บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 สูตรที่เหมาะสมของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี

4.1.1 ชนิดน้ำมันพืชและสตาร์ชดัดแปรทดแทนน้ำมันถั่วเหลือง

จากการศึกษาชนิดน้ำมันพืชและสตาร์ชดัดแปรทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองในสูตร โดยใช้สูตรน้ำสลัดชนิดข้นเริ่มต้นในการศึกษา ประกอบด้วยน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 44.72 น้ำตาลทรายร้อยละ 17.89 เต้าหู้ถั่วเหลืองร้อยละ 16.10 น้ำส้มสายชูร้อยละ 9.85 นมข้นหวานร้อยละ 8.05 มัสตาร์ดร้อยละ1.61 พริกไทยร้อยละ0.89 และเกลือร้อยละ 0.89 พบว่า การใช้น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 38.01 ผสมกับสารละลายสตาร์ชดัดแปร (ความเข้มข้นร้อยละ 28.6) ร้อยละ 6.71 ให้น้ำสลัดมีค่าสี L* (ความสว่าง) สูงที่สุดเป็น 67.23±0.73 (ตาราง 4.1) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และค่าสี a* (สีแดง-เขียว) ใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานที่ใช้น้ำมันถั่วเหลือง ส่วนสูตรที่ทดแทนด้วยน้ำมันมะกอก และน้ำมันดอกทานตะวันมีค่าเท่ากับ -3.00±0.12 -2.96±0.10 -2.72±0.12 และ -2.92±0.09 ตามลำดับ และให้ค่าสี b* (สีเหลือง) ใกล้เคียงกับน้ำสลัดทุกสูตรมีค่าเท่ากับ 18.63±0.07 ด้านความหนืดของน้ำสลัด พบว่า สูตรที่แทนด้วยน้ำมันถั่วเหลืองผสมกับสารละลายสตาร์ชดัดแปรมีความหนืดใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานที่ใช้น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะกอก และน้ำมันดอกทานตะวัน มีค่าเท่ากับ 4,543±1,250 4,607±1,433 และ 4,545±1,065 เซนติพอยส์ ตามลำดับ สำหรับความคงตัวของอิมัลชัน พบว่า น้ำสลัดที่ทดแทนด้วยน้ำมันถั่วเหลืองผสมสารละลายสตาร์ชดัดแปรให้ค่าสูงที่สุดร้อยละ 89.18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า สูตรน้ำสลัดที่แทนด้วยน้ำมันถั่วเหลืองผสมสารละลายสตาร์ชดัดแปร ได้รับคะแนนความชอบในทุกลักษณะคุณภาพสูงใกล้เคียงกับสูตรที่ใช้น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะกอก และน้ำมันดอกทานตะวัน อีกทั้งยังได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าน้ำสลัดที่ทดแทนด้วยน้ำมันงา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาพลังงานที่ได้รับจากการบริโภค พบว่า น้ำสลัดที่ทดแทนด้วยน้ำมันถั่วเหลืองผสมสารละลายสตาร์ชดัดแปรให้พลังงานต่ำที่สุดเท่ากับ 5,113±0.10 แคลอรีต่อกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) รองลงมาคือน้ำสลัดที่ทดแทนด้วยน้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันงา และน้ำมันมะกอก เท่ากับ 5,767±4.60 5,837±0.76 6,001±0.19 และ

6,050±2.47 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกสูตรน้ำสลัดชนิดข้นที่ทดแทนด้วยน้ำมันถั่วเหลืองผสมสารละลายสตาร์ชดัดแปร ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นเป็นที่ยอมรับและให้ค่าพลังงานต่ำ

ตาราง 4.1 คุณภาพทางด้านกายภาพ และประสาทสัมผัส ของน้ำสลัดชนิดข้นที่ผลิตได้จากน้ำมันพืชที่แตกต่างกันและสารละลายสตาร์ชดัดแปร

ลักษณะคุณภาพ	น้ำมันถั่วเหลืองผสมสารละลายสตาร์ชดัดแปร	ชนิดน้ำมัน [1/]			
		น้ำมันถั่วเหลือง	น้ำมันมะกอก	น้ำมันทานตะวัน	น้ำมันงา
คุณภาพทางกายภาพ					
ค่าสี L*	67.23^{a}±0.73	63.13^{c}±0.52	62.02^{c}±0.17	65.54^{b}±0.20	57.15^{d}±0.15
a*	-2.72^{a}±0.12	-2.92^{a}±0.09	-3.00^{a}± 0.12	-2.96^{a}±0.10	0.13^{b}±0.34
b*^{ns}	18.62±0.07	19.29±0.44	17.93±0.79	17.32±0.22	18.06±2.15
ความหนืด (เซนติพอยส์)	$5,041^{a}$±885	$4,543^{a}$±1,250	$4,607^{a}$±1,433	$4,545^{a}$±1,065	$1,638^{b}$±87
ความคงตัวของอิมัลชัน (ร้อยละ)	89.18^{a}±1.18	71.89^{c}±1.32	73.43^{b}± 0.62	74.69^{b}±0.33	69.57^{d}±1.11
คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
ลักษณะปรากฏ	7.16^{a}±1.13	6.92^{a}±1.31	6.78^{a}±1.50	6.78^{a}±1.56	4.60^{b}±2.33
สี	6.70^{a}±1.66	6.78^{a}±1.42	6.50^{a}±1.53	6.56^{a}±1.61	4.14^{b}±2.10
กลิ่น	6.74^{a}±1.44	6.40^{a}±1.46	6.62^{a}±1.37	6.42^{a}±1.67	3.98^{b}±2.40
รสชาติ	7.32^{a}±1.41	7.28^{a}±1.55	7.30^{a}±1.50	7.40^{a}±1.68	3.96^{b}±2.53
เนื้อสัมผัส	7.08^{a}±1.63	7.32^{a}±1.19	7.18^{a}±1.71	7.24^{a}±1.59	4.54^{b}±2.36
ความชอบโดยรวม	6.96^{a}±1.19	7.00^{a}±1.07	6.86^{a}±1.20	6.94^{a}±1.39	4.32^{b}±2.13
ค่าพลังงาน (แคลอรีต่อกรัม)	$5,113^{c}$±0.10	$5,837^{c}$± 0.76	$6,050^{a}$±2.47	$5,767^{d}$±4.60	$6,001^{b}$±0.19

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1/] เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน โดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.2 ชนิดของนมในการทดแทนนมข้นหวาน

จากการศึกษาชนิดของนมที่ใช้ทดแทนนมข้นหวานในสูตรน้ำสลัดชนิดข้นที่เลือกได้จากการทดลองที่ 4.1.1 ด้วยนมแตกต่างกัน 4 ชนิดได้แก่ นมยูเอชที นมยูเอชทีพร่องมันเนย นมข้าวโพด และนมถั่วเหลือง พบว่า การใช้นมยูเอชทีพร่องมันเนย ในปริมาณร้อยละ 4.00 ผสมกับน้ำตาลทรายร้อยละ 4.05 สามารถทดแทนนมข้นหวานในสูตร ได้น้ำสลัดชนิดข้นที่มีค่าสี L*(ความสว่าง) a* (สีเขียว) แตกต่างกับน้ำสลัดชนิดข้นทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยน้ำสลัดสูตรพื้นฐานให้ค่าสี L* (ความสว่าง) สูงที่สุดเท่ากับ 70.67$\pm$0.40 (ตาราง 4.2) รองลงมาคือน้ำสลัดที่ทดแทนด้วย นมถั่วเหลือง นมยูเอชทีพร่องมันเนย นมยูเอชที และนมข้าวโพด ให้ค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 69.79$\pm$0.26 67.98$\pm$0.21 67.85$\pm$0.25 และ 67.34$\pm$0.07 ตามลำดับ ส่วนน้ำสลัดที่ทดแทนด้วยนมยูเอชทีพร่องมันเนย และนมข้าวโพด ค่าสี a* (สีเขียว) ต่ำกว่าน้ำสลัดที่ผลิตจากนมข้นหวาน นมยูเอชที และนมถั่วเหลือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับค่าสี b* (สีเหลือง) ของน้ำสลัดทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกัน ด้านความหนืดและความคงตัวของอิมัลชัน พบว่า น้ำสลัดที่ทดแทนด้วยนมยูเอชทีพร่องมันเนยผสมกับน้ำตาลมีความแตกต่างกับน้ำสลัดทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีความหนืดมีค่าเท่ากับ 3,729$\pm$83 เซนติพอยส์ และมีความคงตัวของอิมัลชันสูง เท่ากับร้อยละ 78.37$\pm$1.34

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นทุกสูตรได้รับคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมใกล้เคียงกันโดยมีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง เท่ากับ 6.15$\pm$1.32-7.15$\pm$1.46 และลักษณะเนื้อสัมผัสของน้ำสลัดที่ทดแทนด้วยนมถั่วเหลือง นมยูเอชที และนมยูเอชทีพร่องมันเนย ยังได้รับคะแนนความชอบใกล้เคียงกับสูตรที่ผลิตได้จากนมข้นหวาน แต่น้ำสลัดที่ทดแทนด้วยนมข้าวโพดได้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 6.67$\pm$1.69

เมื่อพิจารณาค่าพลังงานที่ได้รับจากการบริโภค พบว่า น้ำสลัดทดแทนด้วยนมยูเอชที-พร่องมันเนยผสมน้ำตาลทรายให้พลังงานต่ำสุดเท่ากับ 5,009$\pm$2.33 แคลอรีต่อกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) รองลงมาคือ น้ำสลัดทดแทนด้วยนมยูเอชที นมข้าวโพด นมข้นหวาน และนมถั่วเหลือง เป็น 5,109$\pm$5.36 5,157$\pm$1.08 5,354$\pm$13.71 และ 5,533$\pm$1.01 แคลอรีต่อกรัมตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกสูตรน้ำสลัดที่ทดแทนนมข้นหวานด้วยนมยูเอชทีพร่องมันเนยเป็นสูตรที่เหมาะสมทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้นเป็นที่ยอมรับและยังให้พลังงานต่ำ

ตาราง 4.2 คุณภาพทางด้านกายภาพ และทางประสาทสัมผัส ของน้ำสลัดชนิดข้นที่ผลิตได้จากนมที่แตกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ชนิดของนม [1/]				
	นมข้นหวาน	นมยูเอชที	นมยูเอชทีพร่องมันเนย	นมข้าวโพด	นมถั่วเหลือง
คุณภาพทางกายภาพ					
ค่าสี L*	70.67^{a}±0.40	67.85^{c}±0.25	67.98^{c}±0.21	67.34^{d}±0.07	69.79^{b}±0.26
a *	-2.70^{ab}±0.23	-2.60^{a}±0.04	-2.87^{bc}±0.07	-3.04^{c}±0.02	-2.60^{a}±0.10
b * ^{ns}	16.61±0.19	16.97±0.52	15.97±0.36	16.96±0.14	16.64±0.14
ความหนืด (เซนติพอยส์)	6,211^{a}±177	3,231^{d}±451	3,729^{c}±83	3,484^{cd}±282	5,544^{b}±141
ความคงตัวของอิมัลชัน (ร้อยละ)	85.27^{a}±1.34	76.37^{bc}±1.02	78.37^{b}±1.34	73.10^{c}±1.41	84.72^{a}±1.85
คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.41±1.34	6.56±1.09	6.59±1.05	6.15±1.32	6.70 ±0.91
สี ^{ns}	6.59±1.34	6.56±1.15	6.44±1.05	6.26±1.63	6.56±1.01
กลิ่น ^{ns}	6.70±1.38	6.19±1.57	6.07±1.47	6.22±1.34	6.11±1.50
รสชาติ ^{ns}	7.15±1.46	7.00±1.18	6.85±1.41	6.67±1.30	6.52±1.81
เนื้อสัมผัส	7.04^{a}±1.48	6.81^{a}±1.04	6.52^{ab}±1.42	6.07^{b}±1.69	6.74^{a}±1.23
ความชอบโดยรวม^{ns}	7.04±1.32	6.70±1.23	6.81±1.08	6.48±1.09	7.00±1.00
ค่าพลังงาน (แคลอรีต่อกรัม)	5,354^{b}±13.71	5,109^{d}±5.36	5,009^{e}±2.33	5,157^{c}±1.08	5,533^{a}±1.01

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1/] เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน โดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ตัวอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.3 ปริมาณที่เหมาะสมของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทราย

โดยทั่วไปความหวานของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารให้ความหวานและส่วนประกอบอื่นๆ ในอาหาร ซึ่งส่วนประกอบในอาหาร เช่น ไขมันและความเป็นกรดมีแนวโน้มที่จะลดความหวานของสารให้ความหวาน จึงไม่สามารถใช้ค่าแฟกเตอร์ความหวาน 600 เท่าสำหรับซูคราโลสและความหวาน 200 เท่าสำหรับอะซีซัลเฟม-เค กับอาหารทุกประเภทได้ ในอาหารที่มีปริมาณไขมันมาก ความหวานของซูคราโลสอาจเหลือเพียง 400 เท่าของน้ำตาลทราย (Food Standards Agency, 2001) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้แปรระดับความหวานเพื่อหาปริมาณสารให้ความหวานที่เทียบเท่ากับน้ำสลัดชนิดข้นสูตรพื้นฐาน

จากการทดแทนน้ำตาลทรายในสูตรที่เลือกได้จากการทดลองที่ 4.1.2 ด้วยซูคราโลส โดยปรับให้มีความหวานใกล้เคียงกับน้ำตาลทรายในสูตร 5 ระดับความหวาน คือ หวานเป็นร้อยละ 80 100 120 140 และ 160 ของน้ำตาลทราย หรือเทียบเท่ากับปริมาณที่เติมในแต่ละสูตร คือร้อยละ 0.02 0.03 0.04 0.05 และ 0.06 ของส่วนผสมทั้งหมด ตามลำดับ พบว่า การเติมซูคราโลสที่ระดับร้อยละ 0.04 0.05 และ 0.06 ได้รับคะแนนความหวานและค่าคะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครสใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน แต่แตกต่างจากสูตรที่เติมซูคราโลสที่ระดับความหวานน้อยกว่า (ตาราง 4.3) เมื่อพิจารณาด้านความชอบโดยรวม พบว่า การเติมซูคราโลสทุกระดับทำให้คะแนนความชอบโดยรวมลดลงจากสูตรพื้นฐาน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งการเติมซูคราโลสที่ระดับร้อยละ 0.05 และ 0.06 ของส่วนผสมทั้งหมด ให้ค่าคะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครสใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการเติมซูคราโลสที่ระดับร้อยละ 0.05 และ 0.06 ของส่วนผสมทั้งหมดสามารถทดแทนน้ำตาลทรายในสูตร น้ำสลัดชนิดข้นได้ เมื่อพิจารณาถึงการนำไปใช้ประโยชน์ของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายในแง่ปฏิบัติ จึงได้เลือกซูคราโลสที่ระดับความเข้มข้นน้อยคือที่ระดับความหวาน ร้อยละ 0.05 ของส่วนผสมทั้งหมด

จากการทดแทนน้ำตาลทรายในสูตรที่เลือกได้จากการทดลองที่ 4.2 ด้วยอะซีซัลเฟม-เค โดยปรับให้มีความหวานใกล้เคียงกับน้ำตาลทรายในสูตร 5 ระดับความหวาน คือ หวานเป็นร้อยละ 80 100 120 140 และ 160 ของน้ำตาลทราย หรือเทียบเท่ากับปริมาณที่เติมในแต่ละสูตร คือร้อยละ 0.09 0.11 0.13 0.15 และ 0.17 ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่า การเติมอะซีซัลเฟม-เค ที่ร้อยละ 0.15 และ 0.17 ได้รับคะแนนความหวาน และค่าคะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครสใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน (ตาราง 4.4) เมื่อพิจารณาความชอบโดยรวม พบว่า การเติมอะซีซัลเฟม-เค ทุกระดับได้รับคะแนนลดลงจากสูตรพื้นฐาน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเติมอะซีซัลเฟม-เค ร้อยละ 0.17 ได้รับค่าคะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครสใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานไม่แตกต่างกัน

ตาราง 4.3 คะแนนและคะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครสของน้ำสลัดชนิดข้นที่ผลิตได้จากซูคราโลสที่ระดับความหวานแตกต่างกัน เปรียบเทียบกับสูตรน้ำสลัดชนิดข้นที่ผลิตได้จากน้ำตาลทราย

ความหวานตามทฤษฎี [1/] (ร้อยละขอซูโครส)	ปริมาณในสูตร (ร้อยละ)	ความหวาน		ความชอบโดยรวม	
		คะแนน	คะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครส	คะแนน	คะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครส
100 (ซูโครส)	21.9	$5.50^{a}\pm2.04$	$1.00^{ns}\pm0.00$	$6.47^{a}\pm1.74$	$1.00^{ns}\pm0.00$
80 (ซูคราโลส)	0.02	$3.69^{b}\pm1.73$	$0.72^{*}\pm0.38$	$4.64^{b}\pm1.98$	$0.89^{*}\pm0.87$
100 (ซูคราโลส)	0.03	$3.94^{b}\pm1.81$	$0.77^{*}\pm0.35$	$4.81^{b}\pm2.02$	$0.89^{*}\pm0.69$
120 (ซูคราโลส)	0.04	$4.06^{ab}\pm1.44$	$0.87^{ns}\pm0.64$	$4.50^{b}\pm1.39$	$0.81^{*}\pm0.52$
140 (ซูคราโลส)	0.05	$4.53^{ab}\pm1.34$	$0.97^{ns}\pm0.27$	$4.61^{b}\pm1.29$	$0.97^{ns}\pm0.27$
160 (ซูคราโลส)	0.06	$4.82^{ab}\pm1.87$	$0.98^{ns}\pm0.29$	$4.88^{b}\pm1.85$	$0.98^{ns}\pm0.29$

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1/] เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง โดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

* หมายถึง ค่าคะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครสที่มีความแตกต่างกับค่าคะแนนสัมพัทธ์อุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตาราง 4.4 คะแนนและค่าคะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครสของน้ำสลัดชนิดข้นที่ผลิตได้จากอะซีซัลเฟม-เค ที่ระดับความหวานแตกต่างกัน เปรียบเทียบกับสูตรน้ำสลัดชนิดข้นที่ผลิตได้จากน้ำตาลทราย

ความหวานตามทฤษฎี [1/] (ร้อยละของซูโครส)	ปริมาณในสูตร (ร้อยละ)	ความหวาน		ความชอบโดยรวม	
		คะแนน	คะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครส	คะแนน	คะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครส
100 (ซูโครส)	21.9	$5.83^{a}\pm2.34$	$1.00^{ns}\pm0.00$	$7.13^{a}\pm1.74$	$1.00^{ns}\pm0.00$
80 (อะซีซัลเฟม-เค)	0.09	$3.33^{b}\pm1.95$	$0.60^{*}\pm0.28$	$3.75^{b}\pm1.88$	$0.53^{*}\pm0.22$
100 (อะซีซัลเฟม-เค)	0.11	$3.50^{b}\pm1.75$	$0.69^{*}\pm0.46$	$3.44^{b}\pm2.05$	$0.48^{*}\pm0.25$
120 (อะซีซัลเฟม-เค)	0.13	$3.41^{b}\pm1.95$	$0.68^{*}\pm0.41$	$3.77^{b}\pm2.06$	$0.71^{*}\pm0.49$
140 (อะซีซัลเฟม-เค)	0.15	$4.30^{ab}\pm1.99$	$0.85^{ns}\pm0.52$	$4.59^{b}\pm2.17$	$0.70^{*}\pm0.42$
160 (อะซีซัลเฟม-เค)	0.17	$4.26^{ab}\pm1.92$	$0.87^{ns}\pm0.52$	$4.41^{b}\pm1.71$	$0.83^{ns}\pm0.57$

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1/] เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้ง โดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ตัวอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

* หมายถึง ค่าคะแนนสัมพัทธ์เทียบกับซูโครสที่มีความแตกต่างกับค่าคะแนนสัมพัทธ์อุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

4.1.4 ชนิดของสารให้ความหวานในการทดแทนน้ำตาลทราย

จากการคัดเลือกปริมาณของสารให้ความหวานที่เหมาะสม เมื่อนำไปศึกษาชนิดของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายในสูตร ซึ่งใช้อยู่ในสูตรเริ่มต้นร้อยละ 17.89 และใช้แทนนมข้นหวานปริมาณร้อยละ 4.05 จากวิธีการทดลองที่ 4.1.2 รวมเป็นร้อยละ 21.94 พบว่า การใช้ซูคลาโลสร้อยละ 0.05 ผสมกับสารละลายสตาร์ชดัดแปร (ความเข้มข้น ร้อยละ 28.6) ร้อยละ 21.89 ได้น้ำสลัดชนิดข้นให้ค่าสี L*(ความสว่าง) สูงสุดเป็น 79.48±0.76 (ตาราง 4.5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เนื่องจากการทดแทนด้วยสารละลายสตาร์ชดัดแปรที่มีสีขาว เพื่อใช้ปรับน้ำหนักของน้ำตาลทรายในสูตร ทำให้ความสว่างของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเพิ่มขึ้น และค่าสี a* (สีเขียว) ใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานที่เติมน้ำตาลทราย อีกทั้งยังให้ความหนืดสูงที่สุด เป็น 5,383±163 เซนติพอยส์ เนื่องจากการเติมสารละลายดัดแปรซึ่งสารเพิ่มความหนืด (thickener) ลงในอิมัลชัน ทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยทำให้อนุภาคคอลลอยด์เคลื่อนตัวได้ช้าลง มี Brownian movement ลดลง ทำให้อนุภาคคอลลอยด์มีโอกาสที่จะรวมตัวและแยกชั้นลดลง และส่งผลให้น้ำสลัดชนิดข้นของสูตรที่เติมซูคราโลส และสูตรที่เติมอะซีซัลเฟม-เค จึงมีความคงตัวของอิมัลชันเพิ่มขึ้น (นิธิยา, 2545; McClements *et al* , 1999) และมีค่าสูงใกล้เคียงกัน แต่มีค่าแตกต่างจากสูตรพื้นฐานที่มีการเติมน้ำตาลทราย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง 3 สูตร ได้รับคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกันคืออยู่ในระดับชอบเล็กน้อย โดยสูตรที่เติมซูคราโลสได้รับคะแนนทางด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน เมื่อพิจารณาจากค่าพลังงาน พบว่า สูตรที่มีการเติมซูคราโลส และอะซีซัลเฟม-เค มีค่าพลังงานใกล้เคียงกันเท่ากับ 3,994±4.52 และ 4,005±42.30 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ และยังให้ค่าพลังงานต่ำกว่าสูตรพื้นฐานที่มีการเติมน้ำตาลทราย เท่ากับ 4,966±60.99 แคลอรีต่อกรัม หรือประมาณร้อยละ 20 ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่เติมซูคราโลส ร้อยละ 0.05 ของส่วนผสมทั้งหมดในสูตร ซึ่งเหมาะสมที่สุด เนื่องจากได้รับการยอมรับสูง และให้ค่าพลังงานลดลงอีกด้วย จากสูตรน้ำสลัดชนิดข้นของวัลลภ (2550) ซึ่งใช้เป็นสูตรเริ่มต้นในการพัฒนาน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีในการศึกษานี้ให้ค่าพลังงานสูงถึง 5,837±0.76 แคลอรีต่อกรัม ขณะที่น้ำสลัดชนิดข้นสูตรที่มีการเติมซูคราโลสสามารถลดพลังงานลงได้ประมาณร้อยละ 31 จากสูตรเริ่มต้น ดังนั้นจึงสามารถจัดอยู่ในเกณฑ์ “อาหารลดพลังงาน” ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ 2541 ซึ่งกำหนดว่าอาหารลดพลังงานต้องมีพลังงานลดลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเมื่อเทียบกับอาหารอ้างอิง

ตาราง 4.5 คุณภาพทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดข้นที่ผลิตได้จากชนิดของสารให้ความหวานแตกต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	สารให้ความหวาน [1/]		
	น้ำตาลทราย	อะซีซัลเฟม-เค	ซูคราโลส
คุณภาพทางกายภาพ			
ค่าสี L*	68.38^{c}±0.23	77.68^{b}±0.54	79.48^{a}±0.76
a*	-2.81^{a}±0.19	-3.19^{b}±0.08	-2.79^{a}±0.14
b*	19.89^{a}±0.17	20.23^{a}±0.29	18.15^{b}±0.92
ความหนืด (เซนติพอยส์)	3,729^{c}±83	4,864^{b}±68	5,384^{a}±163
ความคงตัวของอิมัลชัน (ร้อยละ)	78.30^{b}±0.67	97.58^{a}±0.08	97.34^{a}±0.07
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.25±1.33	6.25±1.53	6.30±1.22
สี ^{ns}	6.30±1.51	6.25±1.46	6.47±1.20
กลิ่น ^{ns}	6.15±1.35	5.98±1.53	6.28±1.18
รสชาติ	7.08^{a}±1.21	5.52^{b}± 2.10	6.95^{a}±1.41
เนื้อสัมผัส ^{ns}	6.63±1.46	6.43±1.69	6.68±1.40
ความชอบโดยรวม	6.59^{a}±0.84	6.04^{b}±1.39	6.46^{a}±1.09
ค่าพลังงาน (แคลอรีต่อกรัม)	4,966^{a}±60.99	3,994^{b}±4.52	4,005^{b}±42.30

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1/] เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอนโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2 สูตรที่เหมาะสมของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมสมุนไพร

4.2.1 ความเป็นไปได้ของสมุนไพรที่เหมาะสมกับน้ำสลัดชนิดข้น

จากการนำน้ำคั้นสมุนไพร จำนวน 20 ชนิด ได้แก่ หญ้าหวาน ผักเซียงดา ใบชะพลู ใบหม่อน สะระแหน่ญี่ปุ่น เหง้าไพล โหระพาช้าง (ยี่หร่า) ผักชีล้อม กระถิน บัวบก คื่นฉ่าย ผักแว่น ใบเตย ใบสะเดา ยอดมะระ ผักหนามปู่ย่า ผักชีฝรั่ง รางจืด สะระแหน่ และมะตูม ไปทดลองผสมกับน้ำสลัดชนิดข้น เพื่อหาความเป็นไปได้ในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้นให้ผู้ทดสอบชิมแต่ละคนเลือกชนิดสมุนไพรเพียง 3 อันดับแรก หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป MegaStat (ภาคผนวก จ) พบว่า น้ำคั้นใบเตย น้ำคั้นมะตูม และน้ำคั้นบัวบก มีความเป็นไปได้ในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น โดยได้รับลำดับเฉลี่ย 3 อันดับแรก เท่ากับ 2.59 6.10 และ 9.00 ตามลำดับ (ตาราง 4.6)

ตาราง 4.6 ลำดับเฉลี่ยและลำดับที่ของความชอบจากผู้ทดสอบที่มีต่อความเป็นไปได้ของสมุนไพรในการผสมกับน้ำสลัดชนิดข้น

	ชนิดของน้ำคั้นสมุนไพร	ลำดับเฉลี่ย	ลำดับที่ของความชอบ
1.	ใบเตย	2.59	1
2.	มะตูม	6.10	2
3.	บัวบก	9.00	3
4.	หญ้าหวาน	9.97	4
5.	รางจืด	10.34	5
6.	สะระแหน่ญี่ปุ่น	10.62	6
7.	คื่นฉ่าย	10.66	7
8.	ใบหม่อน	11.00	8
9.	เหง้าไพล	11.03	9
10.	สะระแหน่	11.28	10
11.	ผักเซียงดา	11.34	11
12.	ยอดมะระ	11.34	11
13.	ผักหนามปู่ย่า	11.66	12
14.	ใบชะพลู	11.69	13
15.	โหระพาช้าง (ยี่หร่า)	11.69	13
16.	ผักแว่น	11.69	13
17.	ผักชีล้อม	12.00	14
18.	กระถิน	12.00	14
19.	ใบสะเดา	12.00	14
20.	ผักชีฝรั่ง	12.00	14

หมายเหตุ : ลำดับค่าเฉลี่ย (average rank) ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป MegaStat

4.2.2 ปริมาณของน้ำคั้นสมุนไพรแต่ละชนิดที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น

4.2.2.1 ปริมาณของน้ำคั้นใบเตยที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น

จากการศึกษาปริมาณของน้ำคั้นใบเตยที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น มีส่วนผสมและขั้นตอนการเตรียมดังนี้ เริ่มจากการเตรียมสารละลายสตาร์ชดัดแปร ประกอบด้วยน้ำหรือน้ำคั้นสมุนไพรร้อยละ 20.40 และสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 8.20 คนผสมกันรวมเป็นร้อยละ 28.60 จากนั้นนำไปปั่นผสมกับส่วนผสมอื่นๆ โดยกำหนดให้มีปริมาณคงที่ ซึ่งประกอบด้วยน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 38.01 เต้าหู้ถั่วเหลืองร้อยละ 16.10 น้ำส้มสายชูร้อยละ 9.85 นมยูเอชทีพร่องมันเนยร้อยละ 4.00 มัสตาร์ดร้อยละ 1.61 พริกไทยร้อยละ 0.89 เกลือร้อยละ 0.89 และซูคราโลสร้อยละ 0.05 โดยศึกษาปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำและน้ำคั้นใบเตย วางแผนการทดลองแบบ Mixture design ได้สูตรในการผลิตทั้งหมด 8 สูตร (ตาราง 4.7) เมื่อนำน้ำสลัดที่ได้ในแต่ละสูตรไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี และประสาทสัมผัส พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง 8 สูตร มีค่าคุณภาพแตกต่างกัน คือเมื่อปริมาณน้ำคั้นใบเตยเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น และให้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน (ตาราง 4.7) แต่การเพิ่มระดับของน้ำคั้นใบเตยจะมีผลทำให้คะแนนความชอบด้าน ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง

จากข้อมูลคุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ได้นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป Design Expert version 6.0 จะได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะคุณภาพต่างๆ กับปริมาณน้ำ (A) และน้ำคั้นใบเตย (B) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 85 ซึ่งค่านี้ยิ่งมีค่าเข้าใกล้ร้อยละ 100 มากเท่าไร แสดงถึงสมการดังกล่าวสามารถใช้ทำนายค่าคุณภาพนั้นๆได้ใกล้เคียงความจริงมากยิ่งขึ้น พบว่ามี 5 สมการที่ทำนายค่า R^2 ได้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 85 ได้แก่ สมการปริมาณสารประกอบ-นอลิคทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติ โดย R^2 เท่ากับร้อยละ 96.25 89.67 93.06 94.03 และ 95.58 (ตาราง 4.8) แสดงว่าสมการดังกล่าวสามารถใช้ในการทำนายลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

ตาราง 4.7 ผลของอัตราส่วนของส่วนผสมรองต่อน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)		คุณภาพทางเคมีของน้ำสลัดที่เตรียมได้		คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
	น้ำ	น้ำคั้นใบเตย	สารประกอบฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/กรัม)	ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	20.4	0	4.58 ± 0.12	20.38 ±0.91	6.20 ± 1.83	6.42 ± 2.02	6.17 ± 1.64	6.42 ± 1.93	6.35 ± 1.76	6.55 ± 1.60
2	20.4	0	4.51 ± 0.12	20.43 ±0.91	6.15 ± 1.72	6.69 ± 1.60	6.20 ± 1.80	6.46 ± 1.71	6.23 ± 1.36	6.58 ± 1.33
3	15.3	5.1	10.98 ± 0.39	42.08 ±0.67	6.33 ± 1.78	6.28 ± 1.81	6.38 ± 1.66	6.60 ± 1.98	6.56 ± 1.78	6.74 ± 1.71
4	10.2	10.2	19.61 ± 0.71	56.04 ± 0.25	6.38 ± 1.44	6.47 ± 1.53	6.38 ± 2.06	6.50 ± 1.88	6.67 ± 0.89	6.60 ± 0.96
5	10.2	10.2	19.41 ± 0.71	55.98 ± 0.25	6.41 ± 1.39	6.54 ± 1.20	6.48 ± 1.33	6.36 ± 1.88	6.69 ± 1.25	6.25 ± 0.66
6	5.1	15.3	21.08 ± 0.61	68.77 ± 0.63	6.08 ± 1.71	6.44 ± 1.36	6.77 ± 0.83	6.20 ± 1.83	6.83 ± 0.89	6.26 ± 1.54
7	0	20.4	22.55 ± 0.52	69.05 ± 0.63	5.75 ± 2.09	6.08 ± 1.68	6.83 ± 1.27	5.92 ± 1.83	6.20 ± 1.73	6.15 ± 2.00
8	0	20.4	22.75 ± 0.52	69.27 ± 0.67	5.69 ± 1.44	5.85 ± 2.15	6.92 ± 1.16	5.92 ± 2.02	6.31 ± 1.89	5.88 ± 1.74

หมายเหตุ : การเตรียมสารละลายสตาร์ชดัดแปร ประกอบด้วย น้ำหรือน้ำคั้นใบเตยร้อยละ 20.40 และสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 8.20 คนผสมกันรวมเป็นร้อยละ 28.60 จากนั้นนำไปปั่นผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 38.01 เต้าหู้ถั่วเหลืองร้อยละ 16.10 น้ำส้มสายชูร้อยละ 9.85 นมยูเอชทีพร่องมันเนยร้อยละ 4.00 มัสตาร์ดร้อยละ 1.61 พริกไทยร้อยละ 0.89 เกลือร้อยละ 0.89 และซูคราโลสร้อยละ 0.05 กำหนดให้ส่วนผสมอื่นๆ และสตาร์ชดัดแปรมีปริมาณคงที่

ตาราง 4.8 สมการความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะคุณภาพต่างๆ กับปริมาณน้ำ (A) และปริมาณน้ำคั้นสมุนไพร (B) ซึ่งมีค่า $R^2 \geq$ ร้อยละ 85

ลักษณะคุณภาพ	สมการ	R^2
น้ำสลัดชนิดข้นเสริมใบเตย		
1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด	4.20A + 21.24B + 23.74AB	96.25
2. ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ	20.58A + 69.33B + 48.40AB -12.33AB (A-B)	89.67
3. ลักษณะปรากฏ	6.23A + 5.72B + 1.52AB	93.06
4. กลิ่น	6.15A + 6.87B	94.03
5. รสชาติ	6.44A+ 5.92B + 1.05AB+AB 0.75AB (A-B)	95.58
น้ำสลัดชนิดข้นเสริมมะตูม		
1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด	2.69A + 59.87B + 115.60AB	96.68
2. ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ	24.41A + 91.11B + 132.65AB	89.67
3. ลักษณะปรากฏ	6.36A + 5.36B +0.23AB + 1.68AB (A-B)	87.88
4. สี	6.64A + 5.01B	92.75
5. รสชาติ	6.12A + 5.67B + 2.82 AB	97.61
6. ความชอบโดยรวม	6.57A + 5.91B +0.73AB + 1.88AB (A-B)	95.60
น้ำสลัดชนิดข้นเสริมบัวบก		
1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด	4.56A +10.20B +11.36AB + 8.25AB (A-B)	99.82
2. ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ	20.27A+ 35.88B + 17.75AB - 15.37AB(A-B)	98.02
3. ลักษณะปรากฏ	6.68A + 5.01B + 0.20AB + 4.30AB (A-B)	97.49
4. สี	6.78A + 5.02B + 0.95AB + 6.14AB (A-B)	93.50
5. กลิ่น	6.55A + 5.95B + 0.47AB	86.56
6. รสชาติ	6.88A + 5.49B	97.91
7. ความชอบโดยรวม	6.74A + 5.43B + 1.52AB + 3.16AB (A-B)	99.23

หมายเหตุ: A หมายถึง ปริมาณน้ำ (ร้อยละ)
B หมายถึง ปริมาณน้ำคั้นสมุนไพร (ร้อยละ)

ตาราง 4.9 คุณภาพทางด้านเคมี และทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย

ลักษณะคุณภาพ	ค่าทำนายที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป	ค่าที่ได้จริงจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้
คุณภาพทางเคมี		
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกรัม)	19.99	17.35
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	61.59	49.06
คุณภาพทางประสาทสัมผัส		
ลักษณะปรากฏ	6.30	6.84 $\pm$ 1.17
สี	6.51	6.82 $\pm$ 1.14
กลิ่น	6.58	7.18 $\pm$ 1.30
รสชาติ	6.36	6.90 $\pm$ 1.81
เนื้อสัมผัส	6.76	6.78 $\pm$ 1.30
ความชอบโดยรวม	6.37	7.20 $\pm$ 1.16

เมื่อนำสมการที่ได้ไปสร้างกราฟพื้นที่การตอบสนองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 ได้กราฟพื้นที่การตอบสนองด้านปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติ (ภาคผนวก ค-1 ค-2 ค-3 ค-4 และ ค-5) ประมวลผลพื้นที่การตอบสนองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 พบว่า ปริมาณของน้ำคั้นใบเตยที่เหมาะสมในการเตรียมเป็นสารละลายสตาร์ชดัดแปรซึ่งใช้เป็นส่วนผสมหลักในผลิตน้ำสลัดชนิดข้น ประกอบด้วย น้ำร้อยละ 8.37 น้ำคั้นใบเตย ร้อยละ 12.03 และสตาร์ชดัดแปร ร้อยละ 8.20 จากปริมาณดังกล่าวนี้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 ได้คำนวณคุณภาพด้านต่างๆ ของน้ำสลัดได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติ เท่ากับร้อยละ 19.99 61.58 6.30 6.58 และ 6.36 ตามลำดับ เมื่อได้ปริมาณที่เหมาะสมแล้ว นำน้ำสลัดที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี และทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับคุณภาพที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์ พบว่า ทุกลักษณะคุณภาพมีค่าใกล้เคียงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.2.2.2 ปริมาณของน้ำคั้นมะตูมที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น

จากการศึกษาปริมาณของน้ำคั้นมะตูมที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น มีส่วนผสมและขั้นตอนการเตรียมดังนี้ เริ่มจากการเตรียมสารละลายสตาร์ชดัดแปร ประกอบด้วย น้ำหรือน้ำคั้นสมุนไพรร้อยละ 20.40 และสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 8.20 คนผสมกันรวมเป็นร้อยละ 28.60 จากนั้นนำไปปั่นผสมกับส่วนผสมอื่นๆ โดยกำหนดให้มีปริมาณคงที่ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 38.01 เต้าหู้ถั่วเหลืองร้อยละ 16.10 น้ำส้มสายชูร้อยละ 9.85 นมยูเอชที-พร่องมันเนยร้อยละ 4.00 มัสตาร์ดร้อยละ 1.61 พริกไทยร้อยละ 0.89 เกลือร้อยละ 0.89 และ ซูคราโลสร้อยละ 0.05 โดยศึกษาปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำ และน้ำคั้นมะตูม วางแผนการทดลองแบบ Mixture design ได้สูตรในการผลิตทั้งหมด 8 สูตร (ตาราง 4.10) นำน้ำสลัดที่ได้ในแต่ละสูตรไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี และประสาทสัมผัส พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง 8 สูตร มีค่าคุณภาพแตกต่างกัน โดยเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำคั้นมะตูมมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น แต่ได้รับคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสลดลงทุกลักษณะคุณภาพ (ตาราง 4.10)

จากข้อมูลคุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป Design Expert version 6.0 จะได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะคุณภาพต่างๆ กับปริมาณน้ำ (A) และน้ำคั้นมะตูม (B) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 85 ซึ่งค่านี้ยิ่งมีค่าเข้าใกล้ร้อยละ 100 มากเท่าไร แสดงถึงสมการดังกล่าว สามารถใช้ทำนายค่าคุณภาพนั้นได้ใกล้เคียงความจริงมากยิ่งขึ้น พบว่ามี 6 สมการที่ทำนายค่า R^2 ได้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 85 ได้แก่ สมการปริมาณสารประกอบ-ฟีนอลิคทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 96.68 89.67 87.88 92.75 97.61 และ 95.60 ตามลำดับ (ตาราง 4.8) แสดงว่าสมการดังกล่าวสามารถใช้ในการทำนายลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตาราง 4.10 ผลของอัตราส่วนของส่วนผสมต่อน้ำสลัดชนิดข้นเสริมมะตูมที่ได้จากการวิเคราะห์

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)		คุณภาพทางเคมีของน้ำสลัดที่เตรียมได้		คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
	น้ำ	น้ำคั้นมะตูม	สารประกอบฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/กรัม)	ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	20.4	0	4.58 ± 0.12	20.38 ± 0.91	6.33 ± 2.15	6.58 ± 1.93	6.67 ± 1.23	6.07 ± 1.64	6.08 ± 1.16	6.58 ± 1.08
2	20.4	0	4.51 ± 0.12	20.43 ± 0.91	6.36 ± 1.61	6.54 ± 1.27	6.66 ± 1.33	6.18 ± 1.17	6.08 ± 1.32	6.55 ± 0.94
3	15.3	5.1	29.08 ± 0.49	84.55 ± 0.44	6.46 ± 1.32	6.60 ± 1.37	6.88 ± 0.97	6.50 ± 1.44	6.52 ± 1.19	6.74 ± 1.36
4	10.2	10.2	59.15 ± 0.99	84.72 ± 0.44	5.92 ± 1.16	5.64 ± 1.45	6.50 ± 1.31	6.64 ± 1.31	6.17 ± 1.27	6.40 ± 0.74
5	10.2	10.2	59.02 ± 0.99	86.16 ± 0.69	5.69 ± 1.38	5.73 ± 1.19	6.46 ± 1.26	6.64 ± 1.03	6.17 ± 1.34	6.41 ± 0.95
6	5.1	15.3	61.24 ± 0.50	92.86 ± 0.57	5.64 ± 1.32	5.48 ± 1.23	6.38 ± 1.25	6.25 ± 1.46	6.12 ± 1.13	6.06 ± 1.04
7	0	20.4	63.27 ± 1.01	93.19 ± 0.57	5.33 ± 1.37	5.03 ± 1.40	6.25 ± 1.54	5.72 ± 1.36	6.00 ± 1.68	6.00 ± 1.21
8	0	20.4	63.53 ± 1.01	95.85 ± 0.34	5.34 ± 1.05	5.00 ± 1.41	6.26 ± 1.39	5.64 ± 1.36	6.00 ± 1.53	5.82 ± 1.40

หมายเหตุ : การเตรียมสารละลายสตาร์ชดัดแปร ประกอบด้วย น้ำหรือน้ำคั้นมะตูมร้อยละ 20.40 และสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 8.20 คนผสมกันรวมเป็นร้อยละ 28.60 จากนั้นนำไปปั่นผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 38.01 เต้าหู้ถั่วเหลืองร้อยละ 16.10 น้ำส้มสายชูร้อยละ 9.85 นมยูเอชทีพร่องมันเนยร้อยละ 4.00 มัสตาร์ดร้อยละ 1.61 พริกไทยร้อยละ 0.89 เกลือร้อยละ 0.89 และซูคราโลสร้อยละ 0.05 กำหนดให้ส่วนผสมอื่นๆ และสตาร์ชดัดแปรมีปริมาณคงที่

ตาราง 4.11 คุณภาพทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดข้นเสริมมะตูม

ลักษณะคุณภาพ	ค่าทำนายที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป	ค่าที่ได้จริงจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้
คุณภาพทางเคมี		
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกรัม)	48.59	53.39
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	76.88	83.01
คุณภาพทางประสาทสัมผัส		
ลักษณะปรากฏ	6.19	6.04 ± 1.46
สี	6.08	6.10 ± 1.43
กลิ่น	6.72	6.02 ± 1.32
รสชาติ	6.60	6.12 ± 1.49
เนื้อสัมผัส	6.39	6.60 ± 1.16
ความชอบโดยรวม	6.64	6.42 ± 0.97

เมื่อนำสมการที่ได้ไปสร้างกราฟพื้นที่การตอบสนองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 ได้กราฟพื้นที่การตอบสนองทางด้านปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวม (ภาคผนวก ค-6 ค-7 ค-8 ค-9 ค-10 และ ค-11) ประมวลผลพื้นที่การตอบสนอง โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 พบว่า ปริมาณของน้ำคั้นมะตูมที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้นมีส่วนผสมซึ่งประกอบด้วย น้ำร้อยละ 9.64 น้ำคั้นมะตูม ร้อยละ 10.76 และสตาร์ชดัดแปร ร้อยละ 8.20 จากปริมาณดังกล่าวนี้ โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 ได้คำนวณคุณภาพด้านต่างๆ ของน้ำสลัดได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลักษณะปรากฏ ค่าสี รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 48.59 76.88 6.19 6.08 6.60 และ 6.64 ตามลำดับ (ตาราง 4.11) เมื่อได้ปริมาณที่เหมาะสมแล้ว นำน้ำสลัดที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี และทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับคุณภาพที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์ พบว่าทุกลักษณะคุณภาพมีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.2.2.3 ปริมาณของน้ำคั้นบัวบกที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น

จากการศึกษาปริมาณของน้ำคั้นบัวบกที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น ซึ่งมีส่วนผสมและขั้นตอนการเตรียมดังนี้ เริ่มจากการเตรียมสารละลายสตาร์ชดัดแปร ประกอบด้วยน้ำหรือน้ำคั้นสมุนไพรร้อยละ 20.40 และสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 8.20 คนผสมกันรวมเป็นร้อยละ 28.60 จากนั้นนำไปปั่นผสมกับส่วนผสมอื่นๆ โดยกำหนดให้มีปริมาณคงที่ซึ่งประกอบด้วยน้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 38.01 เต้าหู้ถั่วเหลืองร้อยละ 16.10 น้ำส้มสายชูร้อยละ 9.85 นมยูเอชทีพร่องมันเนยร้อยละ 4.00 มัสตาร์ดร้อยละ 1.61 พริกไทยร้อยละ 0.89 เกลือร้อยละ 0.89 และซูคราโลสร้อยละ 0.05 โดยศึกษาปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำ และน้ำคั้นบัวบก วางแผนการทดลองแบบ Mixture design ได้สูตรในการผลิตทั้งหมด 8 สูตร (ตาราง 12) นำน้ำสลัดที่ได้ในแต่ละสูตรไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี และประสาทสัมผัส พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นทั้ง 8 สูตร มีค่าคุณภาพแตกต่างกัน เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำคั้นบัวบกมีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น แต่ได้รับคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสลดลงทุกลักษณะคุณภาพ (ตาราง 4.12)

จากข้อมูลคุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางสถิติโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป Design Expert version 6.0 จะได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะคุณภาพต่างๆ กับปริมาณน้ำ (A) และน้ำคั้นบัวบก (B) ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 85 ซึ่งค่านี้ยิ่งมีค่าเข้าใกล้ร้อยละ 100 มากเท่าไร แสดงถึงสมการดังกล่าวสามารถใช้ทำนายค่าคุณภาพนั้นได้ใกล้เคียงความจริงมากยิ่งขึ้น พบว่ามี 7 สมการ ที่สามารถทำนายค่า R^2 ได้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 85 ได้แก่ สมการปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยมีค่า R^2 เท่ากับร้อยละ 99.82 98.02 97.49 93.50 86.56 97.91 และ 99.23 ตามลำดับ (ตาราง 4.8) แสดงว่าสมการดังกล่าว สามารถใช้ในการทำนายลักษณะคุณภาพต่างๆ ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก

ตาราง 4.12 ผลของอัตราส่วนของส่วนผสมต่อน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมบัวบกที่ได้จากการวิเคราะห์

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)		คุณภาพทางเคมีของน้ำสลัดที่เตรียมได้		คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
	น้ำ	น้ำคั้นบัวบก	สารประกอบฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/กรัม)	ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	20.4	0	4.58 ± 0.12	20.38 ± 0.91	6.67 ± 1.15	6.92 ± 0.79	6.67 ± 0.89	6.75 ± 1.06	6.50 ± 1.31	6.80 ± 0.98
2	20.4	0	4.51 ± 0.12	20.43 ± 0.91	6.76 ± 1.12	6.60 ± 1.35	6.64 ± 1.05	7.00 ± 0.82	6.77 ± 0.73	6.68 ± 0.79
3	15.3	5.1	9.15 ± 0.30	24.97 ± 1.61	6.76 ± 1.01	7.23 ± 1.48	6.54 ± 0.91	6.52 ± 1.56	6.46 ± 1.33	7.00 ± 1.45
4	10.2	10.2	10.39 ± 0.68	33.44 ± 0.53	6.00 ± 1.41	6.23 ± 1.42	6.33 ± 1.15	6.25 ± 1.48	6.33 ± 1.30	6.44 ±1.48
5	10.2	10.2	10.46 ± 0.41	33.22 ± 0.53	5.69 ± 1.49	5.83 ± 1.40	6.38 ± 1.12	6.15 ± 1.46	6.44 ± 1.58	6.48 ±1.16
6	5.1	15.3	10.72 ± 0.30	35.66 ± 0.67	5.12 ± 1.45	5.20 ± 1.50	6.16 ± 1.37	5.88 ± 1.64	6.37 ± 1.88	5.75 ± 1.20
7	0	20.4	10.78 ± 0.68	35.99 ± 0.92	5.00 ± 1.71	5.00 ± 1.71	6.00 ± 1.54	5.47 ± 1.23	6.17 ± 1.30	5.47 ± 1.06
8	0	20.4	10.78 ± 0.30	36.05 ± 0.92	5.00 ± 1.78	5.00 ± 1.53	5.92 ± 1.19	5.46 ± 1.76	6.14 ± 1.46	5.38 ± 1.22

หมายเหตุ : การเตรียมสารละลายสตาร์ชดัดแปร ประกอบด้วย น้ำหรือน้ำคั้นบัวบกร้อยละ 20.40 และสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 8.20 คนผสมกันรวมเป็นร้อยละ 28.60 จากนั้นนำไปปั่นผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วย น้ำมันถั่วเหลืองร้อยละ 38.01 เต้าหู้ถั่วเหลืองร้อยละ 16.10 น้ำส้มสายชูร้อยละ 9.85 นมยูเอชทีพร่องมันเนยร้อยละ 4.00 มัสตาร์ดร้อยละ 1.61 พริกไทยร้อยละ 0.89 เกลือร้อยละ 0.89 และซูคราโลสร้อยละ 0.05 กำหนดให้ส่วนผสมอื่นๆ และสตาร์ชดัดแปรมีปริมาณคงที่

ตาราง 4.13 คุณภาพทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดข้นเสริมบัวบก

ลักษณะคุณภาพ	ค่าทำนายที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป	ค่าที่ได้จริงจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้
คุณภาพทางเคมี		
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกรัม)	9.67	10.16
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	27.90	29.78
คุณภาพทางประสาทสัมผัส		
ลักษณะปรากฏ	6.52	6.52 $\pm$ 1.15
สี	6.90	6.56 $\pm$ 1.11
กลิ่น	6.46	6.12 $\pm$ 1.22
รสชาติ	6.44	6.10 $\pm$ 1.61
เนื้อสัมผัส	6.42	6.62 $\pm$ 1.01
ความชอบโดยรวม	6.90	6.56 $\pm$ 1.09

เมื่อนำสมการที่ได้ไปสร้างกราฟพื้นที่การตอบสนองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 ได้กราฟพื้นที่การตอบสนองทางด้านปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม (ภาคผนวก ค-12 ค-13 ค-14 ค-15 ค-16 ค-17 และ ค-18 ตามลำดับ) ประมวลผลพื้นที่การตอบสนองโดยโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 พบว่า ปริมาณของน้ำคั้นบัวบกที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น ประกอบด้วย น้ำร้อยละ 13.89 น้ำคั้นบัวบกร้อยละ 6.51 และสตาร์ชดัดแปร ร้อยละ 8.20 จากปริมาณดังกล่าวนี้ โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 ได้คำนวณคุณภาพด้านต่างๆ ของน้ำสลัดชนิดข้น ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับร้อยละ 9.67 27.90 6.52 6.90 6.46 6.44 และ 6.90 ตามลำดับ (ตาราง 4.13) เมื่อได้ปริมาณที่เหมาะสมแล้วนำน้ำสลัดชนิดข้นไปวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี และทางประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับคุณภาพที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์ พบว่า ทุกลักษณะคุณภาพมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.2.3 คัดเลือกน้ำคั้นสมุนไพรที่เหมาะสมในการเติมลงในน้ำสลัดชนิดข้น

จากการเปรียบเทียบน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมสมุนไพรทั้ง 3 สูตร พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยมีค่าสี L* (ความสว่าง) สูงที่สุดเท่ากับ 74.70±0.21 รองลงมาคือน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมบัวบกเป็น 72.41±0.14 และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมมะตูม 70.45±0.19 ตามลำดับ (ตาราง 4.14) โดยน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมบัวบกให้ค่า a* (สีเขียว) เป็นสีเขียว แต่น้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมมะตูมให้ค่าสี a* (สีแดง) เป็นสีแดง ความหนืดของน้ำสลัดชนิดข้นทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกัน โดยอยู่ในช่วง 4,675±281-5,140±143 เซนติพอยส์ ส่วนความคงตัวของอิมัลชันของน้ำสลัดชนิดข้นเสริมมะตูม และน้ำสลัดชนิดข้นเสริมบัวบกไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เท่ากับ ร้อยละ 94.19±0.38 และ 93.71±0.15 ตามลำดับ แต่มีค่าสูงกว่าน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย ร้อยละ 88.94±0.92 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) สำหรับความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด คือ น้ำสลัดชนิดข้นเสริมมะตูมมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือ น้ำสลัดชนิดข้นเสริมใบเตย และน้ำสลัดชนิดข้นเสริมบัวบกมีปริมาณต่ำสุด เท่ากับ 86.07± 0.44 49.06±0.5 และ 29.78±1.61 ตามลำดับ

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นเสริมใบเตยได้รับคะแนนลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (6.84±1.17) อีกทั้งสูงกว่าน้ำสลัดทั้งสองสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) สำหรับด้านเนื้อสัมผัสของน้ำสลัดทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 6.60±1.61-6.78±1.30 คือชอบปานกลาง ดังนั้นจึงคัดเลือกน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย ซึ่งได้รับคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม จากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุด เพื่อนำไปศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป

สำหรับคุณภาพทางด้านเคมีที่ได้จากการวิเคราะห์ พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นเสริมมะตูมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดสูงที่สุด ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำสลัดชนิดข้นเสริมใบเตย และน้ำสลัดชนิดข้นเสริมบัวบกมีปริมาณต่ำสุด เท่ากับ 53.39±0.99 17.35±0.30 และ10.16±0.41

ตาราง 4.14 การเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมสมุนไพรชนิดต่างๆ

ลักษณะคุณภาพ [1/]	น้ำสลัดชนิดข้นเสริมใบเตย	น้ำสลัดชนิดข้นเสริมมะตูม	น้ำสลัดชนิดข้นเสริมบัวบก
คุณภาพทางกายภาพ			
ค่าสี L*	$74.70^{a} \pm 0.21$	$70.45^{c} \pm 0.19$	$72.41^{b} \pm 0.14$
a*	$-0.83^{b} \pm 0.12$	$2.74^{a} \pm 0.09$	$-0.55^{c} \pm 0.05$
b*	$18.93^{b} \pm 0.06$	$24.66^{a} \pm 0.38$	$18.95^{b} \pm 0.19$
ความหนืด (เซนติพอยส์) [ns]	4,675 ± 281	5,140 ± 143	5,003 ± 140
ความคงตัวของอิมัลชัน (ร้อยละ)	$88.94^{b} \pm 0.92$	$94.19^{a} \pm 0.38$	$93.71^{a} \pm 0.15$
คุณภาพทางเคมี			
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิดทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกรัม)	17.35±0.30	32.09±0.99	10.16±0.41
ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	49.06±0.25	86.07±0.44	29.78±1.61
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
ลักษณะปรากฏ	$6.84^{a} \pm 1.17$	$6.04^{b} \pm 1.46$	$6.52^{a} \pm 1.15$
สี	$6.82^{a} \pm 1.14$	$6.10^{b} \pm 1.43$	$6.56^{a} \pm 1.11$
กลิ่น	$7.18^{a} \pm 1.30$	$6.02^{b} \pm 1.32$	$6.12^{b} \pm 1.22$
รสชาติ	$6.90^{a} \pm 1.81$	$6.12^{b} \pm 1.49$	$6.10^{b} \pm 1.61$
เนื้อสัมผัส [ns]	6.78 ± 1.30	6.60 ± 1.16	6.62 ± 1.01
ความชอบโดยรวม	$7.20^{a} \pm 1.16$	$6.42^{b} \pm 0.97$	$6.56^{b} \pm 1.09$

หมายเหตุ : ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[1/] เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน โดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ตัวอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

4.3 อายุการเก็บรักษาน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย

จากการนำน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำฉลากโภชนาการ พบว่า น้ำสลัดทั้งสองชนิดให้ค่าพลังงานเท่ากับ 160 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (180 กรัม) เป็นพลังงานจากไขมัน 140-150 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (ตาราง 4.15) และยังไม่พบคอเลสเตอรอล เนื่องจากในส่วนผสมของน้ำสลัดไม่มีไข่แดงเป็นส่วนผสม ซึ่งในไข่แดงมีคอเลสเตอรอลในอัตราสูง เฉลี่ยในไข่ไก่หนึ่งฟองมีคอเลสเตอรอล 213 มิลลิกรัม ปริมาณไขมันทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 25-26 ของ RDI (ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป) พบว่าเป็นไขมันอิ่มตัวร้อยละ 15-18 ของ RDI น้ำสลัดชนิดข้นทั้งสองชนิดมีคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 1 ของ RDI ปริมาณโซเดียมร้อยละ 5-6 ของ RDI วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม และเหล็ก น้อยมากหรือไม่พบ คิดเป็นร้อยละ 0 ของ RDI แต่ น้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย พบเหล็กปริมาณร้อยละ 6 ของ RDI

จากการเก็บรักษาน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย เป็นระยะเวลา 45 วัน ที่อุณหภูมิ 4±2 °ซ พบว่า ค่าสี L* (ความสว่าง) และค่าสี a* (สีเขียว) ของน้ำสลัดชนิดข้นทั้งสองชนิดไม่เปลี่ยนแปลง ในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพ 4.1 และ 4.2) ส่วนค่า สี b* (สีเหลือง) ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) หลังการเก็บรักษาที่ 45 วัน แต่ค่าสี b* (สีเหลือง) ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพ 4.3) ซึ่งสอดคล้องกับมายองเนสลดพลังงานโดยใช้สตาร์ชดัดแปรทดแทนไขมันซึ่งพบว่าค่าสี L* (ความสว่าง) a* (สีเขียว) และ b* (สีเหลือง) ไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 18 วัน ที่อุณหภูมิ 25-45 °ซ (ตวงศิริ, 2542) จากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านความหนืด และความคงตัวของอิมัลชัน พบว่าน้ำสลัดชนิดข้นทั้งสองชนิดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน (ภาพ 4.4 และ 4.5) เนื่องจากความหนืด และความคงตัวของอิมัลชันในน้ำสลัดลดลงเป็นผลมาจากอิมัลชันเป็นระบบที่ไม่มีเสถียรภาพจึงมีแนวโน้มในการแยกชั้นตลอดเวลา ทำให้หยดน้ำมันมีการรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น และเกิดการแยกชั้นได้ง่าย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมีลักษณะเหลวเพิ่มขึ้น (McClements *et al* , 1999)

ตาราง 4.15 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย

คุณค่าทางโภชนาการ	น้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี		น้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย	
	ปริมาณต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	ร้อยละของ RDI	ปริมาณต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	ร้อยละของ RDI
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	160	-	160	-
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	140	-	150	-
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	16	25	17	26
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	3.50	18	3	15
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	0	0	0	0
โปรตีน (กรัม) (%N × 6.25)	0	-	0	-
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	4	1	3	1
ใยอาหาร (กรัม)	0	0	0	0
น้ำตาล (กรัม)	น้อยกว่า 1	-	0	-
โซเดียม (มิลลิกรัม)	135	6	110	5
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	0	0	0	0
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.01	0	0	0
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0	0	0	0
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	6.22	0	4.78	0
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.21	0	0.85	6

หมายเหตุ : กำหนดให้น้ำสลัดหนึ่งหน่วยบริโภคมีปริมาณ 180 กรัม

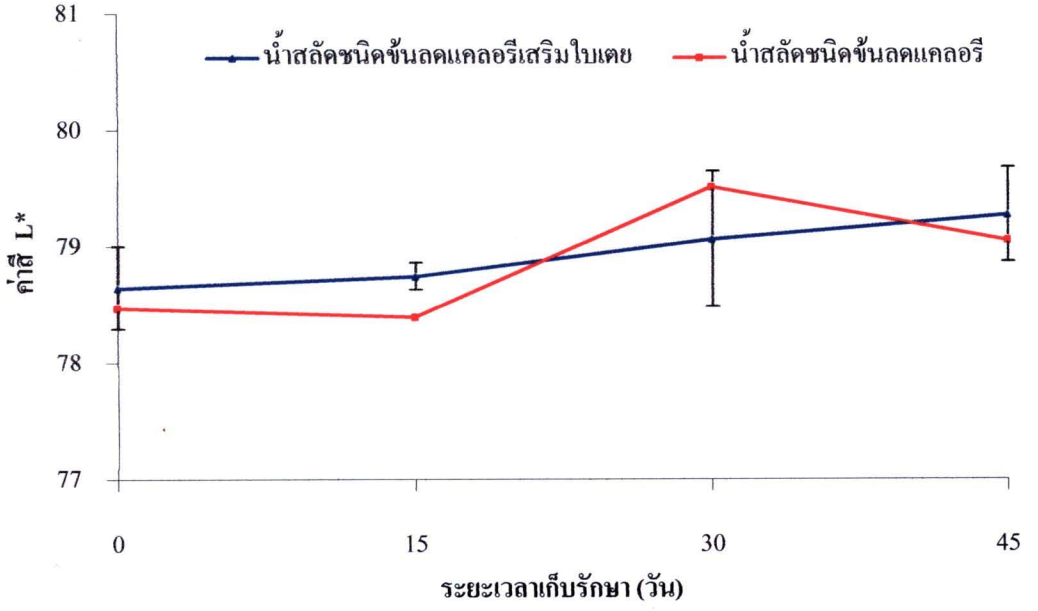
จากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านค่า a_w (water activity) พบว่า น้ำสลัดชนิดข้นทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ไม่แตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษาที่ 45 วัน (ภาพ 4.6) ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำสลัดชนิดข้นทั้งสองสูตรมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพ 4.7) อาจเนื่องมาจากในระหว่างเก็บรักษาเกิดไฮโดรไลซิสของไตรกลีเซอไรด์ในน้ำสลัด ซึ่งกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นทำให้ปริมาณกรดที่

วิเคราะห์ได้ในน้ำสลัดมีปริมาณมากขึ้น สำหรับความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีและน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลง ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 45 วัน (ภาพ 4.8)

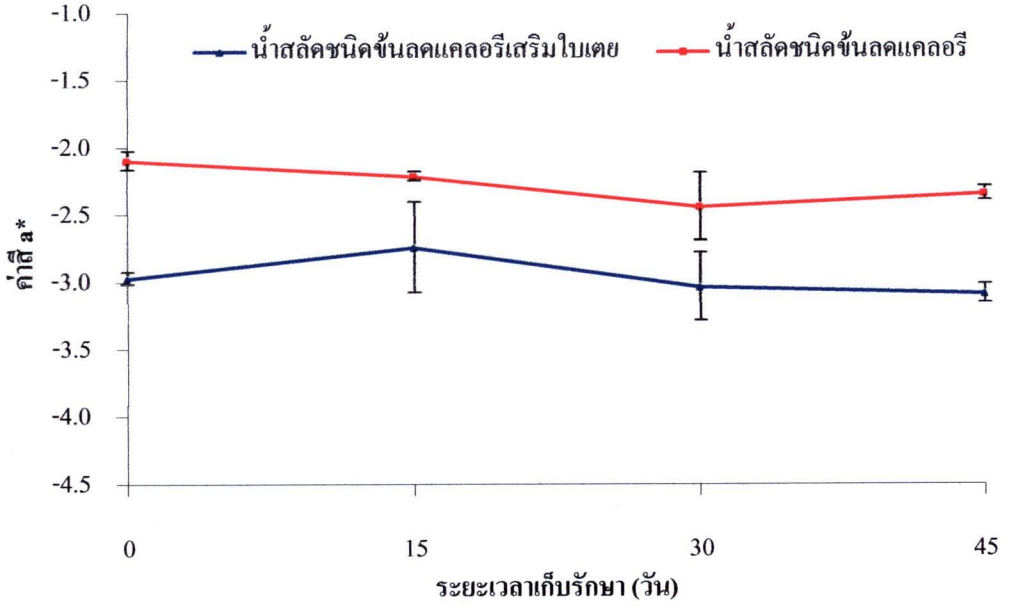
จากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านค่า TBA ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ในขณะที่ค่า TBA ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 °ซ นาน 45 วัน (ภาพ 4.9) ซึ่งจากค่า TBA ของสลัดครีมฟักทองที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 °ซ และเพอร์ออกไซด์ของน้ำสลัดชนิดข้นคอเลสเตอรอลต่ำที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน การเพิ่มขึ้นของค่าเพอร์ออกไซด์และค่า TBA นี้เป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน โดยค่าเพอร์ออกไซด์ใช้วัดปริมาณสารประกอบไฮโดรเพอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์อันดับแรกจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน ในขณะที่ค่า TBA ใช้วัดปริมาณมาโลนัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารผลิตภัณฑ์อันดับสอง ดังนั้นค่า TBA ที่แตกต่างกันของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย เนื่องจากน้ำคั้นใบเตยที่เติมลงในน้ำสลัดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่มีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันหืนตามธรรมชาติ จึงช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันน้ำมันในน้ำสลัดชนิดข้นได้ อีกทั้งได้เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีส่วนทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นได้ช้า (ศิวาพร, 2546)

สำหรับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยลดลงอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระที่ลดลงเช่นเดียวกัน (ภาพ 4.10) โดยค่าทั้งสองมีสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ซึ่งมีค่า Pearson correlation coefficient เท่ากับ 0.93 แสดงว่าความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยเกิดขึ้นจากปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

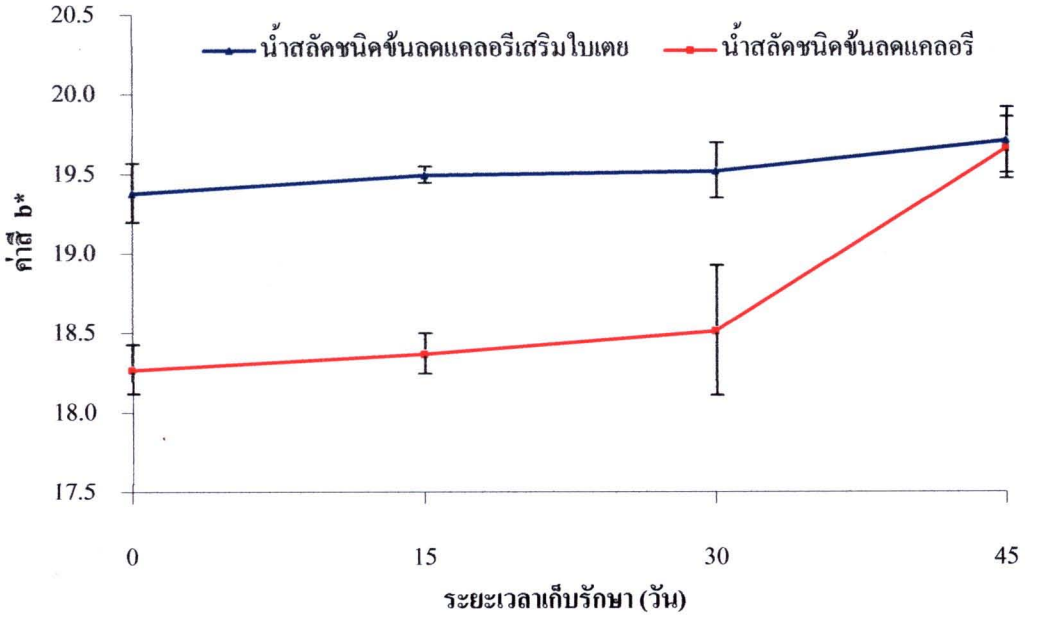
สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า การเก็บรักษาน้ำสลัดชนิดข้นทั้งสองชนิดเป็นระยะเวลา 45 วัน ที่อุณหภูมิ 4±2 °ซ มีกลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coli* และกลุ่มเชื้อยีสต์และราไม่เกินมาตรฐานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (มผช.672/2547) ซึ่งกำหนดให้น้ำสลัดต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อกรัม *E. coli* ไม่เกิน 3 เอ็มพีเอ็นต่อกรัม ยีสต์และรา ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อกรัม (ตาราง 4.16)



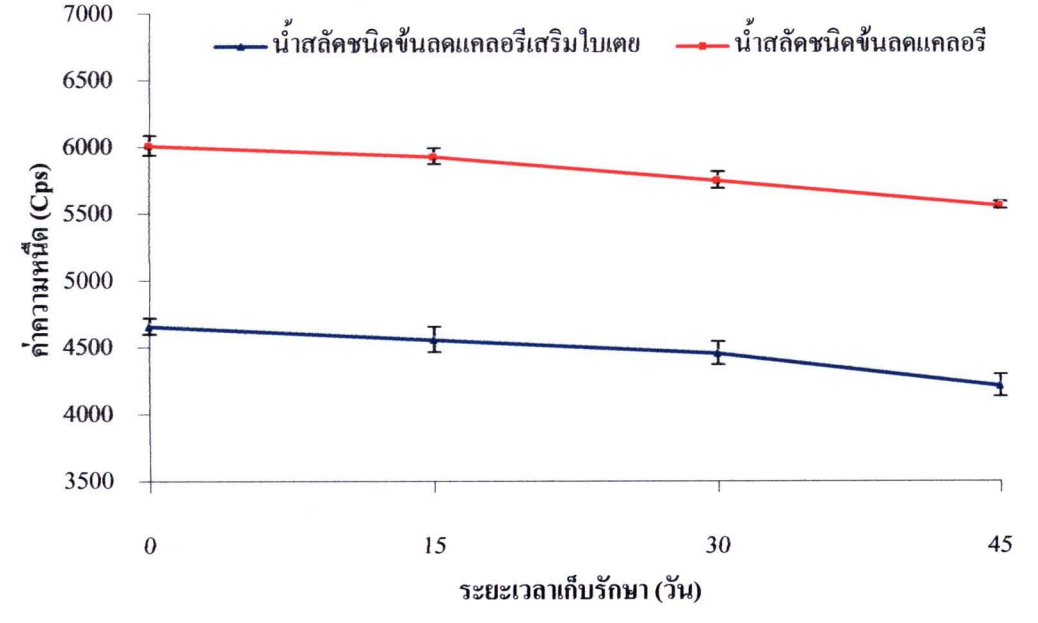
ภาพ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* (ความสว่าง) ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และ น้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษา 45 วัน



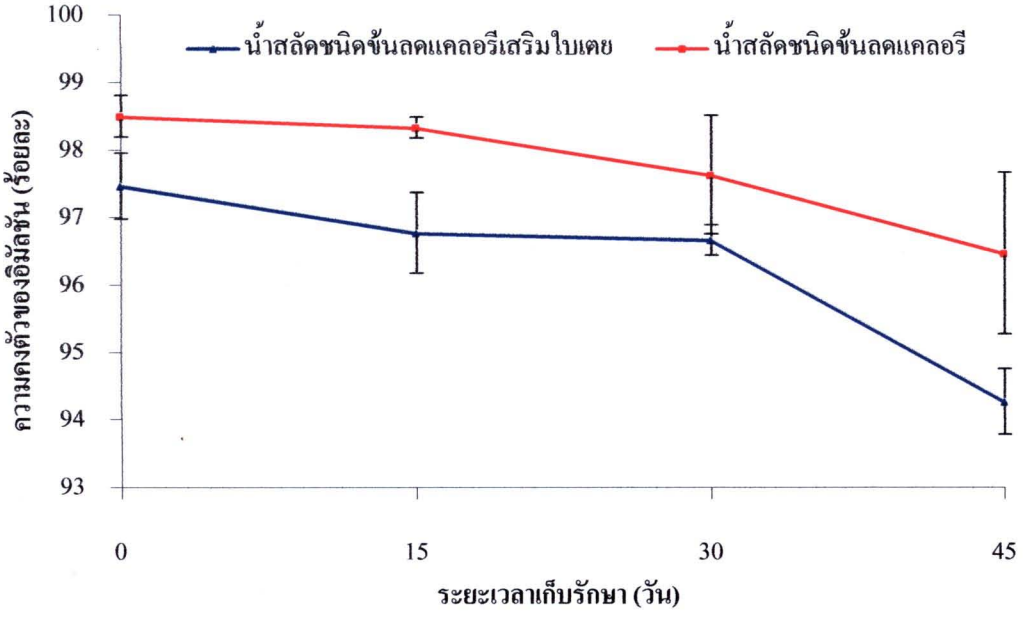
ภาพ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* (สีเขียว - แดง) ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษา 45 วัน



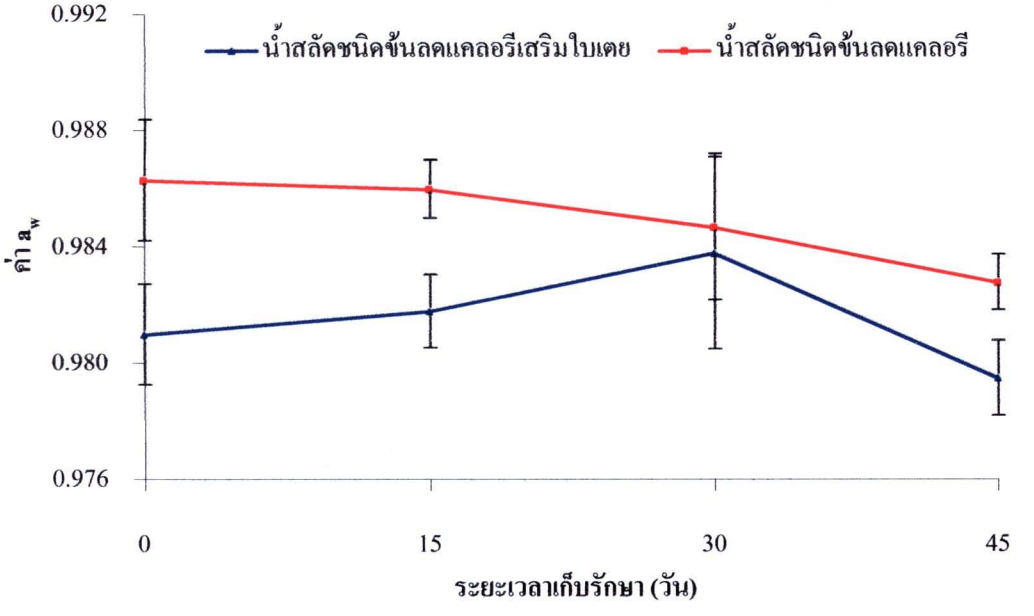
ภาพ 4.3 การเปลี่ยนแปลงค่า b* (สีน้ำเงิน – เหลือง) ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษา 45 วัน



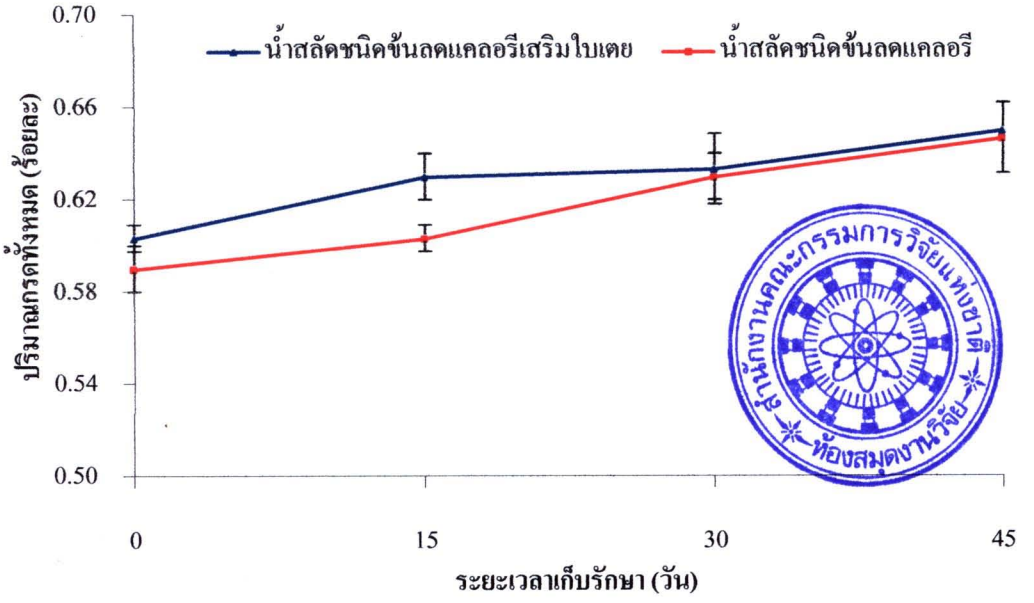
ภาพ 4.4 การเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษา 45 วัน



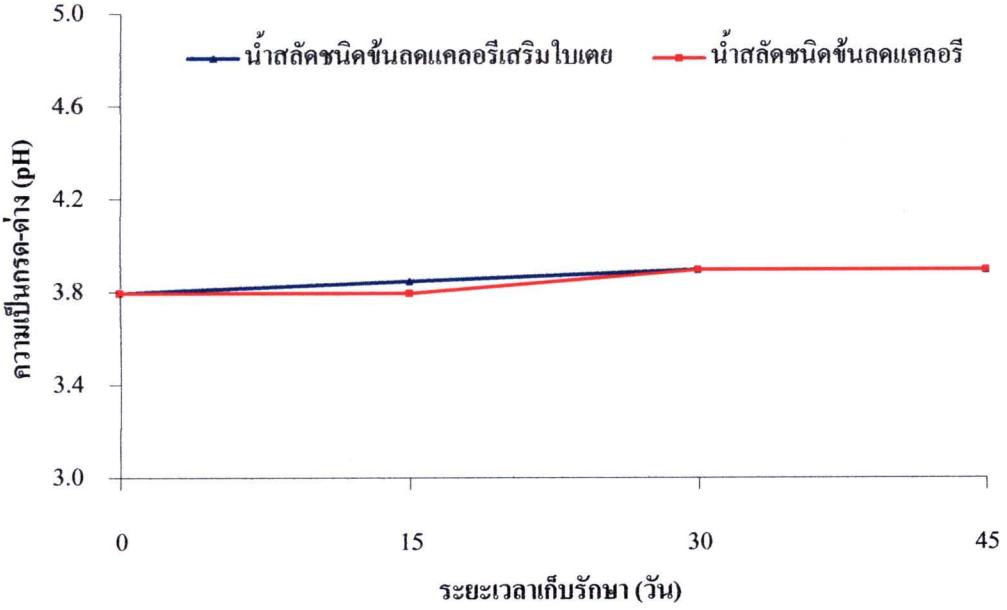
ภาพ 4.5 การเปลี่ยนแปลงความคงตัวของอิมัลชันของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษา 45 วัน



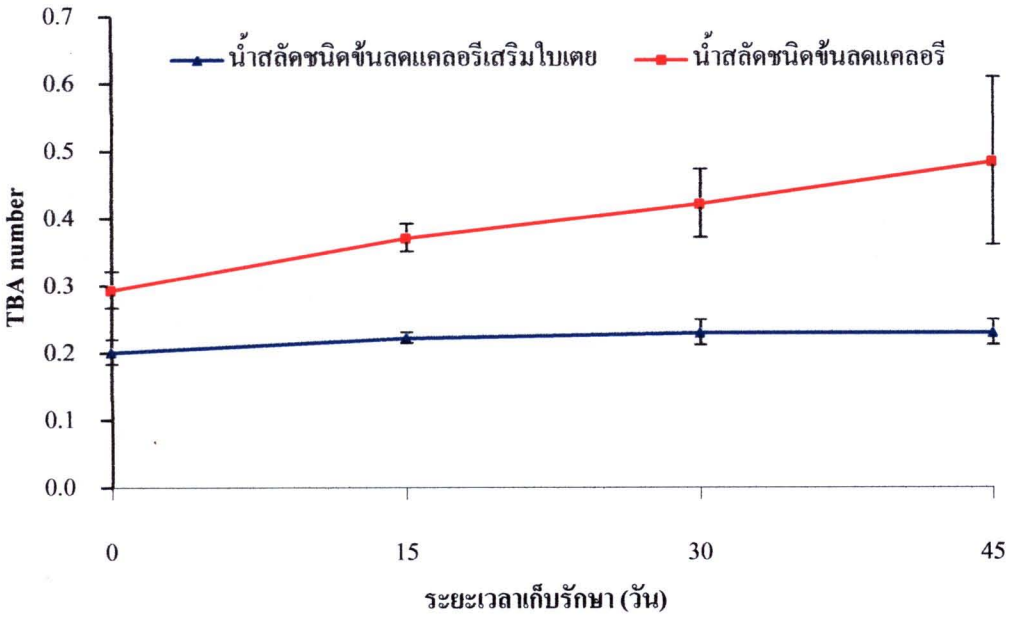
ภาพ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษา 45 วัน



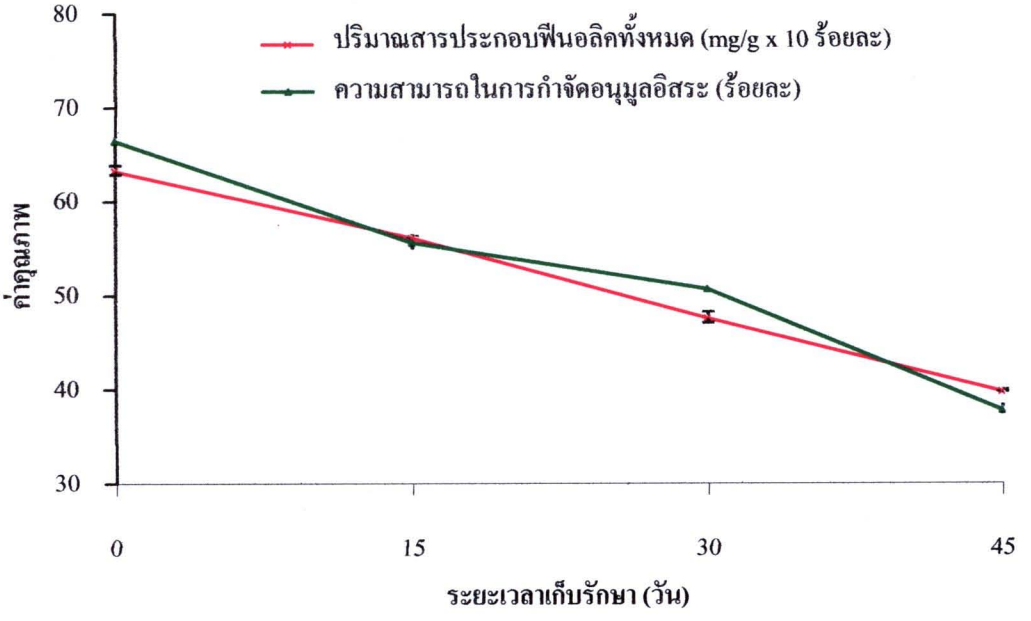
ภาพ 4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษา 45 วัน



ภาพ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษานาน 45 วัน



ภาพ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษา 45 วัน



ภาพ 4.10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตยในระหว่างการเก็บรักษา 45 วัน

ตาราง 4.16 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี และน้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย

คุณภาพทางจุลินทรีย์	น้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรี	น้ำสลัดชนิดข้นลดแคลอรีเสริมใบเตย
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)		
วันที่ 0	2.0×10	2.5×10
วันที่ 15	1.0×10^2	3.0×10
วันที่ 30	1.5×10^2	2.0×10^2
วันที่ 45	9.7×10^2	2.7×10^2
ยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)		
วันที่ 0	< 10	< 10
วันที่ 15	< 10	< 10
วันที่ 30	< 10	< 10
วันที่ 45	< 10	< 10
E. coli **(เอ็มพีเอ็นต่อกรัม)**		
วันที่ 0	< 3	< 3
วันที่ 15	< 3	< 3
วันที่ 30	< 3	< 3
วันที่ 45	< 3	< 3