แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประ ในเชิงพาณิชย์

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

ปริญญา หม่อมพิบูลย์[1*] วันดี แก้วสุวรรณ[2] อนุวัทน์ ศรีเกียว[1] และ ธราดล วัฒนานาวิน[1]
Parinya Momplboon[1*] Wandee kaewsuwan[2]
Anurak Tripatch[1] and Thradon Wattananavin[1]

สารสังเขป

ต้นประในแถบป่าดงดิบภาคใต้ของไทยมีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไบโอเคมี อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากเมล็งหรือน้ำมันเมล็ดประมีกรดไขมันไลโนเลก 3 6 และ 9 ปริมาณสูงและคงตัวนาน ไขมันดิสส่วนไลโนเลก 6 ต่อ ไลโนเก้า 3 อยู่ที่ 3.49 ซึ่งดีที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น จึงควรพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ๆ จากเมล็ดประ โดยการส่งเสริมให้เกิดงานวิจัยนิศึกษางานวิจัยการแปรรูปเทคโนโลยีเครื่องอาหารการแปรรูปอาหาร เช่น งานวิจัยเครื่องกะเทาะเมล็ดประ งานวิจัยเครื่องคั่นเมล็ดประ และงานวิจัยเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประ เป็นต้น จึงจะช่วยให้กลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนพัฒนาขึ้น มีรายได้และพัฒนาความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ก่อให้เกิดการผสมการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ (ป่าประ) ตามแนวทางของราชดำริในการบำพสมเมล็ดการประมีมากมหาภูมิพลอดุลยเดช "คนอยู่กับป่าอย่างเกื้อกูลกัน" และอาจนำการคั่นเป็นการจัดการการก่อตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนมีส่วนร่วมในชุมชน

คำสำคัญ: ต้นประ เมล็ดประ ลูกประ เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร

[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[2] คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[*] Corresponding author e-mail: parinyaa@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 omega6: 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

บทนำและเนื้อหาบทความ

1. ต้นประ

ต้นประ (Pra, Elateriospermum tapos Blume) วงศ์ Euphorbiaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ขึ้นตามธรรมชาติในเขตป่าดงดิบหรือตามภูเขา เจริญเติบโตที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่ถึง 600 เมตร พบในตามสมุหนามตามภูมิและภูมิภาคอินโดนีเซีย สำหรับประเทศไทยพบมากในภูมิภาคแห่งชาติเขาบัน ภูมิภาคแห่งชาติเขาปู่เจ้าและ และภูมิภาคแห่งชาติเขาหลวง ต้นประเป็นไม้ผลัดใบขนาดสูง สูง 20-30 เมตร สำต้นมีความยาวเส้นรอบวงถึง 56 เซนติเมตร เปลือกไม้ผิวเรียบสีน้ำตาลอ่อนหรือสีเทา ก้านใบยาว 1-8 เซนติเมตร มีใบรูปไข่ ใบอ่อนสีชมพูหรือสีแดง ใบแก่สีเขียวอมเหลือง สีเขียว หรือสีน้ำตาล ยาว 9-24 เซนติเมตร กว้าง 2.0-7.5 เซนติเมตร มีรอยต่อระหว่างใบอยู่ที่ 2.0-30.5 ที่โคนใบก่อนต้น ต้นประออกดอกออกผลตลอดทั้งปี ดอกไม้มีสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ออกดอกที่ยอดใบใหม่ช่วงต้นฤดูร้อนของทุกปี (เดือนมีนาคม) ผลของต้นประมีลักษณะคล้ายผลลูกยางพาราปีกปลายปีกหรือปีกปลายใช้มีขนาดกว้าง 2.2-4.5 เซนติเมตร ยาว 3.00-6.35 เซนติเมตร ที่ยอดปีกบนก้านยาว 2.54-15.24 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5 เซนติเมตร เมล็ดมีลายลายปีกเป็นสีน้ำตาล ขนาดเล็ก และประมีลักษณะเป็นรูปร่างประ 3 รู ภายในมี 3 เมล็ดต่อผล เมล็ดประหรือลูกประมีขนาดกว้าง 1.4-2.2 เซนติเมตร ยาว 3.2-4.45 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล สีน้ำตาลอมหรือสีน้ำตาลเข้ม มีปลิดกลมรีขรุขระ เมื่อปอกเปลือกเมล็ดออกจะมีเนื้อขาวนุ่มเหมือนงา ขนาดเนื้อก้านในเมล็ดจะเป็นสีขาวนวล (Jantarit et al., 2009; Cacda et al., 2003; Sam and Weiben, 2004; Yong and Salimon, 2006)

จากการประมวล ต้นประเบ็นที่ยังขาดงานวิจัยในด้านต้นกำเนิดและวิวัฒนาการของกำเนิดของกำเนิดใด้ ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะศึกษาต่อต้นประโยชน์ของต้นที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์และขยายพันธุ์ต้นประต่อไป

2. ประโยชน์ของต้นประ

ต้นประนิยมปลูกเป็นไม้ประดับในสวนสาธารณะ ไม้ประเป็นไม้เนื้อแข็งปานกลางขนาดสำหรับใช้ในงานก่อสร้าง ใช้เป็นไม้ฟืน ใช้ทำถ่านอัดไม้ ทำไม้เส้นไม้ก้น เสาเข็ม ด้ามจับเครื่องมือ และผลิตภัณฑ์ต้นด้านประดุษยกเด็ก (Cheenkekirun, 2010; Ling et al., 2006; Sam and Welsen, 2004; Yong and Salimon, 2006) เปลือกไม้ ก้านใบ และผลไม้ของต้นประมีน้ำยางเหนียวสีขาวใช้รักษาอาการต้นเท้านสกนและใช้เป็นน้ำยางสมัยนา (Ling et al., 2006; Sam and Welsen, 2004; Yong and Salimon, 2006) ในยางต้นประมีสาร Tarasserans Triterpenes Seco-Taraxer Triole Acid และ Dimethyl Ester มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ของเชื้อสายพันธุ์ NCHH37 (มดเชื้อปอด) และ BC (มดเชื้อทางเลือก) และมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ *Mycobacterium tuberculosis* ทีกล่าให้เกิดโรควัณโรค (Pattamadilok and Suttisri, 2008) เมล็ดประใช้เป็นอาหารปลา (Sam and Welsen, 2004) และมีสารไขมันที่ประกอบ สกัดเย็น และแยกด้วยเครื่องสกัด ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ ช่วยให้ความชุ่มชื้น ของผิวหนัง ต้านอนุมูลอิสระ ลดคอเลสเตอรอล ป้องกันต่อมลูกหมากโต และป้องกันมะเร็ง (Tan et al., 2013) น้ำมันในเมล็ดประใช้ปรุงอาหารและใช้เป็นน้ำมันตะเกียง (Cheenkekirun, 2010; Sam and Welsen, 2004) แป้งที่สกัดจากเมล็ดประมีองค์ประกอบ ไปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน คิดส่วน 16.10 25.36 และ 36.49 wt.% ตามลำดับ มีคิดส่วนกากใยมันไม่ยืนค้าสูงถึง 29.83 เปอร์เซ็นต์ มีกากใยมันยืนค้า 6.66 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบใยมันกากแป้งที่เป็นใยมันยืนกากย่อยง่ายกาย นอกจากนี้แป้งเมล็ดประมีคิดส่วนของกากใยมันไยละลาย 12.84 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกากใยมันไยแก้ว 9 มีกากใยมันและทำให้ในลำไส้ จำนวนมากถึง 8.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกากใยมันไยแก้ว 3 สูงกว่าแป้งชนิดอื่นๆ เช่น เมล็ดบัก (0.09 เปอร์เซ็นต์), มะขามเปียก (0.21 เปอร์เซ็นต์) และอัลมอนด์ (ไม่มี) แต่ต่ำกว่าขนุน (9.08 เปอร์เซ็นต์) และมีกากใยมันยืนไยละลายคิดส่วน 12.01 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกากใยมันไยแก้ว 6 (Cheenkekirun, 2010) กากใยมันไยแก้ว 3 และกากใยมันไยแก้ว 6 เป็นกากใยมันจำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ที่ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ จำเป็นต้องได้รับจากการบริโภคอาหาร ในส่วนใหญ่จะได้รับจากอาหารทะเล (Yong and Salimon, 2006) อย่างไรก็ตาม ความเสี่ยงด้านสุขภาพอาจเกิดขึ้นจากการบริโภคอาหารทะเลและอาจมีสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น ไซลีนอลรีเนลในพืช เอปอกซอยด์ ปาดอนรีนทริไฮดรอกซิน และอื่นๆ ในอาหารทะเล ซึ่งไซลีนอลรีเนลในพืชและปาดอนทริมีความเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ในร่างกายของมนุษย์ อีกทั้งในอนาคตแนวโน้มอาหารทะเลอาจมีปริมาณลดลง และมีราคาแพงสูงขึ้น (Hamlish et al., 2011) แป้ง เมล็ดประ สามารถใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร อุปกรณ์ เบเกอรี่ น้ำผลิต ไส้กรอก เค้ก ขนมหวานแห่งเดิม และไอศกรีม (Cheenkekirun, 2010)

จากการประมวล ต้นประมีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไฮโดรเจนอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมยา และที่สำคัญคือในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากแป้งเมล็ด

น้ำมันมะพร้าวมีกรดไขมันไอโอเค้า 3 6 และ 9 ปริมาณสูงและครบถ้วน ไขมันมีคุณค่าไอโอเค้า 6 ต่อ ไอโอเค้า 3 อยู่ที่ 3.40 (สิทธิสุดสูงในช่วง 3 ถึง 4) ซึ่งมีค่าสูงเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น ดังตารางที่ 1 เนื่องจากการรับประทานมีคุณค่าไม่เหมาะสม จะทำให้มีสิทธิในร่างกายไม่แข็งแรง มีอาการแพ้ง่าย และมีภาวะความดันต่ำ แต่ถ้ารับประทานมีคุณค่าสูงเกินไป จะทำให้มีสิทธิในร่างกายมีอาการอักเสบ และมีภาวะความดันสูง จึงต้องสมดุลการรับประทาน ไอโอเค้า 6 ต่อ ไอโอเค้า 3 ให้เหมาะสม เพื่อสร้างสมดุลในร่างกายและการป้องกันโรค (ควงสอนนท์, 2554; Simopoulos, 2010) และเป็นการรู้เท่าทันสิ่งไขมันอาหารบริโภค ที่กล่าวว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีกรดไขมันไอโอเค้าสูงเป็นอันตรายต่อร่างกาย

ตารางที่ 1 สัดส่วนไอโอเค้า 6 ต่อ ไอโอเค้า 3 ของน้ำมันพืชต่างๆ

ชนิดน้ำมัน	ปริมาณกรดไขมันในน้ำมัน 100 เปอร์เซ็นต์				
	กรดไขมันชนิดอิ่มตัว	กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเดียว (ไอโอเค้า 9)	กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดหลาย (ไอโอเค้า 6)	กรดไขมันแอลฟา ไลโนเลนิก (ไอโอเค้า 3)	อัตราส่วนไอโอเค้า 6 ต่อ ไอโอเค้า 3 ที่แนะนำโดย (n:1)
มะพร้าวแกง	19.33 (5.66[1])	36.19 (13.24[1])	36.66 (13.01[1])	9.93 (3.44[1])	3.69
ถั่วเหลือง	7.01 (7.00[1])	60.86 (60.80[1])	24.03 (24.00[1])	11.11 (11.10[1])	1.91
มะพร้าวสกัดเย็น	9.91 (9.90[1])	10.01 (10.00[1])	73.98 (73.90[1])	0.13 (0.10[1])	1.37
มะพร้าวน้ำมัน	10[2]	5[2]	15[2]	2[2]	0.80
มะพร้าวสกัดจากแหล่งน้ำ	12[2]	15[2]	71.6[2]	0.6[2]	119.00
มะพร้าวน้ำหอม	90.8[2]	5.8[2]	3.4[2]	0.2[2]	108.00
ข้าวโพด	13.0[2]	27.3[2]	52.9[2]	0.2[2]	66.00
ข้าวโพด	13.00 (13.00[1])	29.00 (29.00[1])	56.96 (56.90[1])	1.03 (1.00[1])	54.78
ข้าวโพด	17.18 (17.10[1])	43.89 (43.80[1])	38.18 (38.10[1])	1.03 (1.00[1])	36.53
มะกอก	16.1[2]	73.0[2]	9.8[2]	0.6[2]	15.80
ทานตะวัน	12[2]	28[2]	51[2]	5[2]	10.20
ทานตะวัน	12.0[2]	22.4[2]	64.1[2]	0.5[2]	6.78
น้ำมัน	68.26 (67.90[1])	19.26 (19.20[1])	3.03 (3[1])	0.93 (0.90[1])	0.04
มะพร้าวคุณ	12[2]	12[2]	72[2]	-	-
ถั่ว	13.03 (13[1])	61.01 (61[1])	23.03 (23[1])	-	-
มะพร้าวสกัดเย็น	9.97 (9[1])	73.93 (73[1])	17.90 (17[1])	-	-
มะพร้าวสกัดเย็น	27.31 (27[1])	27.31 (27[1])	3.03 (3[1])	-	-
มะกอก	21.0[2]	6.9[2]	1.7[2]	-	-

ที่มา: Cheamhakhun (2010)[1], Marianchuk et al. (1995)[2], Food Network Solution (2017)[3]

3. ด้านประเทศไทยมีปัญหาที่ต้องเร่งแก้ไข

การให้ต้องประเทศไทย ไดแอลเกาะบริเวณ บ้านค่าน หมู่ที่ 3 ตำบลน้ำหุด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง มีพื้นประมาณ 1,000 ไร่ ไดแอลที่ห่วงที่ที่ดำรัฐหาแม่งตาลีเดาน้ำ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีพื้นที่ป่าประที่มีขนาดใหญ่ (ที่ 6,000 ไร่ หรือ 9.6 ตารางกิโลเมตร) ชาวบ้านหมู่ที่

8 บ้านคันน้ำล้า ตำบลกรุงชิง อำเภอ บนที่ดำ ร่วมกันอนุรักษ์และดูแลการเติบโตของเมล็ดปาล์มสมบูรณ์ เอาไว้ ใครในหมู่บ้านใช้ประโยชน์ เมล็ดประดู่หรือลูกประ จำนวนมาก และในช่วงที่ลูกประแก่ และร่วงหล่น ชาวบ้านจะร่วมกันทำพิธี เปิดป่า เพื่อขอขมาเข้าป่าล่าเก็บ ให้ชาวบ้านเข้าไปเก็บเมล็ด หรือเมล็ดประดู่ได้ประโยชน์ เมล็ดประที่ผ่านการปอกเปลือกสามารถนำมาประกอบอาหารกินในบ้าน ได้หลากหลายเมนูทั้งกินอาหารคาวและอาหารหวาน ได้แก่ แกงคั่ว แกงส้ม แกงใส่ปลา ต้มกะทิ น้ำพริกกะปิ น้ำพริกมะขาม คั่ว ตุ๋น ผ่านเป็นผักเคียง ฯลฯ หรือฉานน้ำลาย เนื่องจากมีรสชาติมันอร่อย แต่ต้องผ่านการอบรมการทางความร้อนหรือการหมักดอง จึงเป็นวิธีการลดสารพิษที่อยู่ภายในกากใย เนื่องจากเมล็ดประมีสารไซยาไนด์ (cyanogenic glycoside) จึงเป็นสารที่อาจทำให้ผู้บริโภคเป็นอันตรายได้ (Huin et al., 2013; Ngamriabsakul and Kermmer, 2009) ดอยเมล็ดเมล็ดประเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของกลุ่มชาวบ้าน และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคอย่างไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงมีชาวบ้านเดินทางขึ้นไปบนภูเขาสูง เพื่อเก็บเมล็ดประจำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 50-100 บาท เมล็ดละ 1-2 บาท (ราคาปรับเปลี่ยนตามฤดูกาล) ชาวบ้านแต่ละคนสามารถเก็บเมล็ดประได้ตั้งแต่ 10-20 กิโลกรัม สร้างรายได้ให้คนละ 500-1,000 บาท/วัน แต่หากนำมาแปรรูปจะสร้างรายได้เพิ่มขึ้น เช่น ต้มสุก และตากแห้งในน้ำเกลือ จึงสามารถเก็บไว้บริโภคได้นานหลายเดือน ในราคา 100-150 บาท/กิโลกรัม แต่หากคั่วหรือฉนวนปั้งกิจะมีราคา 120-170 บาท/กิโลกรัม เมล็ดประเป็นผลิตภัณฑ์ที่ชาวบ้านที่มีรสชาติ สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ของฝากที่มีคุณภาพ ในลักษณะต่างๆ กับเมล็ดขนมอร่อยเป็นหลายที่ที่ประสบความสำเร็จมาแล้ว ด้วยการต่อยอดแปรรูปอาหารชนิดอื่นที่มีรสชาติอร่อย ดีกว่าการเก็บเกี่ยวขายส่งเมล็ดประเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ในพื้นที่ตำบลน้ำผุดและใกล้เคียงจะสามารถผลิตเมล็ดประได้ปีละประมาณ 500 ตัน หรือตันละประมาณ 50 กิโลกรัม

จากการประมวล เมล็ดประเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของชาวบ้านและกลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนท้องถิ่น ช่วยสร้างรายได้และพัฒนาความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น จึงควรส่งเสริมให้เกิดความตระหนักต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ (ป่าประ) หรือขยายพื้นที่ปลูกป่า ตามแนวทางพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช "คนอยู่กับป่าอย่างเกื้อกูลกัน" และอาจขยายเป็นการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอย่างมีส่วนร่วมในอนาคต

4. แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประ

ผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดประที่มีมาตลอดทั้งในอดีตและปัจจุบัน ส่วนใหญ่ต้องผ่านขั้นตอนการปอกเปลือกก่อนที่จะแปรรูปอาหาร ซึ่งปัจจุบันกลุ่มแปรรูปอาหารจากเมล็ดประในชุมชนท้องถิ่น ได้ใช้วิธีการรูดเมล็ด ปอกเปลือก และแกะเนื้อเมล็ดด้วยแรงงานคน ส่งผลให้ผู้ผลิตเกิดอาการเหน็ดเหนื่อยล้าหรือป่วยเนื่องจากเนื้อจากการทำงาน ดังนั้นการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดประจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือ เครื่องทุ่นแรง เครื่องจักรกล หรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดแทนแรงงานคน ซึ่งเป็นที่ต้องการของกลุ่มแปรรูปอาหารจากเมล็ดประอย่างยิ่ง

จากการประมวล แนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้นคือการสร้างนวัตกรรมต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น "เครื่องกะเทาะเมล็ดประ" ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์

เมล็ดปาล์มที่ผ่านการปอกเปลือกหรือเมล็ดในเมล็ด จึงเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากเมล็ดปาล์มในกระบวนการต่อๆ ไป และยังมีประเด็นปัญหาที่เป็นโอกาสทางการตลาดของเมล็ดปาล์ม คือผลิตภัณฑ์จากเมล็ดปาล์มเป็นที่นิยมและหาซื้อได้ง่ายจากร้านค้าทั่วไป ไม่ว่าจะขายออกสู่ตลาดชุมชนหรือตลาดนัด จึงควรสร้างช่องทางการจัดจำหน่ายในลักษณะที่เป็นการเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากเมล็ดปาล์ม เพื่อให้กลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนท้องถิ่น มีรายได้และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น สอดรับกับนโยบายรัฐ Thailand 4.0 ด้านเกษตร อาหาร และเทคโนโลยี ดังตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ผ่านการปอกเปลือก เมล็ดอัลมอนด์ดิบ น้ำมันมะกอกเกรดสูงมาก และอาหารสัตว์น้ำมันอีฟนิ่งพริมโรส ที่มีช่องทางการจัดจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า ดังนั้นการสร้างสรรค์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากเมล็ดปาล์ม ที่มีแนวทางคล้ายคลึงกัน เช่น ผลิตภัณฑ์เมล็ดปาล์มดิบ และน้ำมันเมล็ดปาล์มเกรดสูงมาก ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นที่มีประโยชน์ในการแปรรูปอาหาร จึงมีความเป็นไปได้ที่จะจัดวางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้าเช่นเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงควรสร้างนวัตกรรมด้านการเกษตรของชาติ "เครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม" และ "เครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดปาล์ม" เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้เกิดขึ้นจริง โดยการสร้างสรรค์นวัตกรรมเครื่องจักรกลใหม่ๆ ที่มีประโยชน์สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์จากเมล็ดปาล์มรูปแบบต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ช่วยประหยัดเวลาและลดขั้นตอนการผลิต เพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ สอดรับกับโอกาสสร้างงานให้กับชาวบ้านและกลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนท้องถิ่น

4.1 การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม

การกะเทาะคือขั้นตอนการทุบ บีบ สี กลอก เปลือก เมล็ด ผล หรือสิ่งที่เป็นผลผลิตจากพืชชนิดต่างๆ โดยนำเมื่อใช้ในการใช้ประโยชน์ มีการพัฒนาต่อยอดในรายละเอียดปลีกย่อย ใช้แรงงานคน แรงงานสัตว์ เทคโนโลยีเครื่องกะเทาะด้วยเครื่องจักรกล ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรชนิดหนึ่ง ได้มีการพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้มาอย่างต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประยุกต์ใช้กับเกี่ยวหรือแปรรูปพืชเศรษฐกิจหรือพืชท้องถิ่นภายในประเทศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแรงงานในการผลิตการเกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ภาคการเกษตร และการลดต้นทุนในการผลิตทางการเกษตร (บุญชัย และชัยนา, 2556)

จากการประมวล การกะเทาะเมล็ดในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกได้หลากหลายรูปแบบ เช่น 1) การแบ่งโดยการบริการกะเทาะ ได้แก่ การกะเทาะด้วยแรงกดและแรงเฉือน การกะเทาะด้วยแรงเหวี่ยงกระทบ และการกะเทาะด้วยแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัส 2) การแบ่งโดยชนิดหรือวัสดุที่กะเทาะ ได้แก่ ชุดกะเทาะชนิดกวนหมุน ชนิดเกลียวอัด ชนิดจานเหวี่ยงกระทบ ชนิดลูกยางเสียดสี ชนิดใบพัดสี ชนิดมีดฟัน ชนิดแรงกระแทก ชนิดแรงกดอัด ชนิดลิ้นยางหมุน ชนิดลูกยางหมุน ชนิดลูกพีนหมุน ชนิดลูกเหล็กหมุน ชนิดลานกาบเสียดสี และชนิดลานกาบสี เป็นต้น 3) การแบ่งโดยเปลือกวัสดุสิ้น ได้แก่ กระเทียม ข้าวเปลือก ข้าวโพด ผลมะกอก ฝักถั่วเขียว เมล็ดกระบก เมล็ดไทร์ เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน เมล็ดมะคาเดเมีย เมล็ดมะม่วง หิมพานต์ เมล็ดมะรุม เมล็ดยางพารา เมล็ดลูกเดือย เมล็ดสบู่ดำ และเมล็ดละหุ่ง เป็นต้น และ 4) การแบ่งโดยลักษณะอื่นๆ เช่น จำนวนชุดกะเทาะ รอบมอเตอร์ไฟฟ้าหรือแรงงานคน รูปทรงชุดกะเทาะแนวตั้งหรือแนวราบ และชุดปรับเพิ่มเครื่องกะเทาะ เช่น ชุดเปิดฝา หรือชุดแยก เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อ

สรรพเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งหมด มีงานวิจัยใดๆ ที่ได้รายงานผลการศึกษาเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม มีเพียงงานวิจัยเครื่องกะเทาะถั่วชนิดอื่นๆ ซึ่งมีวิธีการกะเทาะแตกต่างกันตามลักษณะรูปแบบ ถึงแม้ว่าจะไม่พบงานวิจัยเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม แต่ก็มีแนวทางการพัฒนาต้นแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์ม ที่ได้จากงานวิจัยเครื่องกะเทาะถั่วชนิดอื่นๆ จึงได้รวบรวมสรุปรายงานข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของวัสดุดิบ กระบวนการ และผลลัพธ์ของเครื่องกะเทาะ ดังตารางที่ 2 (ถิรพา, 2554; ศักดา และคณะ, 2552; นครินทร์, 2555; ปานชา, 2553; มนูศักดิ์ และคณะ, 2552; ทิพิพน์, 2553; พิรวิทย์ และสุรินทร์, 2554; ภาส และคณะ, 2550; วิสรรค์, 2559; วิจิน และวิจิ, 2551; วิทยา, 2547; สญชัย, 2548; สมยง และคณะ, 2552; สมศาว และอภิชาติ, 2554; สมไกรน์ และสมบัก, 2550; สากัป และคณะ, 2555; สิริชัย และคณะ, 2535; สุทวาน และศักรินทร์, 2555; สุวรรค์ และคณะ, 2555) เมื่อศึกษาลงลึกถึงแนวทางรูปร่างวัสดุดิบของเมล็ดปาล์ม พบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับเมล็ดมะพร้าวมากที่สุด จะมีรูปร่างแตกต่างกันบ้าง ในขณะที่เมล็ดปาล์มมีรูปร่างมาจากการแตกต่างเครื่องกะเทาะเมล็ดมะพร้าวในงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นเครื่องกะเทาะชนิดกระแทก มีอัตราการผลิต 60 กิโลกรัม/ชั่วโมง และให้เปอร์เซ็นต์การกะเทาะเมล็ดมะพร้าวสูงถึง 88 เปอร์เซ็นต์ (ทิพิพน์, 2553) ดังนั้นการพัฒนาต้นแบบเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มจึงควรศึกษาต่อยอดจากงานวิจัยเครื่องกะเทาะเมล็ดมะพร้าวชนิดกระแทก แต่ก็ควรคำนึงข้อมูลด้านต่างๆ เป็นต้น เช่น ช่วงขนาด การเตรียมหรือการปอกเมล็ดปาล์ม รูปร่าง ระยะห่าง ความเร็ว การดีมุม วัสดุ หรือความเร็วรอบของกระกะเทาะเป็นต้น (ตารางที่ 2) เนื่องจากลักษณะเมล็ดปาล์มมีคุณลักษณะเฉพาะแตกต่างจากเมล็ดมะพร้าว จึงการเปลี่ยนแปลงวัสดุดิบดังกล่าวหรือกระบวนการ ย่อมส่งผลให้ผลลัพธ์หรือผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังเช่น งานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเครื่องกะเทาะชนิดใดดีที่สุด เพียงแต่สามารถบ่งบอกได้ว่าที่จะชนิดใดเหมาะสมกับเครื่องกะเทาะชนิดใด ตัวอย่างเช่น ผลงานเหมาะสมกับเครื่องกะเทาะชนิดอัดกระแทก เมล็ดลูกเดือยเหมาะสมกับเครื่องกะเทาะชนิดลูกเหล็กหมุน และเมล็ดมะคาเหมาะสมกับเครื่องกะเทาะชนิดกลิ้งอัด เป็นต้น (มนูศ, 2555; มนูศักดิ์ และคณะ, 2552; สมยง และคณะ, 2553) ดังนั้นจึงควรเก็บข้อมูลรายงานผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น เพื่อต่อยอดการพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดปาล์มต่อไป

4.2 การพัฒนาเครื่องกันเมล็ดปาล์ม

การกันคือการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างวัสดุดินอย่างหนึ่ง ให้ขนาดก่อนการแตกหัก การกันวิกฤต การขนส่ง และเป็นการเตรียมวัสดุดินให้เป็นวัสดุดินตั้งต้นในการประยุกต์ใช้งาน (ชีโล, 2547)

จากการประมวล การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกัน ยังไม่พบงานวรรณกรรมใดๆ รายงานผลการศึกษาเครื่องกันเมล็ดปาล์ม มีเพียงเครื่องกัน (เครื่องเฉือน หรือเครื่องผ่าน) พืชชนิดอื่นๆ เช่น การนวดข้าว ถั่วลิสง ข้าวโพด มัน และขนุน เป็นต้น ใกล้เคียงสามารถจำแนกรูปแบบเครื่องกันตามรูปร่างผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องกันแผ่นบาง และเครื่องกันเส้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม แนวทางการพัฒนาต้นแบบเครื่องกันเมล็ดปาล์มที่ได้จากงานวิจัยเครื่องกันพืชชนิดอื่นๆ ได้รวบรวมสรุปรายงานข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของวัสดุดิบ กระบวนการ และผลลัพธ์ของเครื่องกัน ดังตารางที่ 3 (ชีโลบริบาร์ และคณะ, 2554; ชัยนิยม และอนพล, 2553;

ทิวานิช และคณะ, 2555; บัญญัติ, 2560; นงคราญ และคณะ, 2554; วิวัฒน์, 2555; สกุณี และคณะ, 2560; สุทัศน์ และนาโนธ, 2553; อดิศักดิ์ และนิติ, 2558)

ตารางที่ 2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกะเทาะเมล็ดต่างๆ

วัตถุดิบ	กระบวนการ	ผลลัพธ์
1) ชนิดสายพันธุ์ ขนาด รูปร่าง หรือความหนาเปลือกของวัตถุดิบ 2) ความชื้น หรือการเก็บวัตถุดิบ 3) อัตราการป้อนวัตถุดิบ	1) ชนิดลูกกะเทาะ 2) รูปร่าง ระยะห่างของบ่อ หรือ การตั้งมุมของลูกกะเทาะ 3) วัสดุที่ใช้ทำลูกกะเทาะ ความแข็งลูกกะเทาะ หรือความต้านทานในลูกกะเทาะ 4) ความเร็วหรือความเร็วรอบของลูกกะเทาะ 5) ขนาดระยะ แรงเสียด หรือแรงหนีศูนย์ของลูกกะเทาะ 6) ลูกแหวนลูกกะเทาะ 7) จำนวนลูกกะเทาะ	1) สมรรถนะการผลิต 2) คุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ (1) เมล็ดในที่ได้จากกะเทาะ - เมล็ดในที่เสียหาย - เมล็ดในที่เสียหายเล็กน้อย - เมล็ดในที่เสียหายหลายชิ้น (2) เมล็ดในที่ปนเปื้อนกะเทาะ 3) อัตราการใช้พลังงาน 4) ต้นทุนการกะเทาะ 5) ความสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์

ที่มา: รวบรวมโดยปริญญา หน่อแก้วมูล

4.3. การพัฒนาเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประ

ประเทศไทยมีพืชน้ำมันที่ใช้บริโภคภายในประเทศหลากหลายชนิด ได้แก่ ถั่วลิสง งา ถั่วเหลือง มะพร้าว ทานตะวัน ปาล์ม ปาล์มน้ำมัน มะกอก ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ละหุ่ง และสบู่ดำ เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการสกัดน้ำมันพืช เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมน้ำมันพืชและอาหาร อุตสาหกรรมน้ำมันไบโอดีเซล และอุตสาหกรรมไบโอรีไฟเนอรี (วิจิน และคณะ, 2558)

จากการประมวล จากการสรุปผลการงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่พบงานวิจัยที่ได้รายงานผลการศึกษาเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประ ในขณะเดียวกันก็ยังมีงานวิจัยที่รายงานผลการศึกษาเครื่องสกัดน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ เช่น ข้าวโพด ปาล์ม มะกอก เมล็ดงา เมล็ดทานตะวัน เมล็ดฝ้าย เมล็ดฟักทอง เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดสบู่ดำ และข้าวโอ๊ต เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการสกัดน้ำมันพืชสำหรับพืชเศรษฐกิจในประเทศ ด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ หรือโดยการอัด แนวทางการพัฒนาต้นแบบเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประที่ได้จากงานวิจัยเครื่องสกัดน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ ได้รวบรวมสรุปงานข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของวัตถุดิบ กระบวนการ และผลลัพธ์ของเครื่องสกัดน้ำมันพืชดังตารางที่ 4 (อดิศักดิ์ และคณะ, 2549; วิวัฒน์, 2556; ฐานันดร และคณะ, 2556; อวิจิน และ

คมศิริ, 2548; ศุภกิตต์ และคณะ, 2553; อิทธิโชค, 2550; Legarathan et al., 2010; Shaikh and Kazi, 2016) การนำเครื่องสกัดน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ ใหม่ไปใช้ในสภาพที่ต่างไปจากวัตถุดิบ และกระบวนการมาใช้กับเมล็ดประเภทนี้ อาจส่งผลให้ได้ผลการได้ผล (Yield) และคุณภาพผลิตภัณฑ์ไม่ดี เนื่องจากเมล็ดประเภทนี้มีคุณลักษณะและรูปร่างแตกต่าง ดังนั้นการพัฒนาเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประเภทจึงเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างความรู้ที่ควรส่งเสริมและสนับสนุนในงานวิจัย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยการสกัดแห้งและการเก็บรักษาน้ำมันเมล็ดประเภท และงานวิจัยการสกัดน้ำมันไขเมล็ด 3 จากเมล็ดประเภทต้นไม้ต่างๆ (Hassana and Muhamad, 2017; Tena and Muhamad, 2017) เป็นเพียงส่วนงานวิจัยที่ศึกษาเฉพาะในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์จากเมล็ดประเภทในระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับงานวิจัยด้านอุตสาหกรรมอาหารของเมล็ดชนิดอื่นๆ ที่มีการศึกษาหลากหลายวิธีการ เช่น 1) กระบวนการแปรรูปอาหารที่อุดมอยู่มีอยู่ ได้แก่ การทำความสะอาด การคัดแยก (แยกขนาดหรือคัดเกรด) การปอกเปลือก การลดขนาด และ 2) กระบวนการปรุงให้อาหารใช้ความร้อน ได้แก่ การลวก การทำแห้ง การอบและการย่าง การทอด การใช้วิธีอื่นในโครงการและอื่นๆ การนึ่ง การนึ่งเนื้อสัตว์ การนึ่งแบบระเหิด การบรรจุ และการปิดผนึกซึ่งวิธีการต่างๆ มีเป้าหมายเพื่อผลิตอาหารที่ปลอดภัยกับผู้บริโภคอาหาร เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์เพื่อให้คุณค่าทางโภชนาการที่จำเป็นต่อร่างกาย หรือเพื่อให้ได้อาหารให้คนกลุ่มผลิต (วิไล, 2547)

ตารางที่ 3 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสกัดชนิดต่างๆ

วัตถุดิบ	กระบวนการ	ผลลัพธ์
1) ชนิดและสัมผัส ขนาดรูปร่าง หรือความหนาแน่นของวัตถุดิบ 2) ความชื้น หรือการเตรียมวัตถุดิบ 3) อัตราการป้อนวัตถุดิบ	กรณีการสกัดแบบแห้ง 1) รูปร่างในมิติ ความยาว ความหนา หรือความโค้งของในมิติ 2) วัสดุ หรือความแข็งของในมิติ 3) การสั่นสะเทือนในมิติ 4) ขนาดความเหนียว 5) จำนวนในมิติที่สัมผัสกับความเหนียว 6) ความเร็วของของความเหนียว 7) แรงที่กระทำกับของของความเหนียว กรณีการสกัดแห้ง 1) ขนาดลูกกลิ้ง 2) วัสดุ หรือความแข็งของลูกกลิ้ง	1) ความหนาแน่นสิ่ง 2) คุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ (1) เปอร์เซ็นต์ การสกัด -เปอร์เซ็นต์สิ่งสกัดแห้ง -เปอร์เซ็นต์สิ่งสกัดแห้งแยกสิ่ง (2) เปอร์เซ็นต์สิ่งสกัดหรือคุณภาพ 3) อัตราการใช้เครื่องงาน 4) สิ่งปนเปื้อนการสกัด 5) ความสูญเสียของสารออกฤทธิ์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

วัตถุดิบ	กรรมวิธีการ	ผลลัพธ์
	3) จำนวนของหัวลูกหลี้ 4) ขนาดของหัวหลี้ หรือ วัดรอบส่วนกว้างของลูกหลี้ 5) จำนวนลูกหลี้ 6) ความเข้าของของลูกหลี้ 7) แรงยึดเกาะวัตถุดิบของของลูกหลี้	

ที่มา: รวบรวมโดยปริญญา หมอนทิพย์

จากการประมวล เพื่อหาข้อสรุปการพัฒนาเครื่องกระเทาะเมล็ดปาล เครื่องกันเมล็ดปาล และเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดปาล พบว่ามีข้อจำกัดจากความรู้ที่ควรต่อเนื่องและขยับขยายในการวิจัย และควรเลือกใช้การวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) ซึ่งเป็นการวิจัยที่ศึกษาหาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของตัวแปรภายใต้การควบคุมอย่างการนำเสนอวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ค้นหาความรู้ที่กว้างขวาง (วรโร, 2557) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) และใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (พนิ, 2555) ยิ่งไปกว่านั้น ควรมีการพัฒนาเครื่องกระเทาะ เครื่องกัน และเครื่องสกัดน้ำมันชนิดต่างๆ หรือรูปแบบใหม่ๆ ที่ใช้กับเมล็ดปาล เพื่อเปรียบเทียบและหาวัตถุดิบและกรรมวิธีการ โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Benchmarking) ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาต่อไปในเครื่องกระเทาะเมล็ดปาล เครื่องกันเมล็ดปาล และเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดปาลต่อไป

ตารางที่ 4 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องสกัดน้ำมันชนิดต่างๆ

วัตถุดิบ	กรรมวิธีการ	ผลลัพธ์
1) ชนิดของพืชที่ปลูก ขนาด รูปร่าง หรือความหนาเปลือกของวัตถุดิบ 2) ความชื้น หรือการเตรียมวัตถุดิบ 3) อัตราการป้อนวัตถุดิบ	<u>กรณีการสกัดด้วยไอยกระดับ</u> 1) แรงยึดเกาะวัตถุดิบ <u>กรณีการสกัดน้ำมันด้วยตลูกสูบ</u> 1) ชนิดลูกสูบเกลียว หรือลูกสูบตัน 2) ขนาด และความยาวลูกสูบ 3) การเคลื่อนแปร ขนาดของเกลียวสูบ และช่องว่างระหว่างของเกลียวของลูกสูบ 4) วัสดุ หรือความแข็งของลูกสูบ 5) ความเข้าของของลูกหลี้ 6) ช่วงจุดหยุดที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการสกัด	1) สมรรถนะการสกัด 2) อัตราการให้ผิน 3) คุณลักษณะน้ำมันที่ได้ เช่น สี และองค์ประกอบของน้ำมัน 4) อัตราการใช้พลังงาน 5) ต้นทุนการผลิต 6) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ที่มา: รวบรวมโดยปริญญา หมอนทิพย์

สรุป

ต้นประดู่มีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไบโอดีเซล อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมยา และยังสำคัญอุตสาหกรรมอาหาร จึงควรนำต้นประดู่มาพัฒนาใช้ประโยชน์และขยายพันธุ์ต้นประดู่โดยการขยายพื้นที่ปลูกป่าหรือการปลูกเป็นไม้ประดับ

แป้งหรือน้ำมันเมล็ดประดู่ภายในเมล็ดในเมล็ดก้า 3 6 และ 9 ปริมาณสูงและครบถ้วน ในเมล็ดส่วนในเมล็ดก้า 6 กรัม ในเมล็ดก้า 3 อยู่ที่ 3.49 จึงมีศักยภาพเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น

งานวิจัยศึกษางานวิจัยการแยกไขมันเครื่องกลการกลั่นสกัดแบบรูปธรรมจากเมล็ดประดู่ เช่น งานวิจัยเครื่องกลแยกเมล็ดประดู่ งานวิจัยเครื่องกลั่นเมล็ดประดู่ และงานวิจัยเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดประดู่ เป็นงานวิจัยที่ยังไม่มีการศึกษา จึงเป็นช่องว่างทางความรู้ที่ควรส่งเสริมและสนับสนุนเพื่อเติมเต็มช่องว่างทางความรู้ จึงสามารถสร้างโอกาสเพิ่มงานให้ได้กับกลุ่มแปรรูปอาหารในชุมชนท้องถิ่น และสอดรับกับนโยบายรัฐ Thailand 4.0 ด้านเกษตร อาหารและเทคโนโลยี

เอกสารอ้างอิง

กิจจา อินประเสริฐสุข. (2554). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องแยกเหล่าเมล็ดในแบบโรตารีแกน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

คมสัน แนบเกษ อุดมวิทยาคม. (2554). ไขมันก้า 3 และ ไขมันก้า 6 ความสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม. วารสารหมอชาวบ้าน, 33(383), 10-16.

คำรวม แก้วผัด กนกวิรัช สุดสากจันทร์ ชาลินี ทิพิมนทิภา และสิทธิศักดิ์ มูลนาศักดิ์. (2559). เครื่องกลแยกกลายแยกกลายเมล็ดในแบบหมุนเหวี่ยงเพื่อชุมชน. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย, 10(2), 79-88.

จักรบริบาร์ อัศวหงษ์ วรพงศ์ บุญช่วยแสน และธนภูธน บุวรพา. (2554). การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเมล็ดในแบบกึ่งอัตโนมัติ. ใน การประชุมวิชาการวิจัยงานวิศวกรรมสู่สังคมการประจำปี 2554 (หน้า 1038-1045). จันทบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

จตินท์ บุรพชนนารี ชาลิต แสงสวัสดิ์ ศิวกร อ่างทอง และประจักษ์ อ่างบุญเรือง. (2549). เครื่องบีบน้ำมันจากเมล็ดทิ้งแบบเกลียวเดี่ยว. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 4(7), 78-88.

ชินโนน สินทร และนเรศ สิงหะสิทธิ์. (2553). เครื่องมือช่างเบื้องต้นไม้ อนุสิทธิบัตร เลขที่ 5873 วันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2553. สำนักงานนวัตกรรมการจัดการทรัพย์สินทางปัญญา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชินวัฒน์ ทวนเพชร. (2556). เครื่องแยกเมล็ดน้ำมันแบบหมุน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ฐานันดร ชวภัท จตินท์ บุรพชนนารี และกุลชาติ ชุดเนียม. (2556). การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดทิ้งด้วยเครื่องบีบอัดแบบเกลียวคู่โดยการออกแบบการทดลอง. ใน การประชุมวิชาการทางงานวิศวกรรมสู่สังคมการ ประจำปี พ.ศ.2556. จันทบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ทิวานิช แก้วสอนดี อดิสรพรรณ์ ไกรจรินทร์ สุพรรณ ยิ่งยืน และจักรนาท เลาหกานิช. (2555). การออกแบบและสร้างเครื่องสับสมุนไพร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 43(3), 204-207.

ธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์ และคมสันติ์ เม่นกลาง. (2548). การศึกษาการอัดน้ำมัน CNSL จากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 38(6), 102-106.

นฤมล นุญกาจร่าง. (2555). เครื่องกดเหล้าสมุนไพรแบบสังเขปและสมุนไพรแบบวารสับ. สุขภาพิบาลและสุขภาพิบาลศึกษา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

บุญชัย สิ่งวงศ์ทิพ และวิชนา สิ่งวงศ์ทิพ. (2556). คู่มือการผลิตและเครื่องจักรกลการเกษตร. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัญญ์ชิต นิลนวาส. (2562). การพัฒนาเครื่องหั่นย่อยหยอมแหง. ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 (หน้า 112-118). กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.

ปรเมษฐ นุมมาวนิชกุล. (2553). การพัฒนาเครื่องจักสีข้าวกึ่งสงแบบสามทางเดินตรง. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 3(2), 29-37.

พลุงศักดิ์ วานิชชัง ไชยักษ์ วานิชชัง และกาญจารีย์ ศิริมลกุล. (2552). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ การวิจัยและพัฒนาเครื่องกดเหล้าสมุนไพรจากกลุ่มเกษตรกรสหกรณ์การเกษตรเมืองพาน จำกัด. จังหวัดเชียงราย: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง คณะวิทยาศาสตร์.

พิทักษ์ ขนอาหา. (2553). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การพัฒนาเครื่องกดเหล้าสมุนไพร. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

พิรวิทย์ ลิ้มสิทา และสุรินทร์ สมปรารถนา. (2554). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การออกแบบและพัฒนาเครื่องกดเหล้าสมุนไพร. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงใหม่.

ภาส กุญชร ณ อยุธยา ชัชวาล วิชาวงศ์ และอนุทินธ์ เทอดวงศ์วาณิช. (2550). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การวิเคราะห์ระบบและประเมินผลเครื่องกดเหล้าข้าวโพด. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

มงคล ชุ่มเย็น กฤษฎา พิมานกุล และวิสิทธิ์ ศิริมาลา. (2554). ออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยต้นก้าวฟิตง. วารสารเกษตร, 30(3), 60-65.

วิเชียร์ ไชยเจษฎ์. (2552). การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการสีข้าวสาร. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2(2), 1-9.

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

วิชัย ชุ่มจันทร์ และธวัช หมื่นเทียง. (2551). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ การพัฒนาและการศึกษาเพื่อสร้างต้นแบบเครื่องกดเหล้าสมุนไพร. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

วิชัย วุ่นวิจงอนันต์ สมภพ สลับแก้ว และสุกัญญา เชิดชูงาม. (2558). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ "กลไกในการขับเคลื่อนการจัดการความรู้ของเกษตรปลอดภัยในชุมชน". กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วิทยา บุญคำ. (2547). การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบหัวขัดในมีหัวขัดรรดมสูงขึ้น. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วิรัช หวังเจียมกลาง. (2555). เครื่องทับขึ้นบับเส้น. ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 (หน้า 259-261). เชียงใหม่: สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วีโล วิเชียรเกตุ. (2547). เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร *Food Processing Technology*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศุภวิทย์ สายสุนทร ศุภลาเลิศ แก้วเวียง และปิยนนอง กิจวสการกฤต. (2553). การศึกษาสภาวะการทำงานที่เหมาะสมสำหรับการสกัดน้ำมันรำข้าวด้วยเครื่องสกัดแบบสกรูอัด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 41(2) 291-302.

สมชัย เย็นเจริญ. (2548). โครงการวิจัยการพัฒนาออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเมล็ดละเอา. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี, 1(2), 52-57.

สมชัย เย็นเจริญ บวรศิริ บ่วงจิตร์ กฤษิรวณ์ บานหล่า และศิริชัย ท่อสกุล. (2560). การออกแบบและพัฒนาเครื่องทับขยะพลาสติกแข็งในมิติกับแบบ สำหรับวิสาหกิจชุมชนกลางและขนาดย่อม. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 5(1), 99-105.

สมยง ยมนุการ์ ชัยวัฒน์ เล่าสินทัศนาเมธี สมเกต ไทยแท้ บวิชา จนเจียงคำ และประทีปน์ พรชัยนาท์. (2553). วิจัยและพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดเกลือและคาเมีย. วารสารวิชาการเกษตร, 28(3), 256-264.

สนั่น ธรกสยง. (2535). เครื่องมือการวิจัยทางการเกษตร. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมคาว แวววี และอภิชาติ ฮาสมาเสียว. (2554). การหลุดลุมหลุมิอากาศในการบวนการกะเทาะเมล็ดกาแฟและของข้าวสาร. ใน การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี 2554 (หน้า 1319-1323). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

สมโภชน์ สุดาชีนาท์ และสมนึก ชูศิลป์. (2550). การพัฒนาเครื่องกะเทาะเมล็ดกาแฟนก. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 9(1), 61-74.

สาทิป วิทยาสาสก นวภิทรา ทนุนาค และอำนาจ ศุภรจ. (2555). เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุม. ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 (หน้า 667-672). เชียงใหม่: สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สิทธิโชค ยุตาทันธุ์. (2550). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ เครื่องสกัดน้ำมันพืชแบบบีบอัดด้วยสกรูแปรผันสำหรับการประยุกต์ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สิริชัย ช่องสว่างนาวี ไมตรี แววกานิล เจษฎา คงอ่าน และวิบูลย์ เทพนวกร์. (2555). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ หลอดแสงสีสเปกตรัมปรับปรุงใหม่ให้ช่วยลดกลุ่มเกษตรกร. กรุงเทพฯ: กรมวิทยาศาสตร์.

สุพัตน์ ยอดเกาะ และนาโนะ วิทันโย. (2553). การพัฒนาเครื่องหีบเมล็ดพืช. *วารสาร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 3(2), 36-46.

สุภาวรณ ผ่องใส และจักรนาท เทศกสิน. (2555). ความเข้มสูงสุดของเทอมแรกในรูปแบบเชิงเส้นกำลังสองของการกระจายแสงกึ่งยืดหยุ่นของใบ. *วารสารวิทยาศาสตร์บัณฑิต*, 45(3), 191-194.

สุวรรค์ นาจพาน ทิวทัน์ นาจพาน และอิทธิกานต์ พุดุนต์. (2555). การควบคุมคุณภาพในเครื่องกระจายตำแหน่งกระสวยเส้นแบบ 4 ลูกกลิ้ง. ใน *การประชุมวิชาการด้านวิศวกรรมสิ่งทอ ประจำปี พ.ศ. 2555*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อรัชกร์ อุดรา และนิธิ ศิริสร้า. (2558). เครื่องผ่านด้วยน้ำกล้วยดอง. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 12(2), 136-143.

Chaowhakhun, A. (2010). Proximate composition and functional properties of pra (Elateriospermum 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 Composition of Elateriospermum Tapos (Bush Perah), Palm Oil And Soybean Oil. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 5(7), 569-571.

Hassane, N.D. and Muhamad, II. (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, II. 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 Satthiaandhu, 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., Temii, 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, S. 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 Kamman, H. (2009). The Preliminary Detection of Cytanogenic 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. (2006). Secoiridoids 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 Annesijea, 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., Siddigue, B.M., Muhamad, I.I., Salleh, L.M. and Hasan, N.D. (2013). Perch 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). Optimization of Omega 3 Rich Oil Extraction from Elateriospermum Tapos Seed by Microwave Assisted Aqueous Enzymatic Extraction. *Chemical Engineering Transactions*, 56, 1783-1788.

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