

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลูกเดือย โดยการนำลูกเดือยดิบที่ผ่านการขัดมันมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร 2 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์ชาลูกเดือยบรรจุในซองเยื่อกระดาษ และผลิตภัณฑ์ลูกเดือยฉาบแก้ว พร้อมทั้งทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีรวมทั้งชนิดและปริมาณของกรดไขมัน ผลการวิจัยแสดงดังต่อไปนี้

1. การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการผลิตชาลูกเดือยบรรจุในซองเยื่อกระดาษ

นำลูกเดือยที่ใช้เป็นวัตถุดิบมาล้างทำความสะอาด และแช่น้ำนาน 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ลูกเดือยเกิดการพองตัว ก่อนนำมาผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน คือ การแช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 95 ± 2 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปคั่ว และการต้มในน้ำตาลความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์แล้วนำไปคั่ว โดยควบคุมเวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละขั้นตอนต่างกัน ก่อนทำการบดเป็นผงชาเพื่อบรรจุในซองเยื่อกระดาษจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ชาลูกเดือยที่ให้ผลการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด คือ ชาลูกเดือยที่ได้จากการต้มในน้ำตาลความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ เป็นเวลานาน 30 นาที แล้วจึงนำไปคั่ว 5 นาที เนื่องจากน้ำชาไม่กลืนหอม มีสีน้ำตาลอ่อน รสชาติหวานเล็กน้อยโดยมีคะแนนการยอมรับด้านสี 5.50 ด้านกลิ่น 5.71 รสชาติขมเค็ม 6.71 และการยอมรับรวม 6.43 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาลูกเดือยบรรจุในซองเยื่อกระดาษ

กรรมวิธีการผลิต	คะแนนผลทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส			
	สี	รสชาติ	กลิ่น	การยอมรับรวม
1. การแช่น้ำร้อน				
1.1 แช่น้ำร้อน 15 นาที, คั่ว 5 นาที	5.00+1.52 ^a	4.21+1.48 ^{cd}	5.07+1.69 ^a	4.93+1.38 ^{bc}
1.2 แช่น้ำร้อน 15 นาที, คั่ว 15 นาที	5.21+1.37 ^a	3.86+1.41 ^d	5.07+1.27 ^a	4.79+1.05 ^{bc}
1.3 แช่น้ำร้อน 30 นาที, คั่ว 5 นาที	4.71+1.86 ^a	4.50+1.70 ^{bcd}	4.86+1.23 ^a	4.64+1.69 ^{bc}
1.4 แช่น้ำร้อน 30 นาที, คั่ว 15 นาที	4.71+1.73 ^a	4.14+1.35 ^{cd}	4.79+1.05 ^a	4.36+1.60 ^{cd}

82
82.9
25/2/2564
25/2/

ตารางที่ 4 (ต่อ)

กรรมวิธีการผลิต	คะแนนผลทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส			
	สี	รสชาติ	กลิ่น	การยอมรับรวม
2. การต้มในน้ำตาล 30 ^o B				
2.1 ต้มน้ำตาล 15 นาที, คั่ว 5 นาที	4.71+1.33 ^a	3.93+1.38 ^d	4.57+0.85 ^a	3.79+1.31 ^d
2.2 ต้มน้ำตาล 15 นาที, คั่ว 15 นาที	4.71+1.38 ^a	5.00+1.41 ^{bc}	5.36+1.28 ^a	5.14+1.23 ^{bc}
2.3 ต้มน้ำตาล 30 นาที, คั่ว 5 นาที	5.50+1.74 ^a	6.71+1.38 ^a	5.71+1.28 ^a	6.43+1.02 ^a
2.4 ต้มน้ำตาล 30 นาที, คั่ว 15 นาที	4.79+0.93 ^a	5.36+0.93 ^b	5.21+0.80 ^a	5.43+0.76 ^b

ตัวอักษร a-d ในแนวดังที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

2. การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการผลิตลูกเดือยฉาบแก้ว

นำลูกเดือยมาล้างทำความสะอาดและแช่น้ำนาน 2 ชั่วโมง เพื่อให้ลูกเดือยเกิดการพองตัวก่อนนำมาผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน คือ การนึ่งธรรมดาด้วยลังถึงนึ่งอาหารที่อุณหภูมิ 95±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20, 25 และ 30 นาที และการนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดันไอบนการใช้ autoclave ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20, 25 และ 30 นาที ก่อนนำไปทำการฉาบด้วยน้ำตาลจากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกเดือยฉาบแก้วที่ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ ลูกเดือยฉาบแก้วที่ได้จากการนึ่งธรรมดาด้วยลังถึงนึ่งอาหารที่อุณหภูมิ 95±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 25 นาที โดยมีคะแนนการยอมรับด้านสี 6.86 รสชาติ 7.00 เนื้อสัมผัส 5.79 และการยอมรับรวม 7.00 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกเดือยฉาบแก้ว

กรรมวิธีการผลิต	คะแนนผลทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส			
	สี	รสชาติ	กลิ่น	การยอมรับรวม
I. การนึ่งธรรมดาอุณหภูมิ 95±2 ^o C เป็นเวลา				
1.1 20 นาที	4.93+1.73 ^{bc}	5.00+1.75 ^{cd}	3.64+1.74 ^c	4.29+1.33 ^c
1.2 25 นาที	6.86+1.29 ^a	7.00+1.24 ^a	5.79+1.89 ^a	7.00+1.57 ^a
1.3 30 นาที	6.93+1.21 ^a	5.86+1.61 ^{bc}	4.29+1.49 ^{bc}	5.71+1.68 ^b

ตารางที่ 5 (ต่อ)

กรรมวิธีการผลิต	คะแนนผลทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส			
	สี	รสชาติ	กลิ่น	การยอมรับรวม
2. การนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดันไอลูณหภูมิตั้งที่ $95 \pm 1^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา				
2.1 20 นาที	4.29+1.68 ^c	4.71+1.54 ^d	3.50+1.87 ^c	4.21+1.25 ^c
2.2 25 นาที	6.36+0.74 ^a	6.14+1.10 ^{ab}	4.93+1.73 ^{ab}	6.07+0.73 ^b
2.3 30 นาที	5.86+1.51 ^{ab}	5.57+1.70 ^{bcd}	4.43+1.65 ^{bc}	5.50+1.22 ^b

ตัวอักษร a-d ในแนวดิ่งที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

3. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ชาลูกเดือยบรรจุในซองเยื่อกระดาษและลูกเดือยฉาบแก้ว

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของลูกเดือยที่ใช้เป็นวัตถุดิบ พบว่า มีปริมาณความชื้นร้อยละ 12.58 โปรตีนร้อยละ 14.16 ไขมันร้อยละ 4.65 เถ้าร้อยละ 2.18 โยอาหารร้อยละ 0.40 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 66.45 คุณค่าทางโภชนาการส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับที่ Duke (1983) รายงานไว้ แต่ปริมาณของไขมันที่วิเคราะห์ได้ในการทดลองมีปริมาณต่ำกว่าคือร้อยละ 4.65 ในขณะที่ Duke ได้รายงานว่ามีปริมาณไขมันร้อยละ 6.20 ผลิตภัณฑ์ชาลูกเดือยบรรจุในซองเยื่อกระดาษสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือการต้มในน้ำตาลความเข้มข้น 30 องศาบริกซ์ เป็นเวลานาน 30 นาที แล้วนำไปคั่วเป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปบดเป็นผงชา พบว่า ผลิตภัณฑ์ชาลูกเดือยที่ได้ มีปริมาณความชื้นร้อยละ 94.04 โปรตีนร้อยละ 0.98 ไขมันร้อยละ 0.15 เถ้าร้อยละ 0.66 โยอาหารร้อยละ 0.07 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 4.10 และผลิตภัณฑ์ลูกเดือยฉาบแก้วสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือการนึ่งธรรมดาด้วยถังถึงนึ่งอาหารที่อุณหภูมิ $95 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลานาน 25 นาที ก่อนนำไปฉาบน้ำตาล พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกเดือยฉาบแก้วมีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.92 โปรตีนร้อยละ 4.59 ไขมันร้อยละ 1.64 เถ้าร้อยละ 2.90 โยอาหารร้อยละ 0.35 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 83.60 ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของลูกเดือยที่ใช้เป็นวัตถุดิบเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชาลูกเดือยบรรจุในซองเยื่อกระดาษและลูกเดือยนาบแก้ว

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	ลูกเดือยดิบ	ชาลูกเดือยบรรจุในซอง เยื่อกระดาษ	ลูกเดือยนาบแก้ว
ความชื้น	12.58±0.06	94.04±0.34	6.92±0.22
โปรตีน	14.16±0.66	0.98±0.03	4.59±0.28
ไขมัน	4.65±0.10	0.15±0.03	1.64±0.38
เถ้า	2.18±0.13	0.66±0.07	2.90±0.21
ใยอาหาร	0.40±0.42	0.07±0.07	0.35±0.34
คาร์โบไฮเดรต	66.45	4.10	83.60

¹ ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

² ได้จากการคำนวณ

4. ผลการศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการสกัดกรดไขมันจากลูกเดือย

การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการสกัดกรดไขมันจากลูกเดือย โดยดัดแปลงวิธีสกัดตามวิธีของ Numata *et al.* (1994) (แสดงรายละเอียดในภาคผนวกที่ 2) พร้อมทั้งวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่สกัดได้จากลูกเดือยดิบและผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบคุณค่าทางอาหารและเป็นแนวทางพื้นฐานในการสกัดกรดไขมันจากเมล็ดธัญพืชชนิดอื่นได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 ผลของสภาวะการสกัดน้ำมันจากลูกเดือย

จากการศึกษาชนิดของตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากลูกเดือย โดยนำลูกเดือยมาบดละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร ทำการสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ อะซิโตน ปิโตรเลียมอีเทอร์ และไดเอทิลอีเทอร์ โดยใช้อัตราส่วนวัตถุดิบ 100 กรัม ต่อ ตัวทำละลาย 300 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เมื่อนำมาหาปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ โดยการชั่งน้ำหนักจากตัวอย่าง 100 กรัม ได้ผลตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด

ตัวอย่าง	น้ำมันที่สกัดได้จากตัวทำละลาย (กรัม)		
	อะซิโตน	ปิโตรเลียมอีเทอร์	ไดเอทิลอีเทอร์
1	4.84	3.76	3.93
2	4.97	4.21	4.19
3	4.94	4.32	4.22
เฉลี่ย	4.92 ± 0.07^a	4.10 ± 0.30^b	4.11 ± 0.16^b

ตัวอักษร a-b ในแนวนอนที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากค่าเฉลี่ยของน้ำมันที่สกัดได้จะเห็นว่าอะซิโตน สามารถสกัดได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดและมีความแตกต่างจากปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากปิโตรเลียมอีเทอร์และไดเอทิลอีเทอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากตัวทำละลายอินทรีย์แต่ละชนิดมีความเป็นขั้ว (polarity) ที่แตกต่างกัน ทำให้มีประสิทธิภาพในการสกัดแตกต่างกัน จากการทดลองพบว่าการสกัดน้ำมันจากลูกเคียวโดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลายสามารถสกัดน้ำมันได้มากที่สุด ขณะที่ไดเอทิลอีเทอร์เป็นตัวทำละลายที่สกัดน้ำมันได้น้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการสกัดน้ำมันโดยใช้ไดเอทิลอีเทอร์ ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว จะสกัดลิพิดไม่มีขั้วกลุ่ม simple lipids ได้แก่ ไตรกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ โมโนกลีเซอไรด์ และกรดไขมันอิสระเป็นต้น ซึ่งสารพวกนี้จะละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว ขณะที่การสกัดน้ำมันโดยใช้อะซิโตน ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วสูงสามารถสกัดลิพิดกลุ่ม compound lipids ได้แก่ ฟอสโฟลิพิด โกลโคไลพิด ไกลโพรตีน และ derived lipids เป็นต้น นอกจากนี้ การสกัดโดยใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลายสามารถสกัดกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิด EPA และ DHA ซึ่งเป็นลิพิดที่มีขั้วได้ดี (Christie, 1982) ดังนั้นจึงเลือกใช้อะซิโตนเป็นตัวทำละลายในการศึกษาขั้นต่อไป

4.2 ผลของอัตราส่วนของวัตถุดิบต่อตัวทำละลาย

ผลของการเปลี่ยนอัตราส่วนของวัตถุดิบต่อตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดโดยใช้อัตราส่วน 100:200 100:300 และ 100:400 (กรัม/มิลลิลิตร) เมื่อนำไปชั่งน้ำหนัก เพื่อหาปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากการเปลี่ยนอัตราส่วนของวัตถุดิบต่อตัวทำละลายอะซิโตนที่อัตราส่วนต่าง ๆ

ตัวอย่าง	น้ำมันที่สกัดได้จากอัตราส่วน (กรัม)		
	100:200	100:300	100:400
1	4.62	4.84	5.00
2	4.160	4.97	4.99
3	4.61	4.94	5.01
เฉลี่ย	4.61 ± 0.01^a	4.92 ± 0.07^b	5.00 ± 0.01^b

ตัวอักษร a-b ในแนวนอนที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จะเห็นว่าที่อัตราส่วน 100 : 400 (ลูกเคี้ยวต่อตัวทำละลายอะซิโตน) สามารถสกัดได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด และมีความแตกต่างจากปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากอัตราส่วน 100:200 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากอัตราส่วน 100:300 อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้อัตราส่วนตัวทำละลายที่มีปริมาณน้อย จะทำให้ที่สภาวะสมดุลซึ่งความเข้มข้นของน้ำมันที่ถูกละลายออกมาในเฟสตัวทำละลายเท่ากับความเข้มข้นของน้ำมันที่เหลืออยู่ในลูกเคี้ยวมีปริมาณน้ำมันต่ำ เนื่องจากปริมาณตัวทำละลายไม่เพียงพอต่อการละลายน้ำมันที่มีอยู่ทั้งหมดในลูกเคี้ยว (รุ่งนภา, 2541) ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณของตัวทำละลายมากขึ้นก็จะทำให้ที่สภาวะสมดุลมีปริมาณของน้ำมันในตัวทำละลายมากขึ้น อย่างไรก็ตามจากการทดลองสกัดโดยใช้ตัวทำละลายที่ปริมาณ 300 และ 400 มิลลิลิตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้ตัวทำละลายที่ 300 มิลลิลิตร น้ำมันส่วนใหญ่ถูกละลายออกมาในตัวทำละลายจนเกือบหมดแล้ว ดังนั้นการเพิ่มปริมาณตัวทำละลายให้มากขึ้นอีกจึงมีผลในการเพิ่มปริมาณของน้ำมันที่ละลายออกมาได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงเลือกใช้อัตราส่วนระหว่าง อะซิโตนกับลูกเคี้ยวเป็น 100:300 (กรัม/มิลลิลิตร) เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

4.3 ผลของระยะเวลาในการสกัดที่เหมาะสม

ผลของการใช้ระยะเวลาในการสกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนนาน 5, 10, 30 และ 60 นาที เมื่อนำไปหาปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากตัวอย่าง 100 กรัม ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากการสกัดเป็นเวลา 5, 10, 30 และ 60 นาที

ตัวอย่าง	น้ำมันที่สกัดได้ที่เวลาต่าง ๆ (กรัม)			
	5 นาที	10 นาที	30 นาที	60 นาที
1	4.84	4.90	4.93	5.07
2	4.97	4.92	4.91	5.06
3	4.94	4.90	4.96	4.93
เฉลี่ย	4.92 ± 0.07^a	4.91 ± 0.01^a	4.93 ± 0.02^a	5.02 ± 0.07^a

ตัวอักษรในแนวนอนที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมันที่ใช้เวลาในการสกัดนาน 60 นาที จะสกัดได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากการสกัดนาน 5, 10 และ 30 นาที อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อเริ่มทำการสกัดด้วยตัวทำละลาย ความเข้มข้นของน้ำมันในตัวทำละลายจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงระยะเวลานึงแล้ว อัตราการสกัดจะลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของน้ำมันในเฟสสกัดกับเฟสของแข็งลดลง และสารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น ความหนืดที่เพิ่มขึ้นทำให้การหมุนเวียนของตัวทำละลายเป็นไปได้อย่างไม่ทั่วถึง (รุ่งนภา, 2541) ดังนั้น ถึงแม้จะเพิ่มระยะเวลาในการสกัดมากขึ้นเพียงใดก็ไม่สามารถเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันในเฟสสกัดมากขึ้นเท่าใดนัก ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลาในการสกัดนาน 5 นาทีในการทำการทดลองขั้นต่อไป

4.4 ผลของจำนวนครั้งในการสกัดน้ำมันจากลูกเคียว

ผลของปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนจำนวน 1, 2 และ 3 ครั้ง ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากการสกัดจำนวน 1, 2 และ 3 ครั้ง

ตัวอย่าง	น้ำมันที่สกัดได้จากจำนวนครั้งต่าง ๆ (กรัม)		
	1 ครั้ง	2 ครั้ง	3 ครั้ง
1	4.90	5.50	5.74
2	4.93	5.53	5.58
3	4.90	5.50	5.74
เฉลี่ย	4.91 ± 0.02^a	5.51 ± 0.02^b	5.69 ± 0.10^c

ตัวอักษร a-c ในแนวนอนที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จะเห็นว่าตัวอย่างที่ทำการสกัดซ้ำ 3 ครั้งจะสกัดได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด และมีความแตกต่างจากปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากการสกัด 1 และ 2 ครั้ง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และมีความแตกต่างกันระหว่างปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากการสกัด 1 ครั้ง กับการสกัด 2 ครั้ง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จะเห็นได้ว่าการเพิ่มจำนวนครั้งในการสกัดด้วยตัวทำละลายเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันจากการเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการสกัดแบบกะเพียงขั้นเดียว (single-stage batch extraction) เมื่อสกัดจนถึงจุดสมดุล คือมีความเข้มข้นของน้ำมันในเฟสตัวทำละลายเท่ากับ ความเข้มข้นในเฟสของแข็ง (รุ่งนภา, 2541) ทำให้ไม่มีการแพร่ของน้ำมันออกมาในตัวทำละลายอีก จึงยังคงมีน้ำมันบางส่วนที่ไม่ถูกชะละลายเหลืออยู่ในเฟสของแข็ง ดังนั้นการนำเฟสของแข็งที่เหลือจากการสกัดครั้งแรกมาทำการสกัดซ้ำอีกครั้ง จะทำให้ได้น้ำมันส่วนที่เหลืออยู่ในเฟสของแข็งครั้งแรก ดังนั้นเพื่อให้สามารถสกัดให้ได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด จึงเลือกใช้การสกัดด้วยตัวทำละลายจำนวน 3 ครั้ง ในการทดลองขั้นต่อไป ซึ่งถ้าเทียบกับวิธี AOAC ที่ได้น้ำมันจากการสกัด 4.65 กรัม (ข้อมูลจากตารางที่ 6) วิธีนี้ได้ปริมาณน้ำมันมากกว่าคือ 5.69 กรัม คิดเป็น 122 % ของวิธี AOAC

5. ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันในลูกเคี้ยว ลูกเคี้ยวฉาบแก้วและชาลูกเคี้ยว

เมื่อนำน้ำมันที่สกัดได้จากลูกเคี้ยว 100 กรัม ผลิตภัณฑ์ลูกเคี้ยวฉาบแก้ว 100 กรัม และชาลูกเคี้ยว โดยใช้ผงชา 4 กรัมบรรจุในซองกระดาษ แช่น้ำร้อน 200 มิลลิลิตร นาน 5 นาที แล้วระเหยน้ำออกใน water bath ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือชา 100 มิลลิลิตร ไปวิเคราะห์ปริมาณของกรดไขมันทั้งหมดในลูกเคี้ยว จะได้ผลตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณน้ำมันที่สกัดได้จากลูกเดือยดิบและผลิตภัณฑ์จากลูกเดือย

ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ (กรัม:100 กรัมตัวอย่าง)		
	ลูกเดือยดิบ	ลูกเดือยอบแก้ว	ชาลูกเดือย*
1	5.58	1.75	0.19
2	5.67	1.68	0.13
3	5.61	1.79	0.15
เฉลี่ย	5.62±0.04	1.74±0.06	0.16±0.03

หมายเหตุ * ชาลูกเดือยผงบรรจุซองขนาด 4 กรัม

เมื่อนำน้ำมันที่สกัดได้จากลูกเดือยและผลิตภัณฑ์จากลูกเดือยไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดไขมันในลูกเดือยและผลิตภัณฑ์จากลูกเดือย ด้วยเทคนิค Gas Chromatography-Mass Spectrometry ได้ผลตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงชนิดและปริมาณกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลักในการสกัดจากลูกเดือยดิบและผลิตภัณฑ์

ชนิดของกรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน (ร้อยละของกรดไขมันทั้งหมด)		
	ลูกเดือย	ลูกเดือยอบแก้ว	ชาลูกเดือย*
กรดปาล์มติก	11.95±0.21	14.93±0.27	15.37±0.39
กรดสเตียริก	1.39±0.03	1.89±0.05	2.06±0.03
กรดโอเลอิก	61.27±1.15	58.83±0.94	59.36±0.76
กรดลิโนลิก	25.39±0.48	24.34±0.32	23.21±0.38

หมายเหตุ วิเคราะห์โดยเทคนิค Gas Chromatography-Mass Spectrometry

* ชาลูกเดือยผงบรรจุซองขนาด 4 กรัม

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันในลูกเคี้ยวและผลิตภัณฑ์จากลูกเคี้ยวพบว่าชนิดของกรดไขมันที่มีในลูกเคี้ยวและผลิตภัณฑ์จากลูกเคี้ยวประกอบด้วยกรดไขมันอิสระที่เป็นองค์ประกอบหลัก 4 ชนิด ทั้งที่เป็นกรดไขมันอิ่มตัว ได้แก่ กรดสเตียริก (stearic acid) กรดปาล์มิติก (palmitic acid) และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอีก 2 ชนิด ได้แก่ กรดโอเลอิก (oleic acid) และกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) เมื่อเปรียบเทียบกรดไขมันกับรายงานวิจัยของ Sato and Miyata (1975) พบว่ามีสัดส่วนของกรดไขมันใกล้เคียงกัน นอกจากนี้จากการทดลองยังพบว่าลูกเคี้ยวที่ถูกแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แล้วยังคงมีสัดส่วนของกรดไขมันแต่ละชนิดใกล้เคียงกับสัดส่วนที่มีอยู่ในลูกเคี้ยวดิบแสดงว่าหลังผ่านกระบวนการผลิตแล้วกรดไขมันดังกล่าวยังคงอยู่ในสภาพเดิมไม่ได้เปลี่ยนรูปไป แต่อาจมีการสูญเสียไปบ้างในระหว่างกระบวนการผลิต

มีรายงานวิจัยจำนวนมากที่รายงานถึงประโยชน์ของกรดไขมันในลูกเคี้ยวในลักษณะการต้านการเจริญของเนื้องอก เช่นจากการศึกษาของ Numata *et al.* (1994) ที่พบว่าเมื่อฉีดกรดไขมันชนิดโอเลอิก กรดปาล์มิติก กรดสเตียริก และกรดลิโนเลอิก ปริมาณ 46 มิลลิกรัมต่อสัตว์ทดลองน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ในหนูทดลองที่ถูกปลูกถ่ายเซลล์เนื้องอก Sacroma 180 พบว่า หนูที่ถูกฉีดด้วยกรดไขมันมีอัตราการอยู่รอดได้นานกว่าหนูที่ไม่ถูกฉีดกรดไขมันถึง ร้อยละ 257, 340, 113 และ 307 ตามลำดับ และเมื่อผสมกรดไขมันทั้ง 4 ชนิดในอัตราส่วนกรดโอเลอิก กรดปาล์มิติก กรดสเตียริก และกรดลิโนเลอิกร้อยละ 54.7, 16.4, 2.2 และ 26.7 ตามลำดับ ฉีดให้หนูทดลองปริมาณ 46 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักหนู 1 กิโลกรัม พบว่าหนูที่ถูกฉีดด้วยกรดไขมันผสมมีอัตราการอยู่รอดได้นานกว่าหนูที่ไม่ถูกฉีดกรดไขมันถึงร้อยละ 257 เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองนี้ พบว่าอาจต้องรับประทานลูกเคี้ยวเป็นจำนวนมากแต่กรดไขมันเหล่านี้ก็สามารถรับได้จากอาหารชนิดอื่นอีก นอกจากนี้สาร active compound บางชนิดที่มีอยู่ในลูกเคี้ยว นอกเหนือจากกรดไขมันดังกล่าวก็อาจมีส่วนที่ส่งผลให้ลูกเคี้ยวมีประสิทธิภาพในการต้านการเจริญของเนื้องอก ซึ่งควรมีการศึกษาทางด้านเภสัชวิทยาต่อไป