

บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์

4.1 วิธีการสกัดน้ำกระชายดำที่เหมาะสม

4.1.1 ผลของอัตราส่วนของกระชายดำต่อน้ำและเครื่องมือสกัดในการสกัด

จากการศึกษาอัตราส่วนของกระชายดำต่อน้ำในการสกัดน้ำกระชายดำ พบว่า น้ำหนักกากที่เหลือจากการสกัด (ร้อยละ 66.54±15.06 ถึง 71.50±13.62) ปริมาณความชื้นของกากหลังสกัด (ร้อยละ 62.55±3.15 ถึง 65.08±0.32) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (ร้อยละ และ 5.92±0.27 ถึง 6.35±0.94) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่ออัตราส่วนการสกัดแตกต่างกัน คือ 1:1 1:2 และ 1:3 (ตารางที่ 4.1) ถึงแม้ว่าจากการสกัดด้วยอัตราส่วน 1:1 จะทำให้น้ำหนักของน้ำที่สกัดได้และค่าการส่องผ่านของแสงมีค่าน้อยที่สุด (ร้อยละ 54.75±5.00 และ 0.18±0.32 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก มีค่าสูงสุด (2.52±0.60 องศาบริกซ์ ร้อยละ 7.51±3.28 และ 0.21±0.07 ตามลำดับ) แตกต่างจากอัตราส่วนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าอัตราส่วนของน้ำที่แตกต่างกันทั้ง 3 อัตราส่วนไม่มีผลต่อการสกัด เนื่องจากในการสกัดใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย แต่องค์ประกอบต่างๆ ที่พบได้ในเหง้ากระชายดำนั้นเป็นสารเคมีที่พบได้ในน้ำมันหอมระเหยของกระชายดำถึงร้อยละ 32.1 (บัญญัติ, 2527) นั้นจะไม่ละลายน้ำ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้สกัดของแข็งได้น้อย

ปัจจัยด้านชนิดของเครื่องมือสกัดที่ใช้ในการสกัดน้ำกระชายดำ 2 ชนิด คือ เครื่องสกัดระบบไฮดรอลิก (hydraulic press) และเครื่องสกัดระบบเกลียวอัด (screw press) เมื่อตรวจคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำกระชายดำที่สกัดได้ พบว่า น้ำหนักของน้ำที่สกัดได้ (ร้อยละ 66.05±10.02 ถึง 66.74±9.94) ปริมาณความชื้นของกาก (ร้อยละ 62.95±3.34 ถึง 65.28±3.34) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ถึงแม้ว่า การสกัดด้วยเครื่องสกัดระบบเกลียวอัด พบว่า น้ำหนักกากที่เหลือจากการสกัด ค่าการส่องผ่านของแสง และค่าความเป็นกรด-ด่าง มีปริมาณน้อยกว่า (ร้อยละ 56.78±4.84 0.46±0.33 และ 5.93±0.35 ตามลำดับ) การสกัดด้วยเครื่องสกัดระบบไฮดรอลิก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก มีค่าสูงกว่า (ร้อยละ 2.06±0.84 5.67±3.72 และ 0.19±0.06 ตามลำดับ) แตกต่างจากการสกัดด้วยเครื่องสกัดระบบไฮดรอลิก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าเครื่องสกัดระบบเกลียวอัด สามารถสกัดปริมาณของแข็งได้มากกว่าเครื่องสกัดระบบไฮดรอลิก ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการวิจัยของพงษ์เทพ (2550)

ได้พบว่า เครื่องสกัดระบบเกลียวอัด สามารถสกัดน้ำมันสบู่ดำได้ประมาณร้อยละ 25-30 และมีน้ำมันตกค้างในกากร้อยละ 5-10 ในขณะที่เครื่องสกัดระบบไฮดรอลิกสกัดน้ำมันสบู่ดำได้ประมาณร้อยละ 20-25 และมีน้ำมันตกค้างในกากมากถึงร้อยละ 10-15 แสดงให้เห็นว่าเครื่องสกัดระบบเกลียวอัดมีการสกัดปริมาณของเหลวและของแข็งได้มากกว่าเครื่องสกัดระบบไฮดรอลิก

เมื่อศึกษาปัจจัยร่วมระหว่างอัตราส่วนของกระชายดำต่อน้ำและเครื่องมือสกัดที่ใช้ พบว่า น้ำหนักของกากที่เหลือจากการสกัด น้ำหนักของน้ำสกัดที่สกัดได้ ค่าการส่องผ่านของแสง ความชื้นของกาก ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปของกรดซิตริก) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 55.33 ± 5.77 ถึง 83.00 ± 8.19 53.25 ± 2.70 ถึง 77.42 ± 1.13 0.06 ± 0.03 ถึง 0.74 ± 0.08 54.61 ± 1.74 ถึง 65.98 ± 1.64 และ 5.58 ± 0.14 ถึง 6.13 ± 0.13 ตามลำดับ (ตาราง 4.1) แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (3.07 ± 0.12 องศาบริกซ์) และปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ 10.06 ± 2.68) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) แสดงว่า อัตราส่วนของกระชายดำต่อน้ำ 1:1 และการสกัดด้วยเครื่องสกัดระบบเกลียวอัด ให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดมากที่สุด (ร้อยละ 10.06 ± 2.68) เนื่องจากหลักการทำงานของเครื่องมีความแตกต่างจากเครื่องสกัดระบบไฮดรอลิก เครื่องสกัดระบบเกลียวอัดนั้นจะมีสกรูเป็นตัวบีบสกัดน้ำกระชายดำ เมื่อสกรูหมุนจะทำให้วัตถุดิบเคลื่อนที่และสัมผัสกับผิวหน้าของสกรูจะเกิดแรงดันและแรงเสียดทานมากทำให้สกัดได้ปริมาณของแข็งมากกว่าการสกัดด้วยเครื่องสกัดระบบไฮดรอลิก ดังนั้นการสกัดโดยใช้อัตราส่วนของกระชายดำต่อน้ำ 1:1 และการสกัดด้วยเครื่องสกัดระบบเกลียวอัดจึงมีความเหมาะสมในการนำไปทำการทดลองข้อ 4.1.2 ต่อไป

4.1.2 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัดกระชายดำ

จากการนำกระชายดำปั่นด้วยเครื่องบดอาหารผสมกับน้ำอัตราส่วน 1:1 ต้มเดือดนาน 0 5 10 และ 15 นาที สกัดด้วยเครื่องสกัดระบบเกลียวอัด นำน้ำที่สกัดได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ พบว่า น้ำหนักของน้ำที่สกัดได้ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (อยู่ในช่วงร้อยละ 54.33 ± 3.88 ถึง 69.17 ± 2.02) (ตาราง 4.2) แต่ น้ำหนักของกากที่เหลือจากการสกัด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่สภาวะในการสกัดที่ 0 นาที (น้ำที่อุณหภูมิห้อง) มีปริมาณน้ำหนักของกากที่เหลือจากการสกัดต่ำสุด (ร้อยละ 30.17 ± 0.58) แสดงว่าการสกัดที่ 0 นาที นั้นสามารถสกัดได้มากกว่าการต้มเดือดที่เวลาต่างๆ

ตาราง 4.1 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำกราะขุดที่ได้ออกจากอัตราส่วนของทรายค่าต่อไปนี้ และเครื่องสกัดต่างกัน

ปัจจัย	น้ำหนักของกากที่เหลือ (ร้อยละ)	น้ำหนักของน้ำสกัด (ร้อยละ)	ค่าการส่องผ่านของแสง (ร้อยละ)	ความชื้นของกาก (ร้อยละ)	ความแปรปรวนต่าง	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	ของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	ปริมาณการค้ำรูปของกรดซัลฟิวริก (ร้อยละ)
ปัจจัยเดี่ยว (อัตราส่วน)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1:1	71.50±13.62	54.75±5.00	0.18 ^a ±0.32	65.08±1.47	2.52 ^a ±0.60	7.51 ^b ±3.28	0.21 ^a ±0.07
	1:2	66.54±15.06	68.36 ^b ±3.42	0.36 ^b ±0.25	62.55±3.15	1.51 ^b ±0.59	3.66 ^b ±0.55	0.13 ^b ±0.04
1:3	68.25±14.25	76.08 ^a ±1.70	0.62 ^a ±0.14	64.72±3.30	6.11±0.23	1.00 ^c ±0.44	2.78 ^b ±1.22	0.10 ^b ±0.04
ปัจจัยเดี่ยว (เครื่องสกัด)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	เครื่องมือสกัดระบบไฮดรอลิก	80.75 ^a ±6.88	66.05±10.02	0.87 ^a ±0.22	65.28±1.45	1.17 ^b ±0.68	3.36 ^b ±1.04	0.10 ^b ±0.04
เครื่องมือสกัดระบบเกลียวอัด	56.78 ^b ±4.84	66.74±9.94	0.46 ^b ±0.33	62.95±3.46	5.93 ^a ±0.35	2.06 ^c ±0.84	5.67 ^a ±3.72	0.19 ^a ±0.06
ปัจจัยร่วม (อัตราส่วนxเครื่องสกัด)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1:1 x เครื่องมือสกัดระบบไฮดรอลิก	83.00±8.19	53.25±2.70	0.30±0.16	65.98±1.64	6.10±0.67	4.95 ^b ±0.43	0.16±0.03
	1:1 x เครื่องมือสกัดระบบเกลียวอัด	60.00±0.00	56.25±6.96	0.06±0.03	64.17±0.50	5.38±0.13	3.07 ^a ±0.12	0.27±0.05
	1:2 x เครื่องมือสกัดระบบไฮดรอลิก	79.75±3.19	70.02±3.08	0.58±0.14	54.61±1.74	5.86±0.14	1.07 ^c ±0.31	0.08±0.03
	1:2 x เครื่องมือสกัดระบบเกลียวอัด	55.33±5.77	66.56±3.17	0.15±0.09	60.48±3.00	5.99±0.39	1.97 ^b ±0.06	0.17±0.02
	1:3 x เครื่องมือสกัดระบบไฮดรอลิก	79.50±10.00	74.74±0.77	0.74±0.08	65.24±1.17	6.02±0.30	0.87 ^d ±0.52	0.06±0.02
1:3 x เครื่องมือสกัดระบบเกลียวอัด	57.00±5.20	77.42±1.13	0.49±0.04	64.20±5.01	6.13±0.13	1.13 ^c ±0.12	2.82 ^a ±1.94	0.14±0.02

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในแต่ละกลุ่มปัจจัย อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ns หมายถึง ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

คุณภาพทางเคมี พบว่า ค่าการส่องผ่านของแสง ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซัคทริก (อยู่ในช่วง 0.14 ± 0.01 ถึง 0.19 ± 0.11 6.14 ± 0.11 ถึง 6.31 ± 0.07 4.33 ± 0.58 ถึง 4.67 ± 0.58 9.77 ± 2.21 ถึง 13.88 ± 8.23 และ 0.16 ± 0.01 ถึง 0.18 ± 0.01 ตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ด้านความชื้นของกากในการสกัดที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณต่ำสุดแตกต่างจากการต้มเดือด นาน 5 10 และ 15 นาที เนื่องจากในกระชายน้ำมีองค์ประกอบพวกคาร์โบไฮเดรตอยู่ เมื่อนำมาต้มก่อนการสกัดกระชายน้ำ คาร์โบไฮเดรตจะเกิดเจลทำให้ไม่สามารถสกัดปริมาณของแข็งออกมาได้ จากคุณภาพทางเคมีของน้ำกระชายน้ำที่สกัดได้ แสดงว่าการสกัดน้ำกระชายน้ำที่อุณหภูมิห้องมีความเหมาะสมในการคัดเลือกไปทำเครื่องต้มกระชายน้ำผสมสับประรดต่อไป เนื่องจากสกัดได้ปริมาณของแข็งที่ไม่แตกต่างจากการต้ม ประหยัดพลังงานในการต้มสกัด และไม่ส่งผลให้เกิดการเสื่อมสลายของสารให้กลิ่น

ตาราง 4.2 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำกระชายน้ำที่สกัดด้วยเครื่องสกัดระบบเกลียวอัดที่สภาวะการสกัดแตกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	สภาวะในการสกัด			
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส		
		5 นาที	10 นาที	15 นาที
ทางกายภาพ				
น้ำหนักของกากที่เหลือ (ร้อยละ)	$30.17^b \pm 0.58$	$33.83^b \pm 3.51$	$40.67^a \pm 5.93$	$44.83^a \pm 1.44$
น้ำหนักของน้ำสกัด ^{ns} (ร้อยละ)	69.17 ± 2.02	54.33 ± 3.88	59.83 ± 17.4	56.83 ± 18.2
ทางเคมี				
ค่าการส่องผ่านของแสง ^{ns}	0.14 ± 0.01	0.19 ± 0.11	0.15 ± 0.03	0.17 ± 0.04
ความชื้นของกาก (ร้อยละ)	$55.56^b \pm 7.26$	$64.48^a \pm 2.29$	$65.32^a \pm 3.09$	$68.47^a \pm 0.58$
ความเป็นกรด-ด่าง ^{ns}	6.19 ± 0.01	6.14 ± 0.11	6.21 ± 0.09	6.31 ± 0.07
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ^{ns} (องศาบริกซ์)	4.33 ± 0.58	4.67 ± 0.58	4.33 ± 0.58	4.67 ± 0.58
ของแข็งทั้งหมด ^{ns} (ร้อยละ)	12.38 ± 0.22	13.88 ± 8.23	9.77 ± 2.21	10.83 ± 1.35
กรดในรูปของกรดซัคทริก ^{ns} (ร้อยละ)	0.16 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.02	0.18 ± 0.01

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ns หมายถึง ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2 สูตรที่เหมาะสมในการทำเครื่องต้มกระชายดำผสมสับปะรด

4.2.1 อัตราส่วนของน้ำกระชายดำต่อน้ำสับปะรดที่เหมาะสมในการทำเครื่องต้มกระชายดำผสมสับปะรด

จากการเลือกใช้น้ำกระชายดำที่ผ่านการสกัดในอัตราส่วนกระชายดำต่อน้ำ 1:1 สกัดด้วยเครื่องสกัดระบบเกลียวอัด ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง จะได้น้ำกระชายดำสกัด ศึกษาหาอัตราส่วนของน้ำกระชายดำต่อน้ำสับปะรดที่เหมาะสมในการทำเครื่องต้มกระชายดำผสมสับปะรด 5 ระดับ นำมาตรวจคุณภาพทางกายภาพ พบว่า ค่า b^* (น้ำเงิน) และ ค่าความขุ่นหนืด ทุกอัตราส่วนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (โดยมีค่าอยู่ในช่วง -0.88 ± 0.59 ถึง -2.20 ± 0.13 และ 16.00 ± 1.41 ถึง 19.10 ± 1.27 ตามลำดับ) แต่ ค่า L^* (ความสว่าง) ค่า a^* (แดง) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่อัตราส่วนน้ำกระชายดำต่อน้ำสับปะรดที่ 1:2:3 มีค่า L^* และ a^* สูงกว่าอัตราส่วนอื่น เนื่องจากมีปริมาณของน้ำกระชายดำมากกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ จึงส่งผลให้ค่าความสว่างและมีสีแดงมาก เนื่องจากแอนโทไซยานินในน้ำกระชายดำเมื่ออยู่ในสภาวะกรดจะให้สีแดง (รัชนี, 2536)

คุณภาพทางเคมี พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด และปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ทุกอัตราส่วนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (อยู่ในช่วง 3.58 ± 0.13 ถึง 3.72 ± 0.01 14.50 ± 0.71 ถึง 15.70 ± 0.14 14.02 ± 1.58 ถึง 14.63 และ 0.48 ± 0.06 ถึง 0.54 ± 0.03 ตามลำดับ) แต่ค่าการส่องผ่านของแสง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยอัตราส่วนของน้ำกระชายดำต่อน้ำสับปะรด 1:2:3 ให้ค่าการส่องผ่านของแสงน้อยที่สุด (0.08 ± 0.01) แสดงว่ามีปริมาณของแข็งมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่า L^* a^* ที่มีค่ามากเช่นเดียวกัน ด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดทุกอัตราส่วนไม่ต่างกัน เนื่องจากเครื่องต้มมีการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณกรดทั้งหมดให้เท่ากัน

คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า กลิ่นกระชายดำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตาราง 4.2) แต่ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นสับปะรด รสหวาน ความขื่น ความกลมกล่อม และความชอบรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยลักษณะปรากฏที่อัตราส่วนน้ำกระชายดำต่อน้ำสับปะรด 1:2:3 และ 1:4:5 ได้รับคะแนนสูงสุด คือ 7.35 ± 0.95 ซึ่งไม่แตกต่างกันกับอัตราส่วน 1:6:7 ($p > 0.05$) ด้านสีผู้ทดสอบชิมชอบสีของน้ำกระชายดำผสมสับปะรดที่อัตราส่วนน้ำกระชายดำต่อน้ำสับปะรด 1:2:3 มากที่สุด (7.43 ± 0.85) อย่างไรก็ตามระดับความชอบไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่อัตราส่วน 1:4:5 ซึ่งจะสอดคล้องกับค่าสีที่วัดได้จากเครื่องวัดสี แสดงว่าที่อัตราส่วน 1:2:3 มีสีแดงเข้มกว่าที่อัตราส่วนอื่น ด้านกลิ่นสับปะรด รสหวาน

ความชื้น ความกลมกล่อม และความชอบรวม ที่อัตราส่วนน้ำกระชายดำต่อน้ำต่อน้ำสับปะรด 1:10:11 ได้รับคะแนนสูงสุด คือ 7.18 ± 0.85 7.25 ± 0.66 6.78 ± 1.11 7.03 ± 0.80 และ 7.22 ± 0.77 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับอัตราส่วน 1:6:7 และ 1:8:9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะพบว่า อัตราส่วนน้ำกระชายดำต่อน้ำต่อน้ำสับปะรด 1:10:11 ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด (7.22 ± 0.77) ดังนั้นจึงนำอัตราส่วนนี้ไปทำการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่เหมาะสมในการทำเครื่องดื่มกระชายดำผสมสับปะรดต่อไป

ตาราง 4.3 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มกระชายดำผสมสับปะรดที่อัตราส่วนต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	อัตราส่วนน้ำกระชายดำต่อน้ำต่อน้ำสับปะรด				
	1:2:3	1:4:5	1:6:7	1:8:9	1:10:11
ทางกายภาพ					
ค่าสี L*	$8.06^a \pm 0.33$	$6.98^b \pm 0.4$	$6.92^b \pm 0.32$	$6.87^b \pm 0.4$	$6.72^b \pm 0.0$
a*	$5.88^a \pm 0.43$	$4.96^{ab} \pm 1.39$	$3.04^{bc} \pm 0.63$	$3.56^{bc} \pm 0.63$	$2.60^c \pm 0.0$
b* ^{ns}	-1.80 ± 0.38	-2.20 ± 0.13	-1.69 ± 0.33	-1.58 ± 0.11	-0.88 ± 0.59
ความขุ่นหนืด ^{ns} (cp)	17.0 ± 0.85	16.00 ± 1.41	19.10 ± 1.27	18.00 ± 1.41	16.10 ± 0.14
ทางเคมี					
ค่าการส่องผ่านของแสง	$0.08^b \pm 0.01$	$0.09^{ab} \pm 0.01$	$0.12^c \pm 0.01$	$0.15^b \pm 0.01$	$0.22^a \pm 0.00$
ความเป็นกรด-ด่าง ^{ns}	3.60 ± 0.01	3.72 ± 0.01	3.60 ± 0.11	3.58 ± 0.13	3.56 ± 0.14
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ^{ns} (องศาบริกซ์)	14.90 ± 1.27	15.70 ± 0.14	14.50 ± 0.71	15.30 ± 0.14	15.40 ± 0.57
ของแข็งทั้งหมด ^{ns} (ร้อยละ)	14.17 ± 0.96	14.58 ± 1.75	14.24 ± 1.75	14.02 ± 1.58	14.63 ± 0.57
กรดในรูปของกรดซิตริก ^{ns} (ร้อยละ)	0.48 ± 0.06	0.53 ± 0.01	0.54 ± 0.03	0.52 ± 0.02	0.50 ± 0.08
ทางประสาทสัมผัส					
ลักษณะปรากฏ	$7.35^a \pm 0.95$	$7.35^a \pm 0.54$	$6.95^{ab} \pm 0.54$	$6.78^b \pm 0.70$	$6.65^b \pm 0.67$
สี	$7.43^a \pm 0.85$	$7.40^a \pm 0.64$	$6.97^b \pm 0.53$	$6.58^c \pm 0.59$	$6.35^c \pm 0.59$
กลิ่นกระชายดำ ^{ns}	6.53 ± 1.63	6.53 ± 0.99	6.93 ± 0.75	6.70 ± 0.70	6.87 ± 0.60
กลิ่นสับปะรด	$6.00^c \pm 1.11$	$6.45^b \pm 0.72$	$6.98^a \pm 0.72$	$6.90^{ab} \pm 0.82$	$7.18^a \pm 0.85$
รสหวาน	$6.32^c \pm 0.82$	$6.60^{bc} \pm 0.80$	$6.90^{ab} \pm 0.84$	$6.85^{ab} \pm 0.81$	$7.25^a \pm 0.66$
ความชื้น	$5.18^b \pm 1.88$	$6.18^a \pm 1.58$	$6.65^a \pm 1.14$	$6.28^a \pm 1.22$	$6.78^a \pm 1.11$
ความกลมกล่อม	$5.92^c \pm 1.13$	$6.15^{bc} \pm 0.96$	$6.65^a \pm 0.85$	$6.60^{bc} \pm 0.88$	$7.03^a \pm 0.80$
ความชอบรวม	$5.95^c \pm 1.20$	$6.45^b \pm 1.01$	$6.88^{ab} \pm 0.72$	$6.68^b \pm 0.82$	$7.22^a \pm 0.77$

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ns หมายถึง ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่เหมาะสมในการทำเครื่องต้มกระชายดำผสมสับปะรด

นำตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำกระชายดำต่อน้ำต่อน้ำสับปะรด 1:10:11 มาเติมน้ำตาลปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเป็น 14 16 18 และ 20 องศาบริกซ์ ได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 4.4 พบว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณที่ละลายทั้งหมดไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างทางด้านสี (L^* a^* และ b^*) ของตัวอย่าง แต่ส่งผลให้ความข้นหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพพบว่า ค่าความข้นหนืดสูงสุดที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 20 องศาบริกซ์ มีค่าเท่ากับ 19.60 ± 0.03 ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะของน้ำตาลคือเมื่อมีความเข้มข้นมากขึ้นจะทำให้สารละลายนั้นข้นหนืดเพิ่มขึ้น (ไพโรจน์, 2535)

คุณภาพทางเคมี พบว่า ค่าการส่องผ่านของแสง ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปของกรดซิตริก) ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (อยู่ในช่วง 0.05 ± 0.00 ถึง 0.06 ± 0.01 3.36 ± 0.09 ถึง 3.48 ± 0.01 และ 0.35 ± 0.00 ถึง 0.49 ± 0.06 ตามลำดับ) เนื่องจากมีการใช้อัตราส่วนของน้ำกระชายดำต่อน้ำต่อน้ำสับปะรดเริ่มต้นเท่ากัน ปริมาณกรดทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากัน จากการทดลองพบว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอันเนื่องมาจากการเติมน้ำตาล ไม่มีอิทธิพลต่อค่าการส่องผ่านของแสง ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแต่อย่างใด

นอกจากนี้ ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำตาลในปริมาณต่างๆ เพื่อปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด นั้นไม่ส่งผลให้ระดับความชอบของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่นกระชายดำ กลิ่นสับปะรด และความข้น แตกต่างกันแต่อย่างใด ($p > 0.05$) แต่มีอิทธิพลต่อระดับความชอบความหวาน ความกลมกล่อม และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 โดยตัวอย่างที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 20 องศาบริกซ์ ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (7.25 ± 1.12) อย่างไรก็ตามระดับความชอบรวมของตัวอย่างที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 16 18 20 องศาบริกซ์ นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 18 องศาบริกซ์ ไปทำการทดลองในขั้นต่อไป เนื่องจากในการทดลองทำการตีโพนน้ำกระชายดำผสมสับปะรดที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 18 องศาบริกซ์ จะเกิดโพนน้ำกระชายดำผสมสับปะรดที่มีความคงตัวดี

จากคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงว่า อัตราส่วนน้ำกระชายดำต่อน้ำต่อน้ำสับปะรด 1:10:11 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 18 องศาบริกซ์ มีความเหมาะสมนำไปศึกษาการทำเครื่องต้มน้ำกระชายดำผสมสับปะรดผงบยวิธีทำแห้งแบบโพนต่อไป

ตาราง 4.4 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มกระชายดำผสม
 สับปะรดที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)			
	14	16	18	20
ทางกายภาพ				
ค่าสี L* ^{ns}	6.70±0.00	6.56±0.24	6.56±0.24	6.22±0.71
a* ^{ns}	0.60±0.00	0.50±0.04	0.50±0.04	0.31±0.23
b* ^{ns}	-1.88±0.59	-1.36±0.31	-1.46±0.45	-1.33±0.23
ความขุ่นหนืด (cp)	15.70 ^b ±0.14	16.10 ^b ±0.14	16.25 ^b ±1.2	19.60 ^a ±0.85
ทางเคมี				
ค่าการส่องผ่านของแสง ^{ns}	0.05±0.00	0.06±0.01	0.06±0.00	0.05±0.00
ความเป็นกรด-ด่าง ^{ns}	3.48±0.00	3.36±0.09	3.46±0.01	3.48±0.01
ของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	12.06 ^c ±0.01	14.35 ^b ±0.01	14.56 ^b ±0.17	16.59 ^a ±0.14
กรดในรูปของกรดซิตริก ^{ns} (ร้อยละ)	0.35±0.00	0.49±0.06	0.40±0.03	0.40±0.03
ทางประสาทสัมผัส				
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.42±0.82	7.38±0.68	7.46±0.76	7.37±0.82
สี ^{ns}	7.27±0.83	7.15±0.73	7.34±0.85	7.25±0.83
กลิ่นกระชายดำ ^{ns}	6.93±1.02	6.82±0.97	6.88±0.94	6.90±1.02
กลิ่นสับปะรด ^{ns}	6.88±0.83	7.21±1.04	7.27±0.99	7.23±0.83
รสหวาน	6.63 ^b ±0.79	7.18 ^a ±0.88	6.98 ^{ab} ±0.79	7.35 ^a ±0.79
ความขื่น ^{ns}	6.32±1.19	6.62±1.28	6.39±0.86	6.73±1.19
ความกลมกล่อม	6.55 ^b ±1.24	7.03 ^{ab} ±0.91	7.00 ^{ab} ±0.86	7.25 ^a ±1.24
ความชอบรวม	6.68 ^b ±1.12	7.15 ^a ±0.85	7.10 ^{ab} ±0.77	7.25 ^a ±1.12

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ns หมายถึง ข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

4.3 การใช้สารก่อให้เกิดโฟมในการทำเครื่องดื่มผงกระชายดำผสมสับปะรด

4.3.1 อัตราส่วนของเจลสารก่อให้เกิดโฟมต่อปริมาณน้ำกระชายดำผสมสับปะรด

จากอัตราส่วนของเจลสารก่อให้เกิดโฟมต่อปริมาณน้ำกระชายดำผสมสับปะรดที่ต่างกัน พบว่า ที่อัตราส่วน 70 ต่อ 100 (ร้อยละ 41) (สามารถทำให้เกิดโฟมที่คงตัว) โดยมีความคงตัวของ โฟม (2.05 ± 0.38 มิลลิลิตรต่อนาที) ความหนาแน่นของโฟม (0.41 ± 0.46) ค่า overrun ของโฟม (525.75 ± 0.65) มีความแตกต่างจากอัตราส่วนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตาราง 4.5) เนื่องจากการใช้ที่อัตราส่วนที่ต่ำกว่า 70 ต่อ 100 จะมีลักษณะของโฟมที่ไม่คงตัวจะเกิดการยุบตัวของโฟมหลังจากตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ส่วนการใช้ที่อัตราส่วนมากกว่า 70 ต่อ 100 จะมีลักษณะของ โฟมที่ไม่คงตัวเช่นเดียวกันซึ่งเห็นได้จากความหนาแน่นมีค่าต่ำลง แสดงว่า ที่อัตราส่วนของเจลสาร ก่อให้เกิดโฟมต่อปริมาณน้ำกระชายดำผสมสับปะรด 70 ต่อ 100 (ร้อยละ 41) เหมาะสมนำไปศึกษา การเตรียมสารก่อให้เกิดโฟมในดีโฟมน้ำกระชายดำผสมสับปะรดต่อไป

ตาราง 4.5 อัตราส่วนเจลสารก่อให้เกิดโฟมต่อน้ำกระชายดำผสมน้ำสับปะรด

อัตราส่วนเจลต่อน้ำผสม		ร้อยละ ส่วนผสม ทั้งหมด	ลักษณะของ โฟมที่สังเกตได้	ความคงตัว ของโฟม (มล. / นาที)	ความหนาแน่น ของโฟม (กรัม / มล.)	Overrun ของโฟม (ร้อยละ)
เจลสาร ก่อให้เกิด โฟม	น้ำ กระชายดำ ผสมน้ำ สับปะรด					
40	100	29	โฟมไม่คงตัว	$5.05^c \pm 0.26$	$0.17^c \pm 0.93$	$499.65^c \pm 0.53$
50	100	33	โฟมไม่คงตัว	$4.95^c \pm 0.30$	$0.16^c \pm 0.12$	$516.60^c \pm 0.64$
60	100	38	โฟมไม่คงตัว	$5.15^c \pm 0.22$	$0.16^c \pm 0.27$	$496.60^f \pm 0.43$
70	100	41	โฟมคงตัว	$2.05^a \pm 0.38$	$0.41^a \pm 0.46$	$525.75^a \pm 0.65$
80	100	44	โฟมคงตัว	$1.05^a \pm 0.12$	$0.41^a \pm 0.44$	$520.50^b \pm 0.85$
90	100	47	โฟมไม่คงตัว	$3.05^b \pm 0.42$	$0.31^b \pm 0.27$	$503.75^d \pm 0.30$
100	100	50	โฟมไม่คงตัว	$3.10^b \pm 0.14$	$0.11^d \pm 0.36$	$468.75^e \pm 0.73$

หมายเหตุ 1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

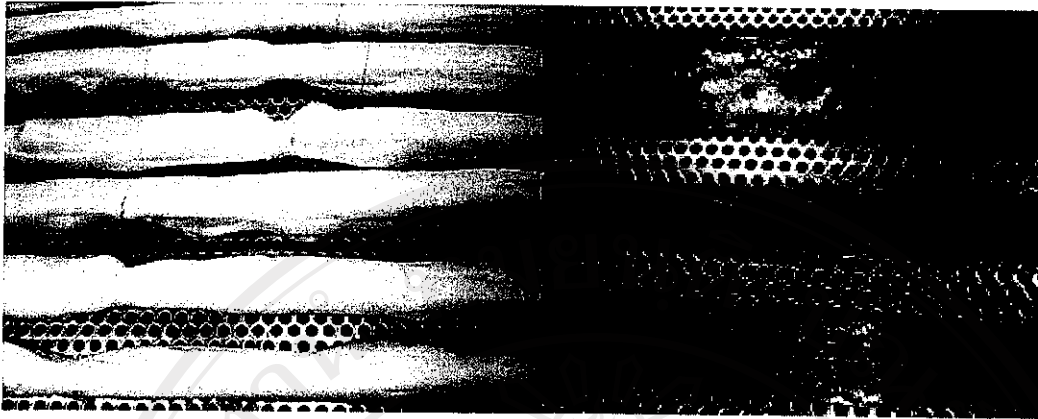
4.3.2 เปรียบเทียบการเตรียมสารก่อให้เกิดโฟมในการทำเครื่องตีผงกระชายดำผสมสับปะรด

นำเครื่องตีมน้ำกระชายดำผสมสับปะรดที่มีอัตราส่วนกระชายดำต่อน้ำต่อน้ำสับปะรด 1:10:11 และมีการปรับปริมาณของแข็งทั้งหมดเริ่มต้นที่ 18 องศาบริกซ์ เติมเจลของสารก่อให้เกิดโฟมร้อยละ 41 ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่า วิธีการเตรียมสารก่อให้เกิดโฟม วิธีที่ 1 มีลักษณะของโฟมที่สังเกตได้มีความคงตัวกว่าวิธีที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับค่า ความหนาแน่นของโฟม ความคงตัวของโฟมต่ำกว่า และ overrun สูงกว่า วิธีการที่ 2 (ตาราง 4.6) เนื่องจาก วิธีที่ 2 มีความเข้มข้นของน้ำผลไม้มากกว่า จะทำให้โฟมที่ได้มีความหนาแน่นมากจะเกิดการยุบตัวของโฟม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Brown *et al.* (1973) หลังการอบแห้ง (ภาพ 4.1) วิธีการที่ 1 โฟมที่ได้จะมีความคงตัวเป็นเส้นอย่างเห็นได้ชัดเจน โฟมที่ได้จากวิธีการที่ 2 จะเกิดการยุบตัวลง แต่วิธีการเตรียมสารก่อให้เกิดโฟมวิธีที่ 3 จะไม่เกิดลักษณะของโฟมเลย เนื่องจากใช้ในรูปผงเติมหลังจากการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิของน้ำผลไม้ผสมเท่ากับ 75 องศาเซลเซียส แล้วทำให้เย็น ซึ่งการเตรียมด้วยวิธีนี้จะมีผลต่อความข้นหนืดของสารก่อให้เกิดโฟมและอัตราการดูดน้ำของสารก่อให้เกิด โฟมทั้ง 2 ชนิดคือ methocel และ GMS ซึ่ง Hart *et al.* (1963) ได้อธิบายวิธีการเตรียมเจลสาร methocel และ GMS ไว้ (ตาราง 2.1) และ Dow Chemical Company (2002) ซึ่งเป็นผู้ผลิตสาร methocel ได้กล่าวถึงวิธีการเตรียมเจลสาร methocel ว่าละลายสารในน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส คนละลาย ทำใหเย็นทันทีด้วยน้ำเย็นหรือน้ำแข็งในปริมาณที่เท่าเดิม

จากการเปรียบเทียบวิธีการเตรียมสารก่อให้เกิดโฟมทั้ง 3 วิธี พบว่า การใช้สารก่อให้เกิดโฟมโดยผสมกับน้ำทำเป็นเจล (เข้มข้นร้อยละ 3) เกิดลักษณะของโฟมที่คงตัวมากที่สุด จึงนำมาตีโฟมเครื่องตีมน้ำกระชายดำผสมสับปะรดและนำผงที่ได้ไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตาราง 4.6 คุณลักษณะของโฟมเครื่องตีมน้ำกระชายดำผสมสับปะรดที่ได้จากการใช้สารก่อ โฟมวิธีการที่ต่างกัน

วิธีใช้สารก่อให้เกิดโฟม	ปริมาณของสารที่ก่อให้เกิดโฟม		ลักษณะของโฟมที่สังเกตได้	ค่าความหนาแน่น (กรัม/มล.)	ค่าความคงตัว (มล./นาที)	Overrun (ร้อยละ)
	ปริมาณเจลต่อน้ำผลไม้ผสม (%w/w)	ปริมาณสารก่อโฟม (% w/w)				
ผสมกับน้ำทำเป็นเจล	100	1.23	เกิดโฟมที่คงตัว	0.15±0.01	0.08±0.00	537.05±10.16
ผสมกับน้ำผลไม้ผสมทำเป็นเจล	100	1.23	เกิดโฟมแต่ไม่คงตัว	0.23±0.05	0.25±0.01	425.66±4.74
เติมผงลงไปใต้น้ำผลไม้ผสม	ไม่มีการเติม	1.24	ไม่เกิดโฟม	วัดไม่ได้	วัดไม่ได้	วัดไม่ได้



โพลีโพรพิลีนที่มีเชื้อรา

โพลีโพรพิลีนที่ไม่มีเชื้อรา

ภาพ 4.1 ลักษณะโพลีโพรพิลีนหลังอบแห้งที่ได้จากโพลีโพรพิลีนที่มีเชื้อราและไม่มีเชื้อรา

4.3.3 คุณภาพของเครื่องต้มผงกระชายดำผสมสับปะรดและเครื่องต้มผงกระชายดำผสมสับปะรดคั้นรูป

เมื่อนำเครื่องต้มกระชายดำผสมสับปะรดมาตีโพรหม โดยใช้วิธีการเตรียมสารก่อให้เกิดโพรหมแบบผสมกับน้ำเป็นเจลาตารก่อให้เกิดโพรหมความเข้มข้นร้อยละ 3 เดิมลงไปแล้วนำโพรหมที่ได้ไปอบแห้งได้ผงแห้งจำนวน 86.57 กรัม จากส่วนผสมทั้งหมด 596.65 กรัม คำนวณหาอัตราส่วนการคั้นรูปในอัตราส่วนผงแห้งต่อน้ำ 1: 1.33 กรัม แล้วนำมาวิเคราะห์ทางกายภาพเคมี เปรียบเทียบคุณภาพผงแห้งและเครื่องต้มกระชายดำผสมสับปะรดพร้อมต้ม พบว่าด้านค่าสีนั้นผงแห้งที่ได้มีลักษณะผงสีชมพูอ่อน มีค่า L^* มีค่าเท่ากับ 76.68 ค่า a^* มีสีออกแดงอ่อนเท่ากับ 5.82 และ ค่า b^* ออกสีเขียวเท่ากับ 5.73 ซึ่งมีค่าความสว่างมากกว่าผงคั้นรูปและน้ำพร้อมต้มเนื่องจากตัวอย่างในรูปผงแห้งมีปริมาณของแข็งมากเนื่องจากการเติมมอลโตเด็คซ์ตรินซึ่งเป็นผงสีขาวลงไป ด้านความชื้น ผงแห้งมีค่าเท่ากับร้อยละ 1.39 ผงคั้นรูปเท่ากับร้อยละ 9.33 และน้ำพร้อมต้มเท่ากับร้อยละ 81.25 เครื่องต้มผงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้มีปริมาณความชื้นเหลืออยู่น้อยตามมาตรฐานอาหารแห้งและมีค่า a_w เท่ากับ 0.19 ซึ่งอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด ค่า a_w ของกระชายดำผงสำเร็จรูปต้องไม่เกิน 0.50 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) และปริมาณความชื้นของตัวอย่างผันแปรกับปริมาณของแข็งแสดงในตาราง 4.7

ผงแห้งที่ได้มีความสามารถในการคั้นรูปซึ่งบอกเป็นร้อยละของการละลายเท่ากับ 62.66 ซึ่งละลายได้ค่อนข้างช้า เนื่องจากมีปริมาณของมอลโตเด็คซ์ตรินมากและการกระจายตัวมีค่าเท่ากับ 0.376 ปริมาณผงแห้งที่ได้ร้อยละ 14.49 ของน้ำหนักส่วนผสมก่อนตีโพรหม ต้นทุนในการผลิต

เท่ากับ 343.30 บาทต่อเครื่องตีผงแห้ง 1 กิโลกรัม (ตารางผนวก จ.1) ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการคืนรูปของเครื่องตีผงกระชายดำผสมน้ำสับประดต่อไป

นำเครื่องตีผงกระชายดำผสมสับประดผงมาคืนรูปในอัตราส่วนของเครื่องตีผงกระชายดำผสมสับประด่อน้ำ 1:3 1:4 และ 1:5 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีจัดลำดับความชอบด้านความหวาน และความชอบรวม เปรียบเทียบกับเครื่องตีผงกระชายดำผสมสับประดพร้อมดื่ม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน (ตาราง 4.8) พบว่า ระดับความชอบต่อรสหวานและความชอบรวมสำหรับตัวอย่างเครื่องตีผงกระชายดำผสมสับประดที่เตรียมใหม่นั้นมีค่าต่ำสุด รองลงมาคือ ตัวอย่างตัวอย่างที่ผ่านการชงละลายด้วยน้ำที่อัตราส่วนเครื่องตีผง่อน้ำ 1:3 1:4 และ 1:5 ตามลำดับ ระดับความชอบของผู้บริโภคสำหรับตัวอย่างที่ผ่านการชงละลายในอัตราส่วน 1:3 ไม่แตกต่างจากตัวอย่างเครื่องตีผงที่เตรียมได้ใหม่ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงเสนอให้อัตราส่วนเครื่องตีผง่อน้ำสำหรับชงละลาย 1:3 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม

ตาราง 4.7 คุณภาพของเครื่องตีผงกระชายดำผสมสับประดเปรียบเทียบกับหลังการละลายและเครื่องตีผงกระชายดำผสมสับประด

ลักษณะคุณภาพ	เครื่องตีผงกระชายดำผสมสับประด	เครื่องตีผงกระชายดำผสมสับประดชงละลาย (อัตราส่วน 1:1.33)	เครื่องตีผงกระชายดำผสมสับประดเตรียมใหม่
ทางกายภาพ			
ค่าสี L*	76.68±0.20	35.74±0.82	9.08±0.31
a*	5.82±1.17	9.52±0.16	5.21±0.20
b*	5.73±0.34	-0.77±0.21	-1.88±0.18
ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ร้อยละ)	14.49±0.22	วัดไม่ได้	วัดไม่ได้
ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)	62.66±3.57	วัดไม่ได้	วัดไม่ได้
การกระจายตัว	0.376±0.030	วัดไม่ได้	วัดไม่ได้
ทางเคมี			
ความชื้น (ร้อยละ)	1.39±0.20	9.33±0.86	81.25±0.00
ค่า a _w	0.19±0.00	ไม่วัด	ไม่วัด
ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	0.54±0.04	0.55±0.02	0.53±0.01
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	วัดไม่ได้	43.00±0.12	18.40±0.12
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	98.61±0.20	90.67±0.86	18.75±0.00

ตาราง 4.8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องคั้มผงกระชายดำผสมสับปะรดละลายน้ำกับเครื่องคั้มกระชายดำผสมสับปะรดที่เตรียมใหม่

ลักษณะคุณภาพ	ค่า rank sum			
	ผงกระชายดำผสมสับปะรดต่อน้ำ			เครื่องคั้มกระชายดำผสมสับปะรดเตรียมใหม่
	1:3	1:4	1:5	
ความชอบ	67.00 ^{ab} ±7.07	85.50 ^b ±0.71	102.50 ^{bc} ±2.12	45.00 ^a ±4.24
ความหวาน	69.00 ^a ±0.00	85.50 ^{ab} ±4.95	95.00 ^b ±1.41	50.50 ^a ±3.54

หมายเหตุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)