บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกะทิ

จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำพบว่า องค์ประกอบของกะทิที่ใช้ในการทดลองนี้มีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ โปรตีนร้อยละ 4 เถ้าร้อยละ 1.2 น้ำร้อยละ 68.1 และไขมันร้อยละ 13.45 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของกะทิที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบ	ปริมาณโดยเฉลี่ย (ร้อยละ)
โปรตีน	4.00
ไขมัน	13.45
น้ำ	68.10
เถ้า	1.20

* จากเนื้อมะพร้าวขูด : น้ำ อัตราส่วน 1:1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกไขมันออกจากกะทิ

ปัจจัยสำคัญที่ทำการศึกษาในขั้นตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรก ขั้นตอนการ centrifuge ครั้งที่ 1 เป็นขั้นตอนที่จะทำให้ไขมันที่มีในกะทิรวมตัวกันแน่น ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณของน้ำมันที่จะแยกออกมาจากกะทิ สิ่งที่เป็นตัวแปรสำคัญในการ centrifuge ครั้งที่ 1 นี้คือ ความเร็ว และเวลาที่ใช้ในการ centrifuge ส่วนประเด็นที่ 2 คือขั้นตอนการตกผลึกไขมันในกะทิโดยอาศัยอุณหภูมิต่ำ ไขมันในกะทิจะตกผลึกได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 17 องศาเซลเซียส (Gunetileke และ Laurentius, 1974) ตัวแปรที่สำคัญในขั้นตอนนี้คืออุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการแช่เย็นเพื่อตกผลึกไขมัน

1. ผลการศึกษาระยะเวลา และความเร็วที่ใช้ในการ centrifuge ครั้งที่ 1

จากการทดลองแปรเวลา และความเร็วที่ใช้ในการ centrifuge ครั้งที่ 1 ซึ่งใช้อุณหภูมิ และเวลาในการแช่เย็นเดียวกันคือที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Factorial Completely Randomized Design แบบ 3 แฟกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม MSTAT พบว่าอิทธิพลร่วมของเวลาที่ใช้ในการ centrifuge และความเร็วรอบที่ใช้ในการ centrifuge ครั้งที่ 1 มีผลต่อปริมาณไขมันที่สกัดได้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ง ,ตาราง ง-1) จากการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าความเร็วในการ centrifuge 6,000รอบ/นาที เวลา 60 นาที จะสามารถแยกไขมันออกมาได้มากที่สุดคือ ร้อยละ 80.78±0.6 และที่ความเร็ว 4,000 รอบ/นาที เวลา 10 นาทีสามารถแยกกะทิได้น้อยที่สุดคือ 21.39±2.52 จากตารางที่ 5 จะพบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วที่ใช้ในการ centrifuge จะสามารถแยกไขมันได้เพิ่มมากขึ้น และเมื่อเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ centrifuge ความสามารถในการแยกไขมันออกจากกะทิก็จะเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน Gunetileke และ Laurentius (1974) ได้ทดลองใช้ความเร็วในการ centrifuge ครั้งที่ 1 ที่ 2000G ใช้เวลา 15 นาที จะสามารถแยกน้ำมันจากอิมัลชันได้ถึงร้อยละ 90 และเมื่อทดลองเปลี่ยนความเร็วจาก 2000G เป็น 5000G พบว่าเวลาที่ใช้ในการ centrifuge จะใช้เพียง 5 นาที จากตารางที่ 5 ที่ความเร็ว 6,000 รอบ/นาที เวลา 40 นาที สามารถแยกไขมันได้ร้อยละ 80.02±0.72 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใช้ความเร็ว

6,000 รอบ/นาที เวลา 60 นาที ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การเลือกสภาวะที่เหมาะสมในขั้นตอนนี้จึงเลือกการใช้ความเร็ว 6,000 รอบ/นาที เวลา 40 นาที ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่า และสามารถแยกไขมันได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เพื่อที่จะใช้เวลาในการดำเนินการน้อยที่สุด ทำให้คุณสมบัติต่างๆของกะทิเปลี่ยนแปลงไปน้อย

ตารางที่ 5 ปริมาณไขมันที่สกัดได้ โดยแปรเวลา และความเร็วในการ centrifuge ครั้งที่ 1

เวลา (นาที)	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ) ที่ ความเร็วของเครื่อง centrifuge (รอบ/นาที)		
	4,000	5,000	6,000
10	21.39 ± 2.52^{k}	52.37 ± 0.99^{g}	61.25 ± 0.57^{de}
20	31.33 ± 1.54^{j}	55.88 ± 1.24^{f}	73.78 ± 2.80^{b}
30	40.37 ± 1.64^{i}	59.22 ± 1.99^{e}	76.08 ± 0.37^{b}
40	47.32 ± 1.51^{h}	62.23 ± 0.44^{d}	80.02 ± 0.72^{a}
50	50.93 ± 0.48^{g}	67.14 ± 0.33^{c}	80.01 ± 0.87^{a}
60	56.12 ± 1.06^{f}	68.51 ± 0.64^{c}	80.78 ± 0.06^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในตารางแสดงว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. ผลการศึกษาระยะเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็นเพื่อตกผลึกไขมัน

ในขั้นตอนนี้เม็ดไขมันที่มีลักษณะเป็นทรงกลมซึ่งรวมตัวกันแน่น จะเกิดการตกผลึกและเมื่อปรับอุณหภูมิของกะทิให้สูงขึ้นถึง 25 องศาเซลเซียส เพื่อให้ผลึกไขมันของกะทิหลอมละลาย เม็ดน้ำมันจะเกิดการเสียรูปทรงเดิมของมัน ทำให้ระบบอิมัลชันที่มีอยู่สูญเสียไป เม็ดน้ำมันจึงสามารถแยกออกมาได้ ดังนั้นปริมาณผลึกของไขมันที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้จึงมีความสำคัญต่อปริมาณไขมันที่จะสามารถแยกออกมาได้ ปัจจัยที่ทำการศึกษาในขั้นตอนนี้มี 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยแรก อุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็น โดยทำการศึกษาที่ 2 ระดับคือ อุณหภูมิของห้องแช่เย็น (4 องศาเซลเซียส) และ อุณหภูมิของห้องแช่เยือกแข็ง (-4 องศาเซลเซียส) ส่วนปัจจัยที่สองคือระยะเวลาที่ใช้ในการแช่เย็น ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณผลึกไขมันที่จะเกิดขึ้น โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Factorial Completely Randomized Design แบบ 2 แฟคเตอร์ โดยใช้โปรแกรม MSTAT พบว่าอิทธิพลร่วมของเวลาที่ใช้ในการแช่เย็น และอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็น มีผลต่อปริมาณไขมันที่สกัดได้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ง) จากการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที จะให้ปริมาณไขมันที่แยกออกมาสูงที่สุดคือร้อยละ 80.44$\pm$2.33 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที ไม่สามารถแยกไขมันออกมาได้ เนื่องจากที่อุณหภูมิ และเวลาดังกล่าว ยังไม่สามารถทำให้อุณหภูมิของกะทิลดลงได้ต่ำกว่า 17 องศาเซลเซียส ซึ่ง Gunetileke และ Laurentius (1974) ได้กล่าวไว้ว่าหากอุณหภูมิในการแช่เย็นเพื่อตกผลึกกะทิสูงกว่า 17 องศาเซลเซียส พบว่าน้ำมันจะไม่ถูกปลดปล่อยออกมา เนื่องจากอุณหภูมิที่จะทำให้น้ำมันในกะทิเกิดการตกผลึกได้จะต้องเท่ากับ หรือต่ำกว่า 17 องศาเซลเซียส ซึ่งในการแช่เย็นหากส่วนของครีมมีเพียงชั้นนอกที่มีอุณหภูมิเท่ากับ หรือต่ำกว่า 17 องศาเซลเซียส การแยกน้ำมันก็จะเกิดขึ้นได้เป็นบางส่วน Gunetileke และ Laurentius (1974) ทดลองนำกะทิมีไขมันร้อยละ 32 ไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เวลานาน 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่ามีส่วนของน้ำมันแตกตัวออกจากอิมัลชันไปรวมเป็นชั้นน้ำมันอยู่ด้านบน ซึ่งยังมีน้ำมันเหลืออยู่ในอิมัลชันอีกประมาณร้อยละ 50 จำเป็นต้องใช้การเหวี่ยงแยกเอาน้ำมันออกจากอิมัลชันทั้งหมดการแยกตัวของน้ำมันจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จากตารางที่ 6 พบว่าเมื่อเพิ่มเวลาในการแช่เย็นจะพบว่า สามารถแยกไขมันได้เพิ่มขึ้น และ

ที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส จะสามารถแยกไขมันได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มเวลามากกว่า 60 นาที ปริมาณไขมันที่แยกได้จะต่ำลง เนื่องจากการใช้เวลานานขึ้นในการแช่ที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส ทำให้สารละลายบางส่วนเกิดการแข็งตัว ทำให้ในขั้นตอนการละลายทำได้ไม่สมบูรณ์ เม็ดไขมันบางส่วนจึงไม่สามารถแยกออกมาได้ หากเพิ่มเวลาที่ใช้ในการละลายมากกว่าที่กำหนดคือที่ 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ก็จะทำให้กะทิมีกลิ่นรสเปลี่ยนไป เป็นที่ไม่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 6 ปริมาณไขมันที่สกัดได้ โดยแปรเวลา และอุณหภูมิในการแช่เย็น

เวลา	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ) ที่ อุณหภูมิ (^{o}ซ)	
	4^{o}ซ	-4^{o}ซ
10	0 $\pm$0^{k}	3.01$\pm$1.33^{k}
20	12.16$\pm$0.28^{j}	18.81$\pm$0.82^{i}
30	32.91$\pm$2.31^{h}	40.66$\pm$1.77^{g}
40	46.02$\pm$0.58^{f}	61.15$\pm$1.56^{e}
50	58.29$\pm$1.88^{e}	73.16$\pm$2.06^{bc}
60	69.12$\pm$1.43^{d}	80.44$\pm$2.33^{a}
70	73.88$\pm$0.91^{bc}	79.88$\pm$0.33^{a}
80	73.53$\pm$2.02^{bc}	71.44$\pm$0.35^{cd}
90	76.49$\pm$1.55^{b}	69.50$\pm$1.92 ^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในตารางแสดงว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 30 50 70 และกะทิสด

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่จะใช้แยกไขมันในกะทิ โดยใช้ความเร็วในการ centrifuge ครั้งที่ 1 6,000 รอบ/นาที นาน 40 นาที แล้วแช่เย็นที่ -4 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง สามารถแยกไขมันออกได้ร้อยละ 80 แล้วทดสอบแยกไขมันออกจากกะทิเป็น 3 ระดับ คือแยกออกร้อยละ 70, 50 และ 30 เพื่อให้ได้กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 30 50 และ 70 แล้วนำมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค เปรียบเทียบกับกะทิที่ไม่แยกไขมันออก (กะทิสด) ทดสอบการยอมรับต่อลักษณะสี กลิ่นรส ความมัน และความชอบรวม โดยลักษณะสีมีคะแนน 1-5 ระดับคะแนน 5 หมายถึงมีสีขาวตามธรรมชาติ 1 หมายถึง มีสีขาวปนน้ำตาล กลิ่นรสมีคะแนน 1-5 ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีกลิ่นหอมมาก 1 หมายถึง มีกลิ่นหืน/มีกลิ่นแปลกปลอม ความมันมีคะแนน 1-5 ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีความมันมาก 1 หมายถึง มีรสแปลกปลอม และความชอบรวมมีคะแนน 1-9 ระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบที่สุด 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด (ภาคผนวก ค) ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 7

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized Complete Block Design พบว่าปริมาตรของไขมันที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น มีผลต่อความชอบทางด้านสี กลิ่นรส ความมัน และความชอบโดยรวม โดยเฉพาะในด้านกลิ่นรส และความมัน กะทิสดมีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวมสูงที่สุดคือ 7.6±0.2 กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ70 มีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม 6.6±0.2 และ 6.8±0.1 ตามลำดับ จากการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 30 จะมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 6.2±0.1 เช่นกันสำหรับลักษณะ สี กลิ่นรส และความมัน กะทิสดมีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดคือ 4.0±0.3, 4.9±0.2 และ 4.8±0.2 ตามลำดับ ส่วนกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ 70 มีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

I17377894

3.65±0.2 และ 3.7±0.0 ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส 4.4±0.5 และ 4.5±0.5 ตามลำดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความมัน 3.4±0.2 และ 3.5±0.0.1 ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ30 จะมีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นรส และความมันเป็น 3.2±0.2, 3.8±0.1 และ 2.9±0.1 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อกะทิสด กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 70, 50 และ 30

ลักษณะทดสอบ	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ต่อกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ			
	กะทิสด	70	50	30
สี	4.0 ± 0.3^{a}	3.7 ± 0.0^{a}	3.7 ± 0.2^{ab}	3.20 ± 0.2^{b}
กลิ่นรส	4.9 ± 0.2^{a}	4.5 ± 0.5^{b}	4.4 ± 0.5^{b}	3.8 ± 0.1^{c}
ความมัน	4.8 ± 0.2^{a}	3.5 ± 0.1^{b}	3.4 ± 0.21^{b}	2.9 ± 0.1^{c}
การยอมรับรวม	7.6 ± 0.2^{a}	6.8 ± 0.1^{b}	6.6 ± 0.2^{b}	6.2 ± 0.1^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในตารางแสดงว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดลองดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินทางด้านประสาทสัมผัส จึงเลือกกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 เพื่อนำไปทดสอบแทนที่ด้วยสารทดแทนไขมันต่อไป เนื่องจากกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 มีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะสี กลิ่นรส ความมัน และความชอบรวม มากกว่ากะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 30 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างจากกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 70

ผลการศึกษาปริมาณสารทดแทนไขมัน

จากการแยกไขมันบางส่วนออกจากกะทิ ทำให้มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของกะทิ โดยเฉพาะในด้านคุณสมบัติทางการไหล เมื่อวัดความหนืดที่ shear rate ต่างๆ ด้วยเครื่อง HAAKE Viscometor จากตารางที่ 9 จะแสดงค่า Viscosity index และ ค่า Flow Behaviour index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 เปรียบเทียบกับกะทิสด

ตารางที่ 8 ค่า Viscosity index และ ค่า Flow Behaviour index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 กับกะทิสด

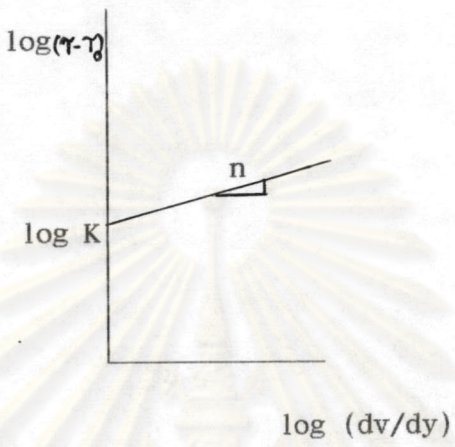
กะทิ (ร้อยละของไขมัน)	Viscosity index (K) (mPa.s)	Flow Behaviour index
กะทิสด	25	0.82
50	4.75	0.57

หมายเหตุ วัดที่อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่า Viscosity index (K) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า shear stress ต่อค่า shear rate ดังแสดงได้ด้วยสมการ

$$\tau = \tau_0 + K(dv/dy)^n$$

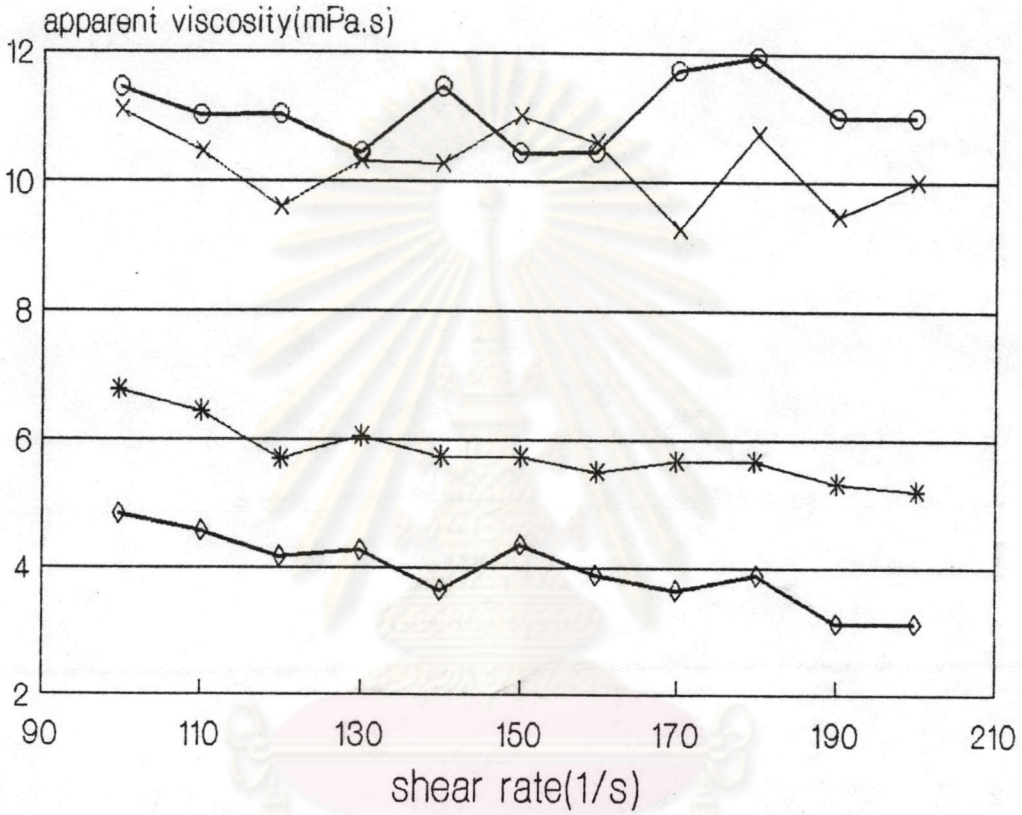


รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง apparent viscosity และ shear rate

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง apparent viscosity และ shear rate ที่อุณหภูมิ 30±2 องศาเซลเซียส ที่วัดด้วยเครื่อง HAAKE viscometor ดังในรูปที่ 6 เมื่อนำคำนวณหาค่า Viscosity index และ Flow Behaviour index ของกะทิสด และกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ได้ผลดังตารางที่ 8

ค่า Viscosity index นี้ขึ้นกับความหนืดของตัวอย่าง และขึ้นกับอุณหภูมิขณะที่ทำการวัดลักษณะการไหล ถ้าค่า Viscosity index ต่ำ แสดงว่าของเหลวนั้นมีการเปลี่ยนแปลงค่า shear stress น้อยมากเมื่อมีการเพิ่ม shear rate นั่นคือมีค่าความหนืดต่ำ ส่วนค่า Flow Behaviour index ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติทางการไหลของของเหลว ค่า Flow Behaviour index เท่ากับ 1 แสดงว่า ของเหลวมีคุณสมบัติเป็นแบบ Newtonian flow หรือเรียกว่าเป็น Newtonian fluid ตัวอย่างของ Newtonian fluid เช่น น้ำ น้ำมัน และน้ำเชื่อม จากตารางที่ 8 พบว่า เมื่อปริมาณของไขมันในกะทิลดลงจะทำให้ค่า Viscosity index และค่า Flow Behaviour index ลดลงด้วย

ในรูปที่ 7 ถึง 9 จะแสดง apparent viscosity ที่ shear rate ต่างๆ ของกะทิสด เปรียบเทียบกับกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ xanthan gum, maltodextrin และสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีน ที่ความเข้มข้นต่างๆแทนที่ไขมัน



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

—○— กะทิสด

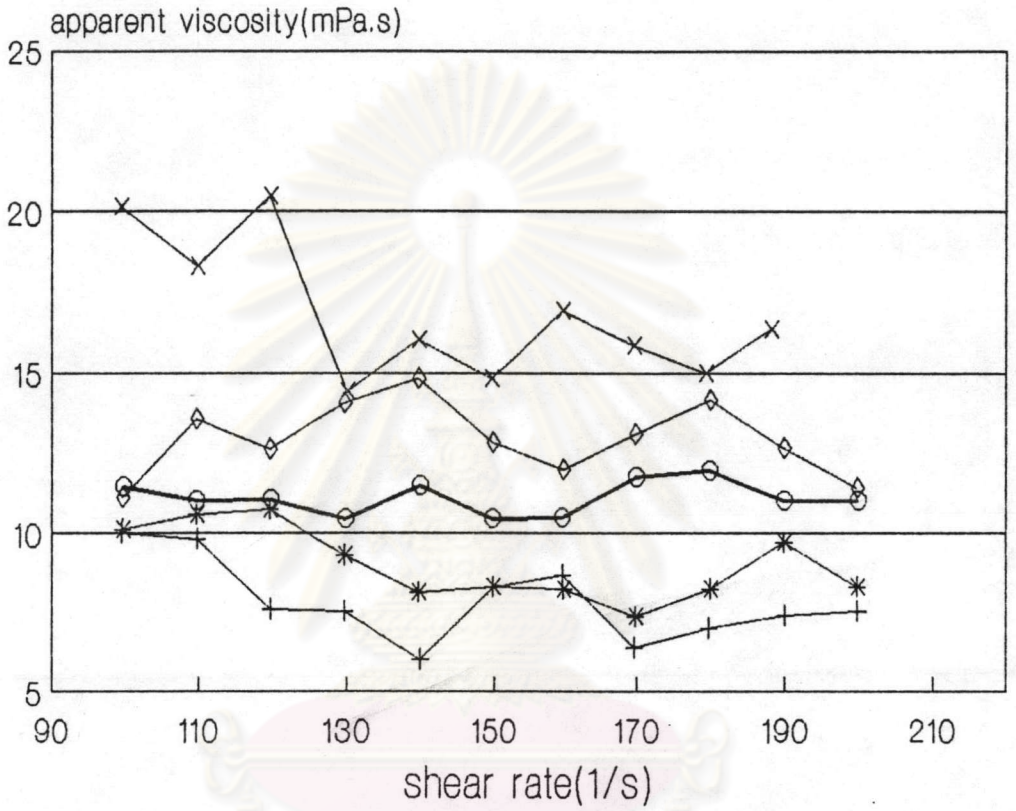
—◇— กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ xanthan gum ร้อยละ 0.02

—✱— กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ xanthan gum ร้อยละ 0.05

—×— กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ xanthan gum ร้อยละ 0.1

รูปที่ 7 กราฟ apparent viscosity ที่ shear rate ต่างๆ ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ xanthan gum แทนที่ไขมันเทียบกับกะทิสด

จากรูปที่ 7 กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ซึ่งใช้ xanthan gum เข้มข้นร้อยละ 0.02, 0.05 และ 0.1 แทนที่ไขมัน พบว่า apparent viscosity ที่ shear rate ต่างๆของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ xanthan gum ร้อยละ 0.1 จะใกล้เคียงกับกะทิสด



กะทิสด

กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ maltodextrin ร้อยละ 10

กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ maltodextrin ร้อยละ 20

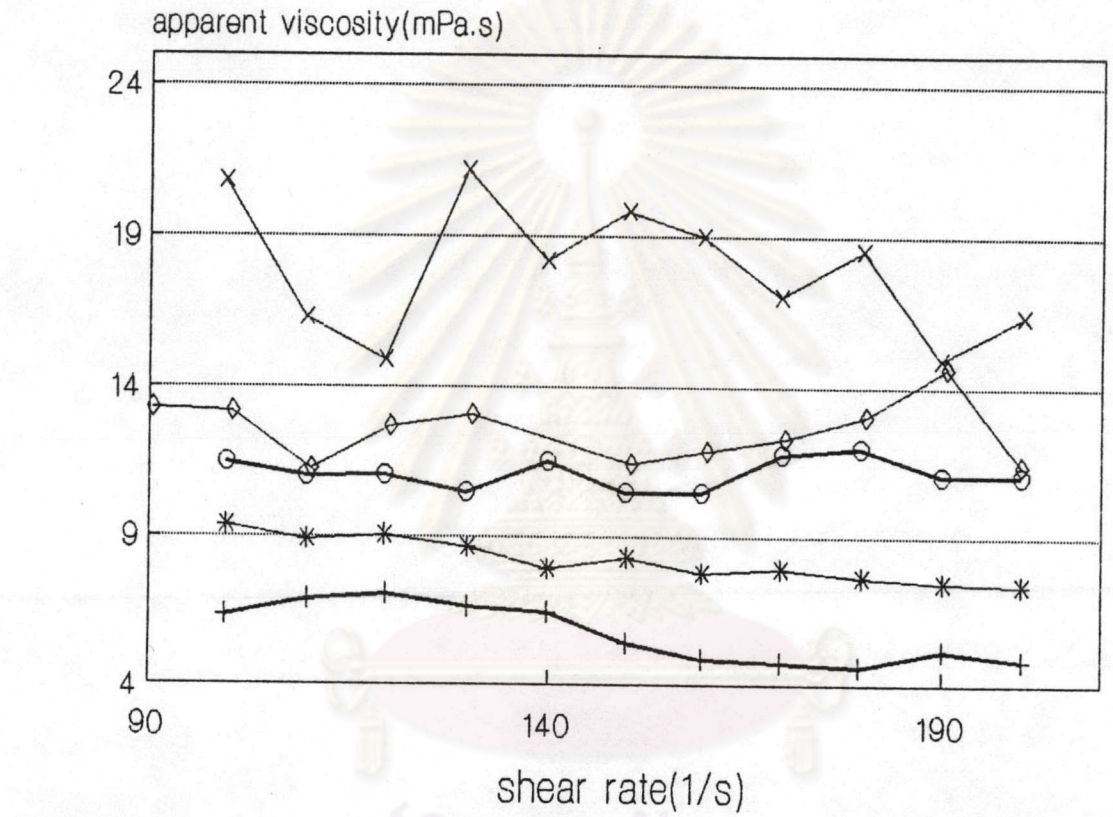
กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ maltodextrin ร้อยละ 30

กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ maltodextrin ร้อยละ 40

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 8 กราฟ apparent viscosity ที่ shear rate ต่างๆ ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ maltodextrin แทนที่ไขมันเทียบกับกะทิสด

จากรูปที่ 8 กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ซึ่งใช้ maltodextrin เข้มข้นร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 แทนที่ไขมัน พบว่า apparent viscosity ที่ shear rate ต่างๆ ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ maltodextrin ร้อยละ 20 และ 30 จะใกล้เคียงกับกะทิสด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กะทิสด
กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 5
กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 10
กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 15
กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 20

รูปที่ 9 กราฟ apparent viscosity ที่ shear rate ต่างๆ ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนแทนที่ไขมันเทียบกับกะทิสด

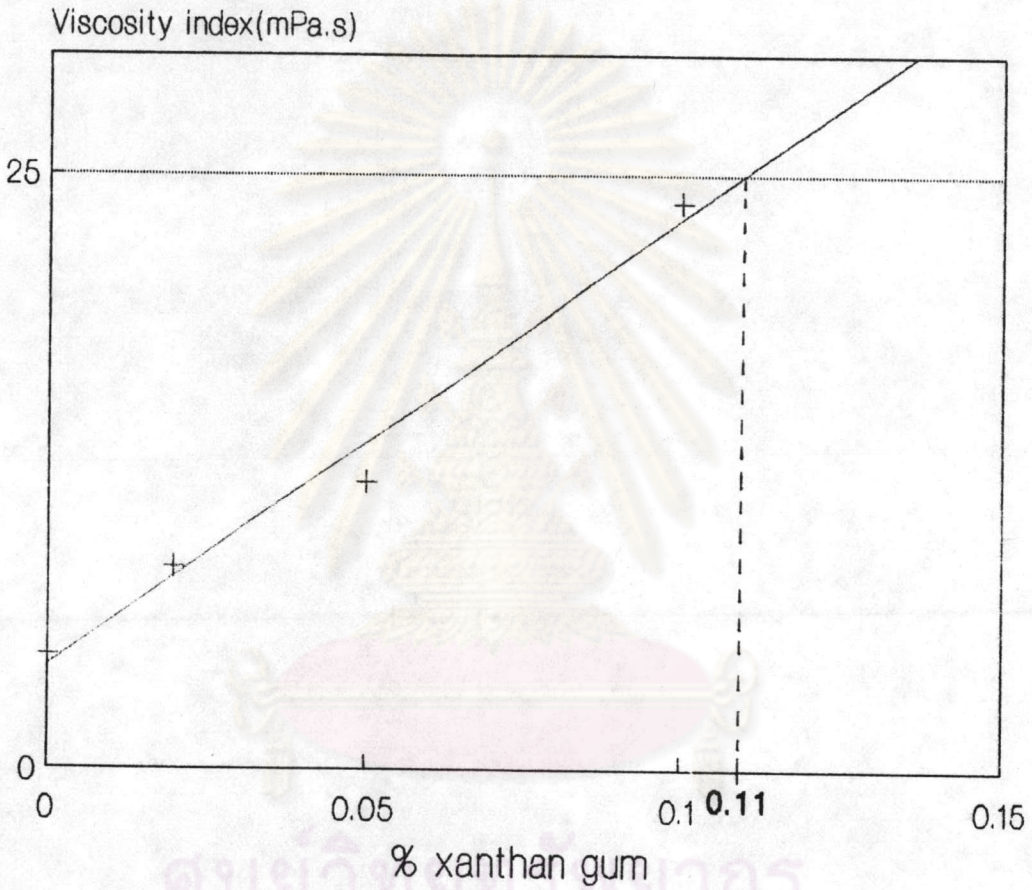
จากรูปที่ 9 กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ซึ่งใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนเข้มข้นร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 แทนที่ไขมัน พบว่า apparent viscosity ที่ shear rate ต่างๆของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 15 จะใกล้เคียงกับกะทิสด

เมื่อนำค่า viscosity index และค่า flow behaviour index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 3 ชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆดังกล่าวตามที่คำนวณได้ ซึ่งวิธีหาค่าทั้งสองดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข. มาเขียนกราฟเพื่อหาจุดที่ทำให้ค่า viscosity index และค่า flow behaviour index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 3 ชนิดมีค่า viscosity index และค่า flow behaviour index เท่ากับกะทิสด คือ 25 mPa.s และ 0.82 ตามลำดับ เพื่อให้กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้สารทดแทนไขมันชนิดต่างๆดังกล่าวมีความข้นหนืดเช่นเดียวกับกะทิสด ดังแสดงในรูปที่ 10 ถึง 15

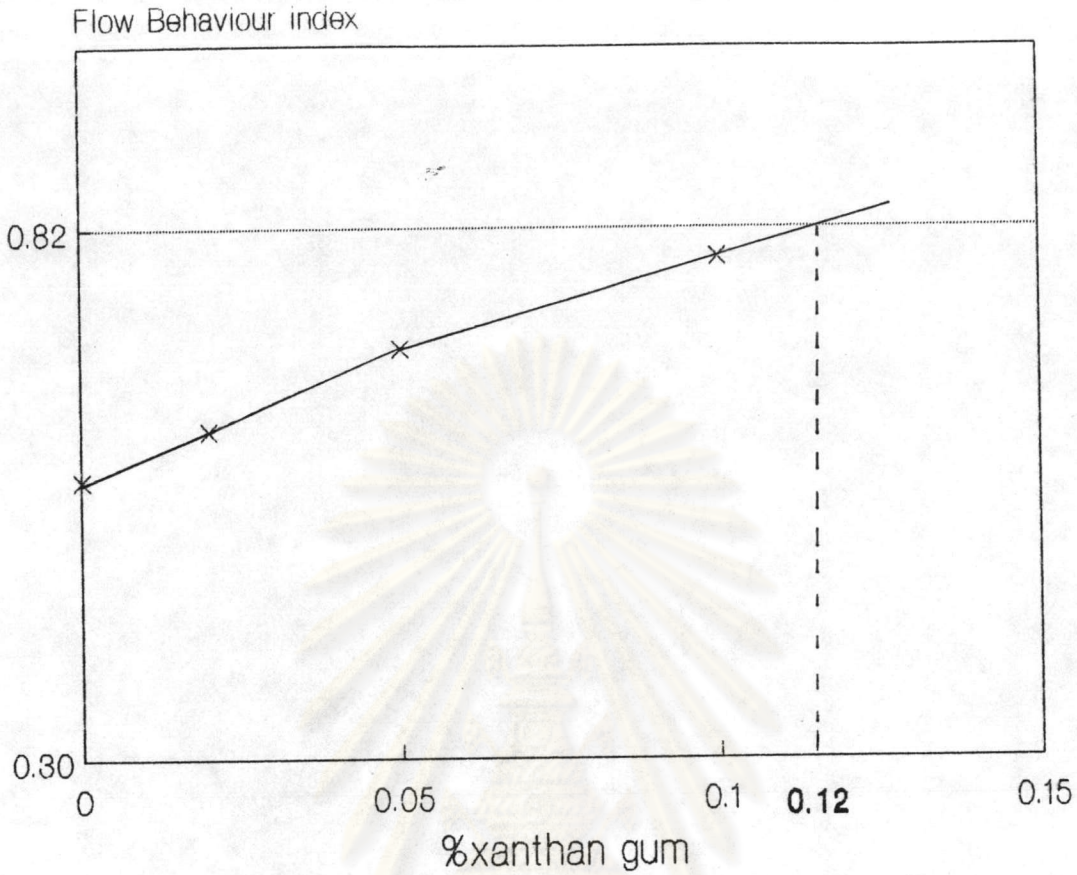
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ผลการศึกษาหาปริมาณ xanthan gum

จากรูปที่ 10 และ 11 แสดงค่า viscosity index และ flow behaviour index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ซึ่งใช้ xanthan gum ร้อยละ 0.02, 0.05 และ 0.1 แทนที่ไขมัน



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่า Viscosity index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ Xanthan gum แทนที่ไขมันเทียบกับกะทิสด



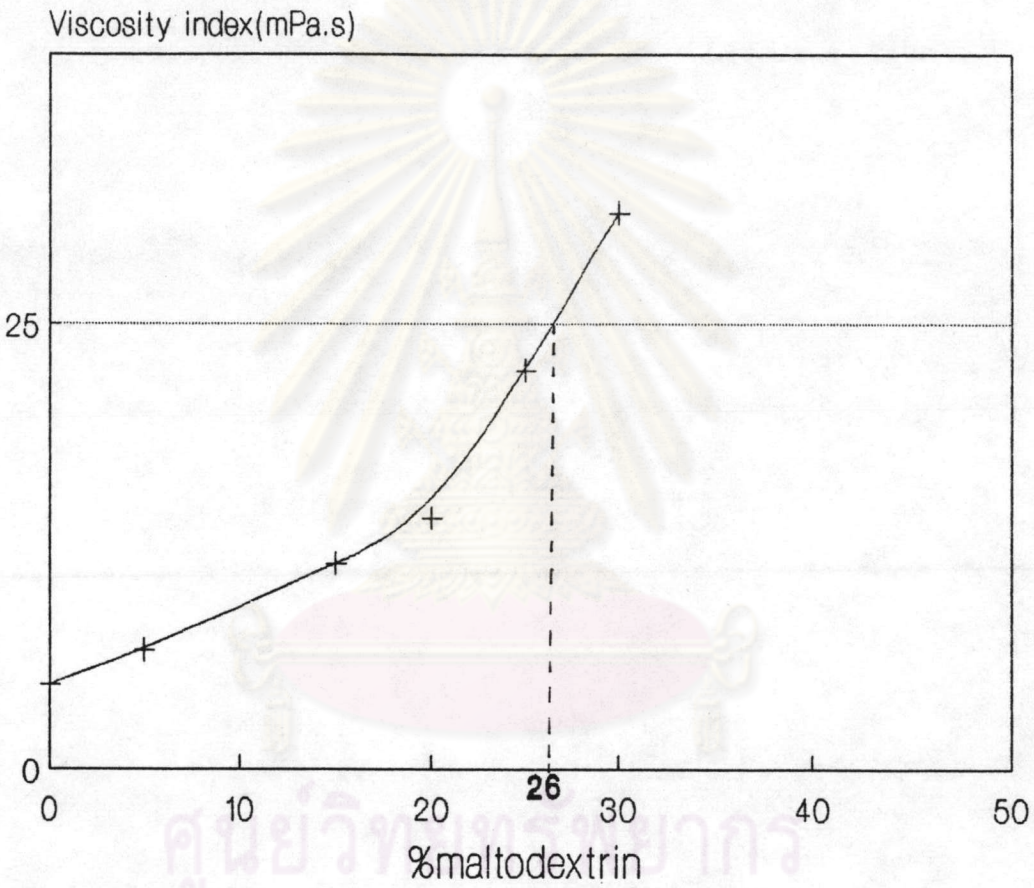
รูปที่ 11 กราฟแสดงค่า Flow Behaviour index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ Xanthan gum แทนที่ไขมันเทียบกับกะทิสด

จากรูปที่ 10 กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.11 ทำให้ค่า viscosity index เท่ากับกะทิสดคือ 25 mPa.s และจากรูปที่ 11 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.12 ทำให้ค่า Flow Behaviour index มีค่า 0.82 เท่ากับกะทิสด ค่าความเข้มข้นของ Xanthan gum จากกราฟทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกันนัก ในการเลือกความเข้มข้นของสารทดแทนไขมันที่จะใช้จะถือความหนืดเป็นหลักในการคัดเลือก ดังนั้นจึงเลือกใช้ Xanthan gum ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.11 ในกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50

2. ผลการศึกษาหาปริมาณ Maltodextrin

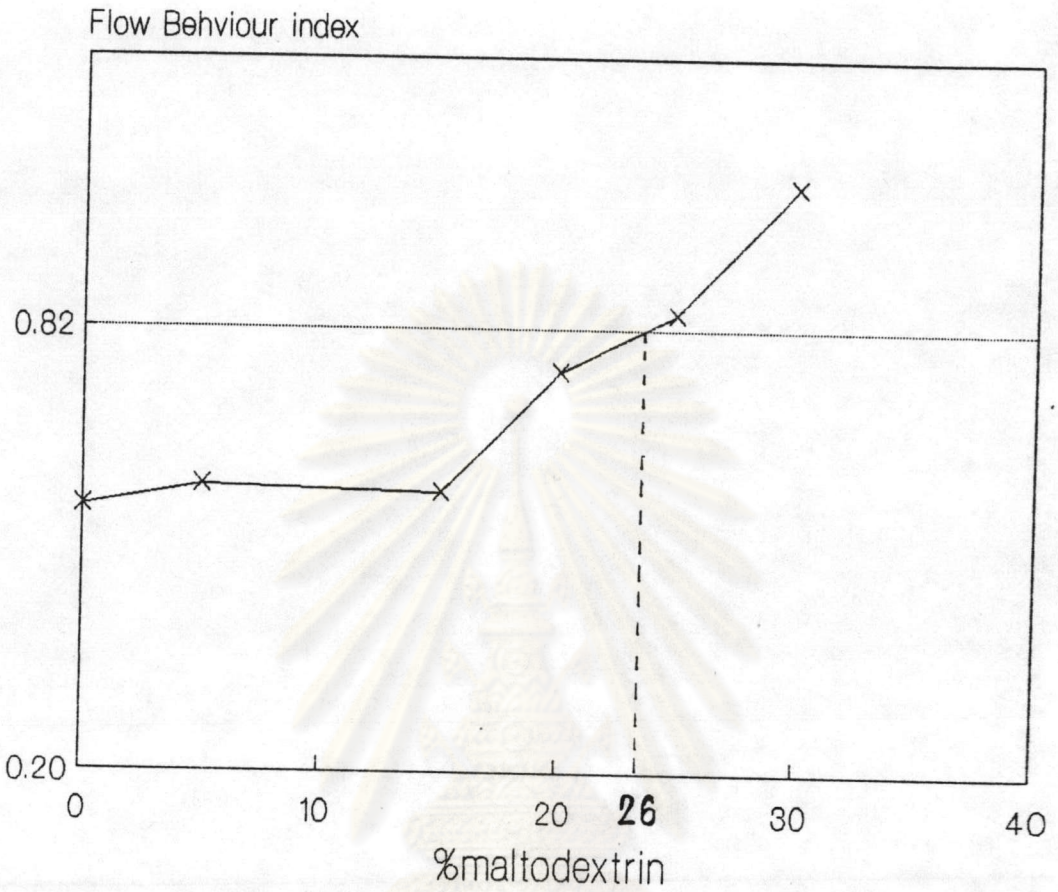
จากรูปที่ 12 และ 13 แสดงค่า viscosity index และ flow behaviour

index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ซึ่งใช้ Maltodextrin ร้อยละ 5, 15, 20, 25 และ 30 ในการแทนที่ไขมันเปรียบเทียบกับกะทิสด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 12 กราฟแสดงค่า Viscosity index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ Maltodextrin แทนที่ไขมันเทียบกับกะทิสด

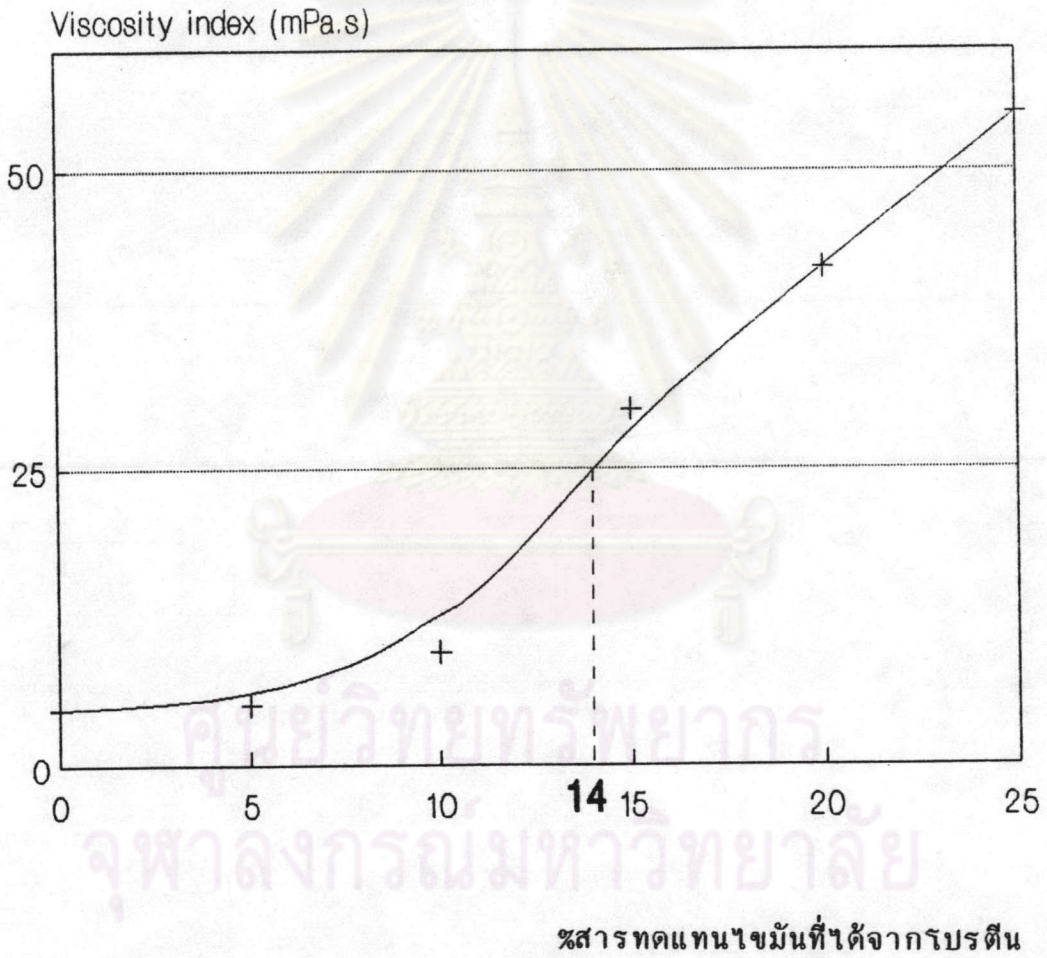


รูปที่ 13 กราฟแสดงค่า Flow Behaviour index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ Maltodextrin แทนที่ไขมันเทียบกับกะทิสด

จากกราฟที่ 12 และ 13 กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ใช้ Maltodextrin เข้มข้นร้อยละ 26 ให้มีค่า viscosity index เท่ากับ 25 mPa.s และความเข้มข้นร้อยละ 24 ให้ค่า flow behaviour index เท่ากับ 0.82 ดังนั้นจึงเลือกใช้ Maltodextrin ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 26 ในกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 เพื่อให้กะทิดังกล่าวมีความหนืดเท่ากับกะทิสด

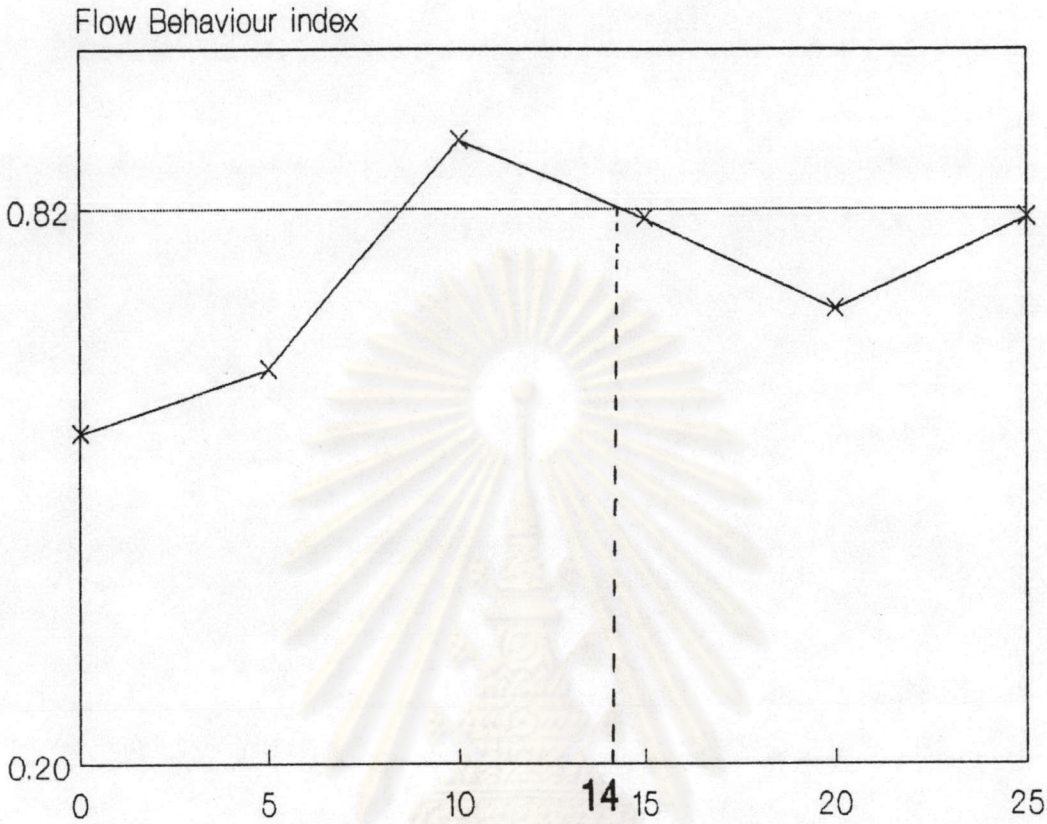
3. ผลการศึกษาหาปริมาณสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีน

จากรูปที่ 14 และ 15 แสดงค่า viscosity index และ flow behaviour index ของกะทิที่ไขมันเหลือร้อยละ 50 ซึ่งใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 แทนที่ไขมันเปรียบเทียบกับกะทิสด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 14 กราฟแสดงค่า viscosity index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนแทนที่ไขมันเทียบกับกะทิสด



รูปที่ 15 กราฟแสดงค่า flow behaviour index ของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนแทนที่ไขมันเทียบกับกะทิสด

จากกราฟที่ 14 และ 15 กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีน เข้มข้นร้อยละ 14 ให้มีค่า viscosity index เท่ากับ 25 mPa.s และให้ค่า flow behaviour index เท่ากับ 0.82 ดังนั้นจึงเลือกใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนที่มีความเข้มข้นร้อยละ 14 ในกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 เพื่อให้กะทิดังกล่าวมีความหนืดเท่ากับกะทิสด

จากกราฟที่ 10, 12 และ 14 ที่แสดงค่า viscosity index ของสารทดแทนไขมันทั้งสามชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อใช้กับกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 พบว่าจุดที่ค่า viscosity index มีค่าเท่ากับ 25 mPa.s ซึ่งเป็นค่า viscosity index ของกะทิสดนั้นจะใช้ xanthan gum ร้อยละ 0.11, maltodextrin ร้อยละ 26 และสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 14 กราฟที่ 11, 13 และ 15 แสดงค่า flow behaviour index ของสารทดแทนไขมันทั้งสามชนิดที่ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อใช้กับกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 พบว่าจุดที่ค่า flow behaviour index มีค่าเท่ากับ 0.82 ซึ่งเป็นค่า flow behaviour index ของกะทิสดนั้นจะใช้ xanthan gum ร้อยละ 0.12, maltodextrin ร้อยละ 24 และสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 14 จากผลดังกล่าวพบว่าความเข้มข้นของสารทดแทนไขมันแต่ละชนิดที่ทำให้ค่าทั้งสองเท่ากับกะทิสดนั้น มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการเลือกความเข้มข้นของสารทดแทนไขมันที่จะใช้จึงเลือกความเข้มข้นที่ทำให้ viscosity index เท่ากับกะทิสดเป็นหลัก

ตารางที่ 9 ปริมาณสารทดแทนไขมันชนิดต่างๆที่ใช้กับกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 เพื่อให้มีความหนืดเท่ากับกะทิสด

ปริมาณสารทดแทนไขมันชนิดต่างๆ (ร้อยละ)		
Xanthan gum	Maltodextrin	สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีน
0.11	26	14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดสอบประสาทสัมผัสต่อสารทดแทนไขมัน

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยทางด้าน สี กลิ่นรส ความมัน และความชอบรวมต่อกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้สารทดแทนไขมันทั้งสามชนิดปริมาณต่างๆ ทดสอบการยอมรับต่อลักษณะสี กลิ่นรส ความมัน และความชอบรวม โดยลักษณะสีมีคะแนน 1-5 ระดับคะแนน 5 หมายถึงมีสีขาวตามธรรมชาติ 1 หมายถึง มีสีขาวปนน้ำตาล กลิ่นรสมีคะแนน 1-5 ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีกลิ่นหอมมาก 1 หมายถึง มีกลิ่นหืน/มีกลิ่นแปลกปลอม ความมันมีคะแนน 1-5 ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีความมันมาก 1 หมายถึง มีรสแปลกปลอม และความชอบรวมมีคะแนน 1-9 ระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบที่สุด 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด (ภาคผนวก ค) ผลดังแสดงในตารางที่ 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ Xanthan gum ร้อยละ 0.11, Maltodextrin ร้อยละ 26 และสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนร้อยละ 14 แทนที่ไขมัน

สารทดแทนไขมัน	คะแนนเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	สี	ความมัน	กลิ่นรส	ความชอบรวม
X	4.4 ± 0.6^{a}	1.7 ± 1.0^{c}	2.5 ± 0.2^{bc}	4.4 ± 0.5^{c}
M	3.0 ± 0.7^{b}	4.6 ± 1.0^{a}	4.5 ± 0.2^{a}	7.8 ± 0.1^{a}
S	1.2 ± 0.9^{c}	1.4 ± 0.3^{c}	1.8 ± 0.4^{b}	2.0 ± 0.6^{d}

X = Xanthan gum

M = Maltodextrin

S = Simplesse

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในตารางแสดงว่า ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า Xanthan gum ด้านลักษณะสี มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 4.4±0.6 ให้กะทิที่มีสีขาวตามธรรมชาติมากที่สุด ภายหลังที่ผ่านการทำให้อิมัลชันเกิดความไม่คงตัวและเกิดการแยกตัวของชั้นน้ำมัน (breaking) Xanthan gum เป็นสารที่ให้ความหนืดสูง สารละลายของ Xanthan gum ร้อยละ 1 มีความหนืด 1,200-1,600 mPa.s ซึ่งการเติมสารที่ให้ความหนืดแก่ส่วนต่อเนื่อง ทำให้เกิดแรงผลักระหว่างอนุภาคของเหลวที่อยู่ใกล้กัน เพื่อขัดขวาง หรือหักล้างแรงดึงดูดแวน เดอร์ วาล (Vander Waal force) ทำให้อนุภาคของเหลวที่กระจายตัวมาใกล้ชิด หรือสัมผัสกันจนรวมตัวเป็นหยดขนาดใหญ่ได้ยาก สภาพอิมัลชันจึงคงตัวอยู่ได้นาน (Parker,1987) Xanthan gum มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิฟายเออร์

ที่ดีสำหรับอิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำ ความหนืดไม่มีการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง (ศิวาพร ศิวเวช,2529) เมื่อเม็ดไขมันมีการกระจายตัวมาก ทำให้การกระจายแสงกลับหมดของแสงในช่วงคลื่นต่างๆสามารถกระจายได้ดีกว่า ดังนั้นกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 ที่ใช้ Xanthan gum แทนที่ไขมันจึงมีสีขาวตามธรรมชาติมากที่สุด ส่วนกะทิที่ใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีน จะให้สีขาวปนน้ำตาล เนื่องจากสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีน ผลิตจากโปรตีนของนม และไข่ขาว โดยอาศัยขนาดของอนุภาคที่เล็กกว่า 1 ไมครอน จะให้ความรู้สึกว่าไหลลื่นได้ ลื่นจะรับรู้ในลักษณะคล้ายครีม แต่สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนไม่มีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิฟายเออร์ที่ดี ทำให้เม็ดไขมันซึ่งรวมตัวกันมีขนาดใหญ่กระจายแสงได้ไม่ดี จึงลดลักษณะการมองเห็นเป็นสีขาวน้อยลง เช่นเดียวกับ Maltodextrin ซึ่งมีคุณสมบัติการเป็นอิมัลซิฟายเออร์ได้ไม่ดีทำให้เม็ดไขมันมีการรวมตัวขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้มองดูค่อนข้างใส ส่วนสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบเป็นส่วนใหญ่ การมองเห็นจึงเป็นสีขาวปนน้ำตาล ในด้านกลิ่นรส และ ความมัน กะทิที่ใช้ Maltodextrin แทนที่ไขมันจะให้คะแนนเฉลี่ย 4.5±0.2 และ 4.6±1.0 ตามลำดับ ซึ่งดีกว่า Xanthan gum ที่มีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบด้านกลิ่นรส และความมันเป็น 2.5±0.2 และ 1.7±1.0 ตามลำดับ และสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนที่มีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบด้านกลิ่นรส และความมันเป็น 1.8±0.4 และ 1.4±0.3 ตามลำดับ เนื่องจากมีปริมาณการใช้สูงกว่าคือความเข้มข้นร้อยละ 26 ในกะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 Maltodextrin ช่วยให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่นและทำให้มีลักษณะที่ชุ่มน้ำ ส่วนสารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีน แม้จะใช้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับ Maltodextrin แต่สารทดแทนไขมันที่ได้จากปรตีน จะมีน้ำตาลอะมิโนเป็นองค์ประกอบ เช่น เฮกโซซามีน (hexosamine), อะเซติล-แลคโตซามีน (o-acetyle-lactosamine) และ โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosac-charide) สารประกอบเหล่านี้แม้จะพบในปริมาณน้อย แต่มีบทบาทสำคัญคือ ในกระบวนการที่ใช้ความร้อน สารประกอบเหล่านี้จะมีผลต่อกลิ่นของนม (วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ,2531) ทำให้กะทิที่ใช้สารทดแทนไขมันที่ได้จากโปรตีนแทนที่ไขมันมีกลิ่นของนมกลบกลิ่นของกะทิ และเมื่อพิจารณาจากคะแนนของความชอบรวมแล้ว พบว่า กะทิที่ใช้ Maltodextrin แทนที่ไขมันจะมีคะแนนการยอมรับสูงสุดคือ 7.8±0.1 ดังนั้นจึงเลือกกะทิที่มีไขมันร้อยละ 50 ที่ใช้ Maltodextrin ร้อยละ 26

ผลการใช้กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ Maltodextrin ร้อยละ 26 เทียบกับกะทิสด

โดยใช้ประกอบอาหารคาว (แกงเขียวหวานไก่) และอาหารหวาน (กล้วยบวดชี) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านลักษณะสี กลิ่นรส และความมัน ของอาหารทั้ง 2 ชนิด กับกะทิสด โดยใช้วิธี Multiple Comparison Test เพื่อทดสอบความแตกต่างในลักษณะดังกล่าวของอาหารที่ประกอบโดยใช้กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ maltodextrin ร้อยละ 26 กับตัวอย่างที่เป็นมาตรฐาน (อาหารที่ใช้กะทิสด) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค. ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาเปลี่ยนเป็นตัวเลขจาก 1-9 โดยที่คะแนน 5 = ไม่มีความแตกต่างเลย คะแนน 1 = ด้อยกว่าตัวอย่างมาตรฐานที่สุด และคะแนน 9 = ดีกว่าตัวอย่างมาตรฐานที่สุด จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ภาคผนวก ง.) พบว่าอาหารทั้งสองชนิดที่ใช้กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ maltodextrin ร้อยละ 26 ประกอบนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในลักษณะสี กลิ่นรส และความมัน

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส และความมันของอาหารที่ใช้กะทิที่มีไขมันเหลือร้อยละ 50 และ maltodextrin ร้อยละ 26

ชนิดอาหาร	คะแนนการยอมรับในลักษณะต่างๆ		
	สี	กลิ่นรส	ความมัน
แกงเขียวหวานไก่	4.8±0.2	4.5±0.4	4.9±1.0
กล้วยบวดชี	4.5±0.5	4.5±0.2	4.6±0.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการศึกษาอายุการเก็บ

1. ปริมาณกรดไขมันอิสระ (คำนวณเป็นร้อยละของกรดลอริก)ทุก 2 วัน ดังแสดงผลในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ปริมาณร้อยละของกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นในระยะเวลาการเก็บ 6 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ปริมาณกรดไขมันอิสระ (ร้อยละ)	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)		
	2	4	6
	0.13	0.21	0.45

2. หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระยะการเก็บ 6 วัน ดังแสดงผลในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระยะเวลาการเก็บ 6 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/ลูกบาศก์-เซนติเมตร)	ระยะเวลาการเก็บ (วัน)		
	2	4	6
	200	800	4000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกะทิสำเร็จรูป กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดปริมาณกรดไขมันอิสระ (คำนวณเป็นกรดลอริก) ไม่เกินร้อยละ 0.3 และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่เกิน 20000 โคโลนี Hagenmaier (1980) ได้รายงานว่าใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่เวลามากกว่า 5 นาที ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน จากตารางที่ 14-15 พบว่ากะทิที่มไขมันร้อยละ 50 ที่แทนที่ไขมันด้วย Maltodextrin ร้อยละ 26 ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สามารถเก็บไว้ในห้องแช่เย็นอุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส ได้นาน 6 วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย