล็ดมะคาเดเมียเหมาะสมกับเครื่องกะเทาะชนิดเกลียวอัด เป็นต้น (นฤมล, 2555; ผดุงศักดิ์ และคณะ, 2552; สนอง และคณะ, 2553) ดังนั้นจึงควรเก็บข้อมูลรายงานผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น เพื่อต่อยอดพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดประต่อไป

4.2 การพัฒนาเครื่องหั่นเมล็ดประ

การหั่นคือการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างวัตถุดิบอย่างหนึ่ง ให้สะดวกต่อการแพ็คกิ้ง การเก็บรักษา การขนส่ง และเป็นการเตรียมวัตถุดิบให้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการประกอบอาหาร (วิไล, 2547)

จากการประมวล การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องหั่น ยังไม่พบงานวรรณกรรมใดๆ รายงานผลการศึกษาเครื่องหั่นเมล็ดประ มีเพียงเครื่องหั่น (เครื่องเฉือน หรือเครื่องฝ่าน) พืชชนิดอื่นๆ เช่น กาบมะพร้าว กิ่งไม้ กล้วย ขิง ต้นถั่วลิสง มัน และหอมแดง เป็นต้น โดยสามารถจำแนกรูปแบบเครื่องหั่นตามรูปร่างผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องหั่นแผ่นบาง และเครื่องหั่นเส้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม แนวทางการพัฒนาต้นแบบเครื่องหั่นเมล็ดประที่ได้จากงานวิจัยเครื่องหั่นพืชชนิดอื่นๆ ได้รวบรวมสรุปรายงานข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของวัตถุดิบ กระบวนการ และผลลัพธ์ของเครื่องหั่น ดังตารางที่ 3 (จักรนรินทร์ และคณะ, 2554; ชัยนิยม และมณฑล, 2553;

ทิวานัถ และคณะ, 2555; บัญญัติ, 2560; มงคล และคณะ, 2554; วิรัตน์, 2555; สญชัย และคณะ, 2560; สุทัศน์ และมาโนช, 2553; อดิศักดิ์ และมัติ, 2558)

ตารางที่ 2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกะเทาะชนิดต่างๆ

วัตถุดิบ	กระบวนการ	ผลลัพธ์
1) ชนิดสายพันธ์ ขนาด รูปร่าง หรือความหนาเปลือกของวัตถุดิบ 2) ความชื้น หรือการเตรียมวัตถุดิบ 3) อัตราการป้อนวัตถุดิบ	1) ชนิดชุดกะเทาะ 2) รูปร่าง ระยะห่างความโค้ง หรือ การตั้งมุมของอุปกรณ์กะเทาะ 3) วัสดุที่ใช้สร้างอุปกรณ์กะเทาะ ความแข็งอุปกรณ์กะเทาะ หรือความดันภายในอุปกรณ์กะเทาะ 4) ความเร็วหรือความเร็วรอบของอุปกรณ์กะเทาะ 5) ขนาดแรงกด แรงเฉือน หรือแรงเหวี่ยงของอุปกรณ์กะเทาะ 6) อุณหภูมิอุปกรณ์กะเทาะ 7) จำนวนอุปกรณ์กะเทาะ	1) สมรรถนะการผลิต 2) คุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ (1) เปอร์เซ็นต์ การกะเทาะ - เปอร์เซ็นต์ กะเทาะเนื้อเต็ม - เปอร์เซ็นต์ กะเทาะเนื้อแตกซีก - เปอร์เซ็นต์ กะเทาะเนื้อแตกหลายชิ้น (2) เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักหลังกะเทาะ 3) อัตราการใช้พลังงาน 4) ต้นทุนการกะเทาะ 5) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ที่มา: รวบรวมโดยปริญญา หม่อมพิบูลย์

4.3. การพัฒนาเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประ

ประเทศไทยมีพืชน้ำมันที่ใช้บริโภคภายในประเทศหลากหลายชนิด ได้แก่ คำฝอย งา ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ทานตะวัน นุ่น ปาล์มน้ำมัน ฝ้าย มะพร้าว รำข้าว ละหุ่ง และสบู่ดำ เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการสกัดน้ำมันพืช เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมน้ำมันพืชและอาหาร อุตสาหกรรมไบโอดีเซล และอุตสาหกรรมโอลิโอเคมี (วิชัย และคณะ, 2558)

จากการประมวล จากการตรวจเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่พบงานวิจัยที่ได้รายงานผลการศึกษาเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประ ในระดับเครื่องจักรกลที่ช่วยเพิ่มกำลังการผลิต มีเพียงงานวิจัยเครื่องสกัดน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ เช่น ข้าวโพด ปาล์ม มะพร้าว เมล็ดงา เมล็ดทานตะวัน เมล็ดฝ้าย เมล็ดฟักทอง เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดสบู่ดำ และรำข้าว เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการสกัดน้ำมันพืชสำหรับพืชแต่ละชนิดโดยเฉพาะ ด้วยวิธีการสกัดด้วยสกรูอัดเดี่ยว สกรูอัดคู่ หรือไฮดรอลิก แนวทางการพัฒนาต้นแบบเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประที่ได้จากงานวิจัยเครื่องสกัดน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ ได้รวบรวมสรุปรายงานข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของวัตถุดิบ กระบวนการ และผลลัพธ์ของเครื่องสกัดน้ำมันพืช ดังตารางที่ 4 (ชลิตต์ และคณะ, 2549; ชัยวัฒน์, 2556; ฐานันดร และคณะ, 2556; ธวัชชัย และ

คมสันติ, 2545; ศุภกิตต์ และคณะ, 2553; สิทธิโชค, 2550; Loganathan *et al*., 2010; Sheikh and Kazi, 2016) การนำเครื่องสกัดน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ โดยไม่ได้วิเคราะห์ตัวแปรวัตถุดิบ และกระบวนการมาใช้กับเมล็ดประนั้น อาจส่งผลให้อัตราการได้คืน (%yield) และคุณภาพผลิตภัณฑ์ไม่ดี เนื่องจากเมล็ดประมีคุณลักษณะและรูปร่างเฉพาะ ดังนั้นการพัฒนาเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประจึงเป็นช่องว่างทางความรู้ที่ควรส่งเสริมและสนับสนุนโดยการวิจัย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยการอบแห้งและการเก็บรักษาน้ำมันเมล็ดประ และงานวิจัยการสกัดน้ำมันโอเมก้า 3 จากเมล็ดประด้วยไมโครเวฟ (Hassana and Muhamad, 2017; Tana and Muhamad, 2017) เป็นเพียงสองงานวิจัยที่ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประในระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับงานวิจัยด้านอุตสาหกรรมอาหารของพืชชนิดอื่นๆ ที่มีการศึกษาหลากหลายวิธีการ เช่น 1) กระบวนการแปรรูปอาหารที่อุณหภูมิห้อง ได้แก่ การทำความสะอาด การคัดแยก (แยกขนาดหรือคัดเกรด) การปอกเปลือก การลดขนาด และ 2) กรรมวิธีแปรรูปโดยการใช้ความร้อน ได้แก่ การลวก การทำแห้ง การอบและการย่าง การทอด การใช้รังสีไมโครเวฟและอินฟราเรด การแช่เย็น การแช่เยือกแข็ง การแช่แข็งแบบระเหิด การบรรจุ และการปิดผนึก ซึ่งวิธีการต่างๆ มีเป้าหมายเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้คุณค่าทางโภชนาการที่จำเป็นต่อร่างกาย หรือเพื่อให้เกิดรายได้แก่ผู้ผลิต (วิไล, 2547)

ตารางที่ 3 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องหั่นชนิดต่างๆ

วัตถุดิบ	กระบวนการ	ผลลัพธ์
1) ชนิดสายพันธ์ ขนาดรูปร่าง หรือความหนาเปลือกของวัตถุดิบ 2) ความชื้น หรือการเตรียมวัตถุดิบ 3) อัตราการป้อนวัตถุดิบ	<u>กรณีการหั่นแผ่นบาง</u> 1) รูปร่างใบมีด ความยาว ความหนา หรือความโค้งของใบมีด 2) วัสดุ หรือความแข็งของใบมีด 3) การตั้งมุมของใบมีด 4) ขนาดจานเหวี่ยง 5) จำนวนใบมีดที่ติดตั้งบนจานเหวี่ยง 6) ความเร็วรอบของจานเหวี่ยง 7) แรงที่กดวัตถุดิบลงบนจานเหวี่ยง <u>กรณีการหั่นเส้น</u> 1) ขนาดลูกกลิ้ง 2) วัสดุ หรือความแข็งของลูกกลิ้ง	1) สมรรถนะการผลิต 2) คุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ (1) เปอร์เซ็นต์ การหั่น -เปอร์เซ็นต์ชิ้นหั่นเต็ม -เปอร์เซ็นต์ชิ้นหั่นแตกหัก (2) เปอร์เซ็นต์ติดค้างหรือสูญเสีย 3) อัตราการใช้พลังงาน 4) ต้นทุนการหั่น 5) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

วัตถุดิบ	กระบวนการ	ผลลัพธ์
	3) จำนวนร่องฟันลูกกลิ้ง 4) ขนาดร่องฟันลึก หรือ ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 5) จำนวนลูกกลิ้ง 6) ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 7) แรงที่กดวัตถุดิบลงบนลูกกลิ้ง	

ที่มา: รวบรวมโดยปริญญา หม่อมพิบูลย์

จากการประมวล ทั้งหัวข้อการพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดประ เครื่องหั่นเมล็ดประ และเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประ พบว่ามีช่องว่างทางความรู้ที่ควรส่งเสริมและสนับสนุนโดยการวิจัย และควรเลือกใช้การวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) ซึ่งเป็นการวิจัยที่ศึกษาหาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของตัวแปรภายใต้การควบคุมสถานการณ์ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ค้นหาความรู้ดังกล่าว (วาโร, 2557) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) และใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (สนั่น, 2535) ยิ่งไปกว่านั้น ควรพัฒนาเครื่องกะเทาะ เครื่องหั่น และเครื่องสกัดน้ำมันชนิดต่างๆ หรือรูปแบบใหม่ๆ ที่ใช้กับเมล็ดประ เพื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรวัตถุดิบและกระบวนการ โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น (Benchmarking) ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องกะเทาะเมล็ดประ เครื่องหั่นเมล็ดประ และเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประต่อไป

ตารางที่ 4 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสกัดน้ำมันชนิดต่างๆ

วัตถุดิบ	กระบวนการ	ผลลัพธ์
1) ชนิดสายพันธุ์ ขนาด รูปร่าง หรือความหนาเปลือกของวัตถุดิบ 2) ความชื้น หรือการเตรียมวัตถุดิบ 3) อัตราการป้อนวัตถุดิบ	<u>กรณีการสกัดด้วยไฮดรอลิก</u> 1) แรงที่กดวัตถุดิบ <u>กรณีการสกัดน้ำมันด้วยสกรูอัด</u> 1) ชนิดสกรูอัดเดี่ยว หรือสกรูอัดคู่ 2) ขนาด และความยาวสกรูอัด 3) การเปลี่ยนแปลง ขนาดร่องเกลียวลึก และระยะห่างระหว่างร่องเกลียวของสกรูอัด 4) วัสดุ หรือความแข็งของสกรูอัด 5) ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 6) ช่วงอุณหภูมิที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการอัด	1) สมรรถนะการผลิต 2) อัตราการได้คืน 3) คุณลักษณะน้ำมันพืช เช่น สี และองค์ประกอบของน้ำมัน 4) อัตราการใช้พลังงาน 5) ต้นทุนการสกัด 6) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ที่มา: รวบรวมโดยปริญญา หม่อมพิบูลย์

สรุป

ต้นประมีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมโอลิโอเคมี อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมยา และที่สำคัญอุตสาหกรรมอาหาร จึงควรนำต้นประในท้องถิ่นที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์และขยายพันธุ์ต้นประโดยการขยายพื้นที่ปลูกป่าหรือการปลูกเป็นไม้ประดับ

แป้งหรือน้ำมันเมล็ดประมีกรดไขมันโอเมก้า 3 6 และ 9 ปริมาณสูงและครบถ้วน โดยมีสัดส่วนโอเมก้า 6 ต่อ โอเมก้า 3 อยู่ที่ 3.49 ซึ่งดีที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น

งานวิจัยศึกษานวัตกรรมเทคโนโลยีเครื่องกลการเกษตรแปรรูปอาหารจากเมล็ดประ เช่น งานวิจัยเครื่องกะเทาะเมล็ดประ งานวิจัยเครื่องหั่นเมล็ดประ และงานวิจัยเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประ เป็นงานวิจัยที่ยังไม่มีการศึกษา จึงเป็นช่องว่างทางความรู้ที่ควรส่งเสริมและสนับสนุนเพื่อเติมเต็มช่องว่างทางความรู้ ซึ่งสามารถสร้างโอกาสเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนท้องถิ่น และสอดรับกับนโยบายรัฐ Thailand 4.0 ด้านเกษตร อาหารและเทคโนโลยี

เอกสารอ้างอิง

กิจจา อิ่มประเสริฐสุข. (2534). *การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องกะเทาะถั่วเขียวผิวมันแบบไหลตามแกน*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

คมส์ธนนท์ ศุขอัจจะสกุล. (2554). โอเมก้า 3 และ โอเมก้า 6 ความสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม. *วารสารหมอชาวบ้าน*, 32(383), 10-16.

คำรณ แก้วผัด กนต์ธีร์ สุขตากจันทร์ ชาลิณี พิพัฒนพิภพ และสิทธิศักดิ์ มูลณาศักดิ์. (2559). เครื่องกะเทาะกะลาแมคคาเดเมียแบบหมุนเหวี่ยงเชิงมุม. *วารสารวิชาการและวิจัย*, 10(2), 75-85.

จักรนรินทร์ ฉัตรทอง วรพงศ์ บุญช่วยแทน และรอมฎอน บูระพา. (2554). การออกแบบและสร้างเครื่องซอยขิงแบบกึ่งอัตโนมัติ. ใน *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี 2554* (หน้า 1039-1045). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ชลิตต์ มธุรสมนตรี ชวลิต แสงสวัสดิ์ ศิวกร อ่างทอง และประจักษ์ อ่างบุญตา. (2549). เครื่องบีบน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบเกลียวเดี่ยว. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี*, 4(7), 78-88.

ชัยนิยม สินทร และมณฑล สังทะสิทธิ์. (2553). *เครื่องเฉือนย่อยกิ่งไม้ อนุสิทธิบัตร เลขที่ 5873 วันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2553*. สำนักงานบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชัยวัฒน์ พรหมเพชร. (2556). *เครื่องอบผลปาล์มแบบสกรู*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ฐานันดร อรกิจ ชลิตต์ มธุรสมนตรี และกุลชาติ จุลเพ็ญ. (2556). การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ การบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดพืชด้วยเครื่องบีบอัดแบบเกลียวคู่โดยการออกแบบการทดลอง. ใน *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ.2556*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ทิวานัถ แก้วสอนดี ฉลองพรรณ์ โกรธรัมย์ สุพรรณ ยั่งยืน และจักรมาส เลาหวณิช. (2555). การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นผลหมาก. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 43(3), 204-207.

ธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์ และคมสันติ เม่ากลาง. (2545). การศึกษาการสกัดน้ำมัน CNSL จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 33(6), 102-106.

นฤมล บุญกระจ่าง. (2555). *เครื่องกะเทาะหมากแห้งแบบล้อหมุนในแนวระดับ*. ดุษฎีนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

บพิตร ตั้งวงศ์กิจ และรัตนา ตั้งวงศ์กิจ. (2556). *อุปกรณ์และเครื่องจักรกลการเกษตร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัญญัติ นิยมวาส. (2560). การพัฒนาเครื่องหั่นย่อยหอมแดง. ใน *การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 18* (หน้า 112-116). กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.

ประชา บุณยวานิชกุล. (2553). การพัฒนาเครื่องขัดผิวถั่วลิสงแบบสายพานเสียดสี. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 5(2), 29-37.

ผดุงศักดิ์ วานิชชัง ใจทิพย์ วานิชชัง และพรอารีย์ ศิริผลกุล. (2552). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การวิจัยและพัฒนาเครื่องกะเทาะและขัดขาวลูกเดือยขนาดเล็กระดับชาวบ้าน*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

พิพัฒน์ อมตฉายา. (2553). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดยางพารา*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

พีรวัตร ลือสัก และสุรินทร์ สมประเสริฐ. (2554). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การออกแบบและพัฒนาเครื่องกะเทาะกระเทียม*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่.

ภรต กุญชร ณ อยุธยา, ชัชวาล วิจารณ์ และอนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล. (2530). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การทดสอบและประเมินผลเครื่องกะเทาะข้าวโพด*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

มงคล ตุ่นเฮ้า กลวัชร ทิมินกุล และรังสิทธิ์ ศิริมาลา. (2554). ออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยต้นถั่วลิสง. *วารสารแก่นเกษตร*, 39(3), 60-65.

รังสรรค์ ไชยเชษฐ์. (2559). การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสีข้าวฮาง. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 9(2), 1-9.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2557). การวิจัยเชิงทดลองทางการศึกษา. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 6(11), 181-190.

วิชัย พุ่มจันทร์ และธวัช หมีเฟื่อง. (2551). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การพัฒนาและการศึกษาเพื่อสร้างต้นแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดสบู่ดำ*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

วิชัย รุ่งเรืองอนันต์ สมภพ ตลับแก้ว และสุกัญญา เชิดชูงาม. (2558). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ "กลไกในการวิเคราะห์สถานการณ์ของราคาปาล์มน้ำมัน"*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วิทยา บุญคำ. (2547). *การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบกึ่งอัตโนมัติให้มีสมรรถนะสูงขึ้น*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง. (2555). เครื่องหั่นชิ้นมันเส้น. *ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13* (หน้า 255-261). เชียงใหม่: สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิไล รังสาดทอง. (2547). *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร Food Processing Technology*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศุภกิตต์ สายสุนทร สุดสายสิน แก้วเรือง และปัณณธร ภัทรสถาพรกุล. (2553). การศึกษาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมสำหรับการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยเครื่องสกัดแบบสกรูอัด. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 41(2) 291-302.

สญชัย เข็มเจริญ. (2545). โครงการวิจัยการพัฒนาออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเมล็ดสะเดา. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี*, 1(2), 52-57.

สญชัย เข็มเจริญ มนตรี น่วมจิตร์ กฤติธรณ์ นามสง่า และศิริชัย ต่อสกุล. (2560). การออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นซอยหอมแดงระบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 5(1), 98-105.

สนอง อมฤกษ์ ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัดพาณิชย์ สมเดช ไทยแท้ ปรีชา ชมเชียงคำ และประพัฒน์ ทองจันทร์. (2553). วิจัยและพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกเขียวมะคาเดเมีย. *วารสารวิชาการเกษตร*, 28(3), 256-264.

สนั่น จอกลอย. (2535). *สถิติเพื่อการวิจัยทางการเกษตร*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมควร แววดี และอภิชาติ อาจนาเสียว. (2554). การลดอุณหภูมิอากาศในกระบวนการกระเทาะเปลือกเพื่อเพิ่มร้อยละของข้าวต้น. *ใน การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี 2554* (หน้า 1319-1323). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สมโภชน์ สุดาจันทร์ และสมนึก ชูศิลป์. (2550). การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดกระบก. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 9(1), 61-74.

สาทิป รัตนภาสกร นวภัทรา หนูนาค และอำนาจ คูตะคุ. (2555). เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุม. *ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13* (หน้า 667-672). เชียงใหม่: สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สิทธิโชค ผูกพันธุ์. (2550). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ เครื่องสกัดน้ำมันพืชแบบบีบอัดด้วยสกูรแฝดสำหรับการประยุกต์ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สิริชัย ส่งเสริมพงษ์ ไมตรี แนวพานิช ยงยุทธ คงช่าน และวิบูลย์ เทเพนทร์. (2535). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ ทดสอบและสาธิตเครื่องมือแปรรูปโกโก้ระดับกลุ่มเกษตรกร*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

สุทัศน์ ยอกเพรช และมาโนช ริทินโย. (2553). การพัฒนาเครื่องหั่นกาบมะพร้าว. *วารสาร มทร. อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 3(2), 36-45.

สุพรรณ ยั่งยืน และจักรมาส เลาหวณิช. (2555). ความเร็วลูกกะเทาะแบบริ้วสายพานที่เหมาะสมต่อการกะเทาะเมล็ดทานตะวัน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 43(3), 191-194.

สุรพงศ์ บางพาน พีรพันธ์ บางพาน และธิติกานต์ บุญแข็ง. (2555). การควบคุมคุณภาพในเครื่องกะเทาะข้าวเปลือกขนาดเล็กแบบ 4 ลูกยาง. *ใน การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2555*. เพชรบุรี: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

อดิศักดิ์ ฤาชา และมัติ ศรีหล้า. (2558). เครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบ. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 12(2), 136-143.

Choonhahirun, A. (2010). Proximate composition and functional properties of pra (Elateriospermun tapos Blume) seed flour. *African Journal of Biotechnology*, 9(36), 5946-5949.

Food Network Solution. (2017). *Rice bran oil*. Retrieved 20 May 2017, from: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1527/rice-bran-oil-%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%A3%E0%B8%B3%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7.

Food Network Solution. (2017). *Vegetable oil*. Retrieved 20 May 2017, from: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1 6 5 3 / vegetable-oil-%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B8%8A.

Hamidah, S., Yian, L.N. and Mohd, A. (2011). Comparison of Physico-Chemical Properties And Fatty Acid Compostion of Elateriospermum Tapos (Buah Perah), Palm Oil And Soybean Oil. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 5(9), 568-571.

Hassana, N.D. and Muhamad, I.I. (2017). Drying and Preservation of Phytochemicals from Elateriospermum Tapos Seed Oil using Combination of Freeze Drying and Microwave Technique. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 1003-1008.

Husin, N., Tan, N.A.H., Muhamad, I.I. and Nawi. N.M. (2013). Physicochemical and Biochemical Characteristics of the Underutilized Elateriospermum Tapos. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 64(2), 57-61.

Jantarit, S., Wattanasit, S. and Sotthibandhu, S. (2009). Canopy ants on the briefly deciduous tree (*Elateriospermum tapos* Blume) in a tropical rainforest,

southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 31(1), 21-28.

Ling, S.K., Fukumori, S., Tomii, K., Tanaka, T. and Kouno, I. (2006). Isolation, Purification and Identification of Chemical Constituents from Elateriospermum Tapos. *Journal of Tropical Forest Science*, 18(1), 81-85.

Loganathan, T.M., Purbolaksono, J., Inayat-Hussain, J.I., Muthaiyah, G. and Wahab, N. (2010). Pitting corrosion of triggering initial fractures of palm oil screw press machine shafts. *Engineering Failure Analysis*, 17, 1086-1093.

Marianchuk, M., Kolodziejczyk, P. and Riley, W.W. (1995). Fatty acid profile of canola oil vs. other oils and fats from the North American market. In *9th International Rapeseed Congress*. England: Cambridge.

Ngamriabsakul, C. and Kommen, H. (2009). The Preliminary Detection of Cyanogenic Glycosides in Pra (Elateriospermum tapos Blume) by HPLC. *Walailak Journal of Science and Technology*, 6(1), 141-147.

Osada, N., Takeda, H., Kawaguchi, H., Furukawa, A. and Awang, M. (2003). Estimation of crown characters and leaf biomass from leaf litter in a Malaysian canopy species, Elateriospermum tapos (Euphorbiaceae). *Forest Ecology and Management*, 177, 379-386.

Pattamadilok, D. and Suttisri, R. (2008). Seco-Terpenoids and Other Constituents from Elateriospermum tapos. *Journal of Natural Products*, 71(2), 292-294.

Sam, H.V. and Welzen, P.C.V. (2004). Revision of Annesijoa, Elateriospermum and the introduced species of Hevea in Malesia (Euphorbiaceae). *BLUMEA*, 49, 425-440.

Sheikh, S.M. and Kazi, Z.S. (2016). Technologies for Oil Extraction: A Review. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 1(2), 106-110.

Simopoulos, A.P. (2010). The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 17(5), 267-275.

Tan, N.A.H., Siddique, B.M., Muhamad, I.I., Salleh, L.M. and Hassan, N.D. (2013). Perah Oil: A Potential Substitute for Omega-3 Oils and Its Chemical Properties. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*, 2, 22-28.

Tana, N.A.H. and Muhamad, I.I. (2017). Optimisation of Omega 3 Rich Oil Extraction from Elateriospermum Tapos Seed by Microwave Assisted Aqueous Enzymatic Extraction. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 1783-1788.

Yong, O.Y. and Salimon, J. (2006). Characteristics of Elateriospermum tapos seed oil as a new source of oilseed. *Ind. Crops Prod*, 24, 146-151.