



วิทยานิพนธ์

ผลของแซนแทนกัมและขมิ้นชันผงต่อคุณภาพ

ผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

**EFFECT OF XANTHAN GUM AND TURMERIC POWDER ON
FROZEN CHICKEN GREEN CURRY PRODUCT QUALITIES**

นางสาวนันทิยา ญาณสุภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของแซนแทนกัมและขมิ้นชันผงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

Effect of Xanthan Gum and Turmeric Powder on Frozen Chicken Green Curry Product Qualities

นามผู้วิจัย นางสาวนันทยา ญาณสุภาพ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, D.Agr.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธงชัย สุวรรณสิขณน์, Ph.D.)

กรรมการ

(อาจารย์สุนทรรัตน์ ชื่นพุดิ, พบ.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉกหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของแซนแทนกัมและขมิ้นชันผงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

Effect of Xanthan Gum and Turmeric Powder on Frozen Chicken Green Curry Product Qualities

โดย

นางสาวนันทิยา ญาณสุภาพ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2550

นันทิยา ญาณสุภาพ 2550: ผลของแซนแทนกัมและไขมันชั้นผงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวาน
ไก่แซ่แข็ง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาพัฒนา
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ภาควิชาการที่ปรึกษา:
รองศาสตราจารย์รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, D.Agr. 80 หน้า

แกงเขียวหวานไก่เป็นอาหารไทยที่ได้รับความนิยม และส่วนใหญ่มีส่งออกในรูปแบบอาหารแช่แข็ง กะทิเป็นส่วนประกอบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์และทำให้แกงเขียวหวานเป็นอาหารที่มีไขมันสูง นอกจากนี้อาหารแช่แข็งมักเสื่อมเสียจากออกซิเดชันในระหว่างการเก็บ จากการสำรวจผู้บริโภคที่มีผู้ตอบ 120 คน เพื่อสอบถามทัศนคติและความต้องการต่อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งโดยเฉพาะแกง พบว่า 65% ของผู้ตอบแบบสอบถามคำนึงถึงการบริโภคอาหารไขมันต่ำ และ 88% ของผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยกับการใช้สมุนไพรเพื่อป้องกันการเสื่อมเสียระหว่างการเก็บ ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงศึกษาผลของแซนแทนกัมและไขมันชั้นผงในผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยเป็น fat replacer และสารต้านอนุมูลอิสระ ตามลำดับ ไขมันชั้นผงเตรียมจากการให้ความร้อนด้วยสตีมีมีค่า L^* , a^* และ b^* รวมทั้งความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ($1/EC_{50}$) ที่สูงกว่าไขมันที่เตรียมจากการให้ความร้อนภายใต้ความดันสูงก่อนการอบแห้ง ผลของแซนแทนกัม (0.025% และ 0.050%) ต่อคุณภาพของแกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง โดยลดปริมาณกะทิลง 25% และ 50% ตามลำดับ แล้วเปรียบเทียบกับคุณภาพกับสูตรปกติ (control) (สูตรที่ใช้ปริมาณกะทิเต็ม) พบว่า ความหนืดและความคงตัวของน้ำแกงเขียวหวานที่กรองเอาชิ้นเนื้อและผักออกแล้วมีค่าเพิ่มขึ้นหลังวงจรการแช่แข็งและละลายเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น เนื่องจากแกงเขียวหวานที่เติมแซนแทนกัม 0.050% ให้ลักษณะน้ำแกงที่ข้นหนืดสูงไป ดังนั้น จึงเลือกความเข้มข้น 0.025% มาศึกษาต่อไป เมื่อศึกษาผลของไขมันชั้นผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง พบว่า แกงเขียวหวานที่มีไขมันชั้นผง 0.10% มีค่า b^* สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรปกติและสูตรที่เติมแซนแทนกัม 0.025% อย่างเดียว ค่า TBARS ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความหืนในผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำสุดในแกงที่มีไขมันชั้นผง 0.10% หลังผ่านวงจรการแช่แข็งและละลาย 1, 4 และ 7 วงจร จากการทดลองนี้จะเห็นว่า ในเทอมของความหนืดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระนั้น แซนแทนกัมและไขมันชั้นผงสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งต่อไป

Nuntiya Yansupap 2007: Effect of Xanthan Gum and Turmeric Powder on Frozen Chicken Green Curry Product Qualities. Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Associate Professor Rungnaphar Pongsawatmanit, D.Agr. 80 pages.

Chicken green curry is a popular traditional Thai food and most are exported as frozen food. Coconut milk is used as an ingredient in the product and led to be a high fat food. In addition, frozen foods can be deteriorated from oxidation during the storage. Consumer survey was conducted from 120 respondents and asked participants to state or describe the quality of the required frozen food especially for curry. The survey indicated that 65 percent concerned about the low fat food and 88 percent agreed for using herb to prevent the deterioration during storage. Therefore, in this study, the effect of xanthan gum and curcumin powder were used in green curry for solving such problems as the fat replacer and antioxidant, respectively. Turmeric powder was prepared from heating using steam showed the higher value of color parameters (L^* , a^* and b^*) and antioxidant activity ($1/EC_{50}$) compared with that prepared from heating with pressure cooker prior to drying. The effect of xanthan gum (0.025% and 0.050%) on the quality of frozen chicken green curry was investigated by reducing the coconut milk content about 25% and 50% compared with that of control (full coconut milk content of the formula), respectively. The viscosity and freeze-thaw stability of liquid part of green curry (without meat and vegetables using filtration) increased with increasing xanthan content after repeated freeze-thaw treatment. Since the green curry containing 0.05% xanthan gum exhibited high viscous appearance, the concentration of 0.025% was selected for next study. The b^* parameter after 7 cycles of freeze-thaw treatment of green curry product containing 0.10% turmeric powder was highest compared with those of control and containing 0.025% xanthan gum. The TBARS values indicating rancidity in the product were lowest in the curry containing 0.10% turmeric powder after 1, 4 and 7 freeze-thaw cycles. The results suggest that in terms of viscosity (fat replacers) and antioxidant properties, xanthan gum and turmeric can be applied in frozen chicken green curry for further product development.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร. รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย สุวรรณสีชนัน กรรมการวิชาเอก อาจารย์สุมนรัตน์ ชื่นพุฒิ กรรมการวิชาการ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำงานวิจัย รวมทั้งตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ และ ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ นัยวิกุล ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมและตรวจแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบริษัท โกลโบ ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด และ บริษัทไทยฟู้ด แอนด์ เคมิคอล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ วัสดุ ในงานวิทยานิพนธ์นี้ ตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ภาควิชา พัฒนาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเกษตร ที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้เอื้อนามไว้ในที่นี้ทุกท่าน สำหรับความรัก ความห่วงใย และ กำลังใจที่มีให้แก่ข้าพเจ้ามาตลอดจนจบการศึกษา สิ่งใดที่เป็นส่วนดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่ครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่ผู้เดียว

นันทิยา ญาณสุภาพ

เมษายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	30
อุปกรณ์	30
วิธีการ	32
ผลและวิจารณ์	43
สรุป	64
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	65
ภาคผนวก	72
ภาคผนวก ก แบบสำรวจพฤติกรรม และทัศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์	
แกงเขียวหวานสำเร็จรูปแช่แข็ง	73
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	80

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผู้ประกอบการในตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทาน ปี 2549	10
2	ส่วนแบ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทาน ปี 2549	10
3	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำกะทิ	18
4	ค่า IC_{50} ของสารประกอบในไขมันชั้นที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบ อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการเกิดออกซิเดชันของ linoleic acid	28
5	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ไขมันผง (มพช. 676/2547)	29
6	ส่วนประกอบ และปริมาณของส่วนประกอบในการเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาผลของแซนแทนกัมต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง	38
7	ส่วนประกอบ และปริมาณของส่วนประกอบในการเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาผลของไขมันชั้นผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง	41
8	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 120 คนจากการสำรวจทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้บริโภคในการบริโภคอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง	44
9	ข้อมูลทัศนคติ และพฤติกรรมในการบริโภคอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง ของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 120 คน	45
10	ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาเป็นอันดับ 1, 2 และ 3 ในการซื้อครั้งแรก และการซื้อซ้ำ	47
11	การสังเกตอายุการเก็บผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 120 คน	47
12	ข้อมูลของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งที่บริโภค และข้อมูลของการบริโภคอาหารลดไขมัน	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	คุณลักษณะอันดับ 1, 2 และ 3 ของแกลดไขมันที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ	51
14	ทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์แกลดสำเร็จรูปลดไขมันแช่แข็ง	52
15	ปริมาณผลผลิต (%) ของไขมันชั้นแห้ง และไขมันชั้นผง	54
16	ปริมาณความชื้น (%) และ a_w ของไขมันชั้นผงที่ให้ความร้อนโดยการนึ่งด้วยสตีม และภายใต้ความดันสูง	54
17	ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของไขมันชั้นผงที่ให้ความร้อนโดยการนึ่งด้วยสตีม และภายใต้ความดันสูง	55
18	ค่า antiradical activity ($1/EC_{50}$) ของสารสกัดจากไขมันชั้น	57
19	ค่าความหนืดปรากฏที่ shear rate 49 s^{-1} ของตัวอย่างน้ำแกลดเขียวหวานหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 1, 4 และ 7 วงจร	59
20	ค่าสีของน้ำแกลดเขียวหวานแช่แข็ง	62
21	ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของน้ำแกลดเขียวหวานแช่แข็ง	63

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 การสูญเสียความคงตัวของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ	19
2 การเกิดครีมของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ	20
3 การเกิด coalescence ของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ และการแยกชั้นของน้ำมัน และน้ำ	21
4 โครงสร้างของแซนแทนกัม	23
5 สารประกอบเคอร์คิวมินอยด์ที่พบในขมิ้นชัน	26
6 การศึกษาคุณภาพ และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชันผง	34
7 การศึกษาผลของแซนแทนกัมต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แซ่แซ่	39
8 การศึกษาผลของขมิ้นชันผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แซ่แซ่	42
9 ตัวอย่าง sigmoid curve ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน ($\mu\text{g/ml}$) กับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)	56
10 กราฟความหนืด (viscosity curve) ของตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรปกติ (control) (a), สูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.025% (b), และสูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.050% (c) หลังการแช่แข็งและละลาย	58
11 ลักษณะปรากฏของน้ำแกงเขียวหวานทั้ง 3 สูตร หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 0 วงจร (a), 1 วงจร (b), 4 วงจร, (c) และ 7 วงจร (d)	60
12 ลักษณะปรากฏของน้ำแกงเขียวหวานสูตรปกติ (control) (a) , สูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.025% (b) และ สูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.050% (c) หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 0, 1, 4 และ 7 วงจร	61
13 ค่า TBARS ของน้ำแกงเขียวหวานแช่แข็งหลังผ่านวงจรการแช่แข็ง และละลาย	63

ผลของแซนแทนกัมและขมิ้นชันผงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

Effect of Xanthan Gum and Turmeric Powder on Frozen Chicken Green Curry Product Qualities

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศส่งออกอาหารที่สำคัญประเทศหนึ่งของโลก เนื่องจากความได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ เทคโนโลยี และฐานการผลิต โดยประเทศไทยเป็นอันดับต้นๆ ในการผลิตอาหารป้อนสู่โลก ปัจจุบันสถานการณ์แข่งขันได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น อีกทั้งความต้องการต่ออาหารของผู้บริโภคทั่วโลกมีแนวโน้มไปทางด้านคุณภาพ และความปลอดภัย รวมถึงด้านสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารที่ส่งออกไปยังต่างประเทศจึงจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพในด้านต่างๆ เช่น เนื้อสัมผัส ความคงตัว และคุณค่าทางโภชนาการ เป็นต้น เพื่อเพิ่มมูลค่า และเพิ่มขีดความสามารถในการรักษา และเพิ่มตลาดทั้งใน และนอกประเทศที่สำคัญ (นภาพรรณ, 2543)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานหรือกึ่งสำเร็จรูป เป็นทางเลือกหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มมูลค่าการส่งออกของอาหารไทย อาหารสำเร็จรูปชนิดพร้อมรับประทาน (ready to eat) ในปัจจุบันเริ่มเป็นที่รู้จักยอมรับมากขึ้น เนื่องจากพฤติกรรมความเป็นอยู่ของคนในสังคมปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไป ผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์อาหารที่สะดวก มีประโยชน์ต่อสุขภาพ และสะดวกต่อการรับประทาน (มลศิริ, 2545) ดังนั้นอาหารประเภทพร้อมรับประทาน ซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยการแช่แข็ง และสามารถบริโภคได้หลังการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานซึ่งเป็นอาหารไทยที่ได้รับความนิยมจากคนไทย และต่างประเทศ โดย นภาพรรณ (2543) พบว่า แกงเขียวหวานเป็นที่นิยมของชาวต่างประเทศเป็นอันดับที่ 3 รองจากต้มยำกุ้ง และผัดไทย

แกงเขียวหวานเป็นอาหารที่มีเครื่องเทศ และสมุนไพรเป็นส่วนประกอบอยู่สูง และถือว่าเป็นอาหารที่ดีต่อสุขภาพแต่มีกะทิเป็นส่วนประกอบ ปัจจุบันผู้บริโภคทั่วโลกหันมาใส่ใจในสุขภาพ โดยการลดปริมาณไขมัน (Lobato-Calleros *et al.*, 2004) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ใช้กะทิในปริมาณที่น้อยลงทำให้มีไขมันต่ำกว่าปกติด้วยการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) (Pongsawatmanit and Chonweerawong, 2003; Chonweerawong *et al.*, 2004) โดยทำหน้าที่เป็นสารทดแทนไขมัน (fat

replacer) และยังปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้านความหนืดรวมทั้งเป็นสารให้ความคงตัวในอาหารประเภทอิมัลชันที่มีไขมันสูงป้องกันการแยกชั้นของไขมัน และน้ำ ซึ่งการแยกชั้นของน้ำกะทิเป็นลักษณะความไม่คงตัวของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Pongsawatmanit and Chonweerawong, 2003; Chonweerawong *et al.*, 2004) ในผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งที่มีลิพิดเป็นส่วนประกอบมักพบปัญหาการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้เกิดลักษณะที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การใช้เครื่องเทศ เช่น ขมิ้นชันผงเพื่อเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์แกง จะช่วยในด้านสีของผลิตภัณฑ์ด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษา ผลของส่วนประกอบอาหาร (food ingredients) ได้แก่ ไฮโดรคอลลอยด์ และขมิ้นชันผง เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัส ให้ความคงตัวระหว่างการแช่แข็ง และยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ โดยได้ศึกษาผลของแซนแทนกัม และขมิ้นชันผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำกว่า สูตรปกติ (control) (สูตรที่ใช้ปริมาณกะทิตามที่กำหนด) และมีความคงตัวตลอดการเก็บรักษา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง
2. เพื่อศึกษาคุณภาพและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชันผง
3. เพื่อศึกษาผลของแซนแทนกัมและขมิ้นชันผงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

การตรวจเอกสาร

1. ตลาด และความชอบของอาหารไทย

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าประเทศไทยเป็นฐานการผลิตอาหารที่สำคัญของโลก อาหารไทยเป็นอาหารที่ประชากรโลกในประเทศต่างๆให้ความสนใจบริโภค ทั้งนี้เนื่องจากรสชาติ สี สัน และความกลมกล่อมที่เป็นเอกลักษณ์ของอาหารไทย ซึ่งเกิดจากวัตถุดิบต่างๆที่ใช้ในการผลิตตามแต่ละประเภทของอาหาร ไม่ว่าจะเป็นอาหารคาว หรือ อาหารหวาน

การปรุงอาหารไทยในแต่ละชนิดนั้นใช้วิธีการปรุงที่แตกต่างกันไป อาหารไทยบางชนิดต้องใช้ไฟอ่อน (ความร้อนต่ำ) บางชนิดต้องใช้ไฟแรง (ความร้อนสูง) อาหารจึงจะสุกและอ่อนนุ่มน่ารับประทาน จากวิธีการ และขั้นตอนอันละเอียดอ่อนเต็มไปด้วยกลวิธีที่ถือได้ว่าเป็นความสามารถพิเศษในการปรุงอาหารไทย ทำให้ได้อาหารที่กลมกล่อมชวนรับประทาน

1.1 ตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารไทยในปัจจุบัน และในอนาคต

ในอดีตที่ผ่านมา อาหารไทยเป็นที่รู้จักของคนทั่วโลก ในช่วงแรกๆเริ่มจากการเดินทางค้าขาย การสร้างความสัมพันธ์ทางการทูต การเผยแผ่ศาสนา การศึกษา และการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรม จนกระทั่งในปัจจุบันได้มีการจัดตั้งร้านอาหารไทยในประเทศต่างๆทั่วโลก โดยประมาณว่าร้านอาหารไทยในต่างประเทศมีมากกว่า 6,954 แห่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา และอเมริกามีร้านอาหารไทยประมาณ 1,635 แห่ง ในประเทศออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์มีประมาณ 996 แห่ง และในประเทศแถบทวีปเอเชียมีประมาณ 920 แห่ง ตะวันออกกลาง 81 แห่ง และแอฟริกาใต้ 38 แห่ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นร้านขนาดกลาง และขนาดเล็ก

สมาคมภัตตาคารสหรัฐอเมริกา (National Restaurant Association: NRA) ได้ศึกษาความนิยมบริโภคอาหารในสหรัฐอเมริกา พบว่า อาหารไทยได้รับความนิยมบริโภคเป็นอันดับที่ 6 รองลงมาจากอาหารอิตาลี เยอรมัน ญี่ปุ่น และฝรั่งเศส โดยอาหารไทยถือว่ามีรายได้เปรียบอาหารของชาติอื่นๆ ในด้านรสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการ

ปัจจุบันอาหารไทยที่ให้บริการในต่างประเทศมีมากมาย และหลากหลายด้วยรสชาติ คือแบบดั้งเดิมซึ่งมีรสเข้มข้น และเผ็ดร้อน และแบบประยุกต์ โดยลดเครื่องเทศ และเครื่องปรุงรส เช่น พริก หอม กระเทียม และมะนาวลง เพื่อลดความเข้มข้นของรสชาติ นอกจากนี้ได้มีการพัฒนาอาหารไทยจานด่วน หรือ อาหารไทยปรุงสำเร็จ ที่สามารถซื้อกลับไปรับประทานที่บ้านหรือมีบริการส่งให้ถึงบ้าน

ด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารที่ทันสมัยในปัจจุบันทำให้คนทั่วโลกทำความรู้จักอาหารไทยได้ง่ายขึ้น เช่น ผ่านอินเทอร์เน็ตซึ่งมีเว็บไซต์ต่างๆ ที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับอาหารไทยและร้านอาหารไทยในต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีการเปิดโรงเรียน เพื่อสอนการทำอาหารไทย โดยเฉพาะด้วย

ร้านอาหารไทยในต่างประเทศนั้นไม่ได้ทำหน้าที่เพียงเป็นสื่อหรือทูตวัฒนธรรมในการนำอาหารไทยให้คนทั่วโลกรู้จักเท่านั้น แต่ร้านอาหารไทยในต่างประเทศยังเป็นกลยุทธ์ทางธุรกิจที่สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศอีกทางหนึ่งด้วย โดยจะเห็นได้ว่าสินค้าและวัตถุดิบอาหารสามารถทำรายได้เข้าประเทศปีละกว่าแสนล้านบาท โดยในปี 2539 สินค้าอาหารที่สำคัญ 7 รายการ ได้แก่ อาหารทะเลแช่แข็ง/แปรรูป ผักผลไม้สด/แช่แข็ง/แปรรูป เนื้อสัตว์ปีกแช่แข็ง/แปรรูป, ผลิตภัณฑ์ข้าว และอาหารสำเร็จรูปอื่นๆ น้ำตาลทราย อาหารสัตว์และน้ำปลา และสิ่งปรุงรสอาหาร มีมูลค่าการส่งออก 190,306 ล้านบาท หรือ คิดเป็น 13.5% ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด และเพิ่มเป็น 223,426 ล้านบาทในปี 2540 หรือ คิดเป็น 12.4% ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด (ศูนย์วิจัยสถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543)

สำหรับสินค้าในกลุ่มอาหารที่ผลิตเพื่อการส่งออก กรรมวิธีตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบ และแหล่งของวัตถุดิบ การควบคุมคุณภาพ บรรจุภัณฑ์ การบรรจุ การตลาด เป็นหัวใจสำคัญ อย่างไรก็ตาม การวิจัยและพัฒนาต้องทำอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป และกึ่งสำเร็จรูป รวมทั้งอาหารเพื่อสุขภาพ จึงเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่น่าสนใจ และมีแนวโน้มสดใสในอนาคต (นภาพร, 2543)

1.1.1 อาหารเพื่อสุขภาพ

ปัจจุบันพฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนไทยได้เปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพเศรษฐกิจ และสังคม โดยพบว่าคนไทยในปัจจุบันเริ่มมีแนวโน้มที่จะซื้อสินค้าโดยไม่ได้พิจารณาที่ราคาถูกที่สุด แต่มีการรับเอาวัฒนธรรมจากชาติตะวันตกโดยเฉพาะยุโรปและอเมริกามากขึ้น คือ ผู้บริโภคจะสนใจในสุขภาพของทั้งตนเองและครอบครัว รับประทานอาหารจากทั่วโลก มีเวลาสำหรับประกอบอาหารหรือการบริโภคอาหารลดลง มีชีวิตที่เร่งรีบ มีความเครียด และอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีมลพิษมากขึ้น มลศิริ (2545) ได้เสนอความเห็นเกี่ยวกับแนวโน้มความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารของประชากรโลกในศตวรรษที่ 21 ไว้ดังนี้

- More convenience คือ สะดวกในการหาซื้อ ซึ่งในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปที่ได้รับความนิยมอย่างมากในสหรัฐอเมริกา และยุโรป เรียกว่า Home meal replacement (HMR) เป็นอาหารพร้อมบริโภค คือ ผ่านการปรุงและทำให้สุกแล้วเก็บด้วยการแช่เย็นหรือแช่แข็งไว้ เมื่อต้องการบริโภคก็นำมาอุ่นในเตาอบหรือเตาไมโครเวฟ เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ไม่ค่อยมีเวลาประกอบอาหารเอง

- Higher quality and better tasting คือ มีคุณภาพด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสดี อร่อย น่ารับประทาน สด และสะอาด ดังนั้นอุตสาหกรรมอาหารจึงต้องพัฒนากรรมวิธีในการแปรรูปเพื่อรักษาความสดของอาหาร และคงคุณภาพทางประสาทสัมผัสเอาไว้

- Fresher or more natural ผู้บริโภคต้องการบริโภคอาหารที่มีความสดหรือมาจากธรรมชาติ ปลอดจากสารเคมีที่มีอันตราย นอกจากนี้แล้วยังต้องการบริโภคอาหารที่ผ่านการแปรรูปน้อยที่สุด เพื่อที่จะสงวนคุณค่ารักษาความสด และเนื้อสัมผัสของอาหารตามธรรมชาติไว้ให้ได้มากที่สุด

- Healthier or high nutritional value ผู้บริโภคต้องการอาหารที่มีคุณค่าประโยชน์ต่อร่างกาย ทั้งสารอาหาร และไม่ใช่สารอาหารที่ช่วยให้แข็งแรง มีภูมิคุ้มกันโรค ป้องกัน หรือบรรเทาอาการของโรคบางชนิด

- Safer or wholesomeness คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยจากเชื้อโรค และสารพิษ

- Technology driven innovation มีการศึกษาวิจัยใหม่ๆ เกี่ยวกับสารกันเสียที่มีความปลอดภัย เพื่อใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษา หรือ สารที่ใช้ในการแต่งสี กลิ่น รส หรือ เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหาร เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่มีการเสริมหรือดัดแปลงส่วนประกอบบางอย่าง อาจทำให้มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้

1.1.2 อาหารไขมันต่ำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่รับประทานเข้าไป และสุขภาพเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่พัฒนาแล้ว เนื่องจากการบริโภคไขมันในปริมาณที่มากเกินไปอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ เช่น โรคหัวใจ โรคอ้วน ดังนั้น จึงได้มีการสนับสนุน/ส่งเสริม ให้มีการบริโภคไขมันในปริมาณที่น้อยลง ส่งให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทลดไขมัน และสารทดแทนไขมัน (fat replacer) เติบโตอย่างรวดเร็ว

ผลิตภัณฑ์ไขมันลดต่ำลง (reduced fat products) หมายถึง อาหารที่มีปริมาณไขมันลดลงอย่างน้อย 25% จากสูตรปกติต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเลียนแบบผลิตภัณฑ์ไขมันเต็มในคุณลักษณะด้านต่างๆ ทั้งทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส โดยการใช้สารทดแทนไขมัน เช่น ไฮโดรคอลลอยด์ เพื่อเลียนแบบอนุภาคเม็ดไขมัน หรือ เลียนแบบโปรตีนที่อาจเสื่อมสภาพในระหว่างการแปรรูป ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนั้นๆ ไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้ ได้แก่ กัวร์กัม ลูกสปีนกัม และแซนแทนกัม สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) เช่น นม ชุป โยเกิร์ต ไอศกรีม dressing และอื่นๆนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดไขมันอาจทำได้โดยการเลียนแบบคุณลักษณะทางรีโอโรจีของผลิตภัณฑ์ไขมันเต็มโดยใช้สารทดแทนไขมัน นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงคุณลักษณะด้านอื่นๆด้วย เช่น สมบัติด้านความคงตัว และการยอมรับของผู้บริโภค เป็นต้น (Jones, 1996)

1.1.3 อาหารแช่แข็ง (frozen food)

อาหารแช่แข็งเริ่มมีจำหน่ายในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2534 แต่ผู้บริโภคเริ่มรู้จักและบริโภคผลิตภัณฑ์ในกลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่มเท่านั้น โดยการบริโภคอาหารแช่แข็งในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากพฤติกรรมผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป คือความต้องการความสะดวกและรวดเร็ว ประกอบกับการมีรายได้เพิ่มขึ้น รวมทั้งการยอมรับหรือการชอบทดลองของใหม่ๆของผู้บริโภค 3 กลุ่มแรก (ตามหลักการแบ่งของ Rogers) ซึ่งแบ่งกลุ่มผู้บริโภคที่มองเห็นคุณค่าสิ่งใหม่ๆออกเป็น 5 กลุ่ม คือ innovators (นักนวัตกรรม) กลุ่ม early adopters (กลุ่มผู้นำสมัย) และกลุ่ม early Majority (กลุ่มทันสมัย) ซึ่งมีถึง 50% โดยในปัจจุบันตลาดอาหารแช่แข็งมีมูลค่ากว่า 1,000 ล้านบาท

จากลักษณะดังกล่าว ทำให้ผู้ผลิตพัฒนาอาหารประเภทต่างๆออกสู่ผู้บริโภคมากขึ้น แต่การพัฒนาอาหารแช่แข็งในช่วงแรกๆเป็นไปได้ช้า เนื่องจากยังขาดการพัฒนาในด้านคุณภาพ ราคา สายการขนส่ง การให้ความรู้แก่ผู้บริโภค การส่งเสริมการตลาด รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ตู้แช่แข็ง ซึ่งอาจต้องใช้เวลาในการพัฒนา

ปัจจุบันประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง เช่น ไก่แช่แข็ง อาหารทะเลแช่แข็ง อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานแช่แข็ง ผักและผลไม้แช่แข็ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการผลิตอาหารแช่แข็งมีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดเวลา เช่น ไก่สดแช่แข็ง และไก่แปรรูปแช่แข็ง ในปี 2548 สามารถส่งออกเป็นปริมาณถึง 235,897 ตันมีมูลค่า 27,606 ล้านบาท โดยมีปริมาณการขยายสูงขึ้น 35.4% ตลาดส่งออกหลักได้แก่ ญี่ปุ่น 48.5% และสหภาพยุโรป 46.7% เป็นต้น

1.1.4 อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (ready to eat)

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตอาหารประเภทสำเร็จรูป และกึ่งสำเร็จรูปที่สำคัญส่งออกไปขายทั่วโลก ซึ่งพบว่ามี การส่งออกอาหารไทย (thai cuisine) ด้วย แต่เป็นสัดส่วนที่น้อยมาก อาหารไทยที่ผลิตเพื่อส่งออกมีหลายลักษณะ เช่น ประเภทกึ่งสำเร็จรูป (instant food), ประเภทสำเร็จรูปแบบพร้อมรับประทาน (ready to eat food) ประเภทเครื่องเทศ และประเภทเครื่องแกงสำเร็จรูป (mixed seasoning) โดยส่วนใหญ่นิยมแปรรูปด้วยการแช่แข็ง บรรจุกระป๋อง และการทำแห้ง

อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทาน ในปัจจุบันนี้เริ่มเป็นที่รู้จักและยอมรับมากขึ้น เนื่องมาจากสภาพความเป็นอยู่ของคนในสังคมปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้คนอยู่ในสภาวะที่ต้องรีบเร่ง และแข่งขันอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นอาหารที่สะดวกแก่การบริโภค และช่วยประหยัดเวลาในการเตรียม และประกอบอาหารจึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้น สำหรับตลาดอาหารแช่แข็งในประเทศไทยนั้นเริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2534 โดยในระยะแรกของการเข้าสู่ตลาดนั้น อาหารแช่แข็งมีราคาแพง ผู้บริโภคจึงจำกัดอยู่เฉพาะกลุ่มผู้บริโภคระดับบน เนื่องจากอาหารกล่องหนึ่งราคา 40-50 บาท ซึ่งสูงกว่าอาหารทั่วไปประมาณ 1 เท่าตัว ประกอบกับผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคอาหารมาก ทำให้ตลาดอาหารแช่แข็งเป็นตลาดเฉพาะกลุ่ม

ตลาดอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทานเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นในปี 2544 อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งยี่ห้อฮีโร่ เข้าวางจำหน่ายในตลาดโดยอาศัยความได้เปรียบทางช่องทางการจัดจำหน่ายผ่านร้านสะดวกซื้อ เซเว่นอีเลฟเว่น โดยกำหนดกลยุทธ์ด้านราคาเริ่มต้นที่กล่องละ 29 บาท จากนั้นจึงใช้กลยุทธ์การันเตอร์ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภค ตามมาด้วยอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งยี่ห้อฮีโร่มีล (บริษัทสุรพลฟู๊ดส์ จำกัด) โดยบริษัทสุรพลฟู๊ดส์ที่อาศัยความได้เปรียบด้านฐานการผลิตในการผลิตอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งเข้าสู่ตลาด และยี่ห้อ S&P (บริษัทเอสแอนด์ พี ซินดิเคท จำกัด) โดยอาศัยจุดเด่นเรื่องคุณภาพ รสชาติ และความแข็งแรงของยี่ห้อในการเข้าสู่ตลาด ซึ่งหลังจากนั้นก็ยังมีอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งยี่ห้ออื่นๆ เข้าสู่ตลาดในปีต่อมา โดยในปัจจุบันมีผู้ประกอบการในตลาดอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทาน ประมาณ 8 ราย (ตารางที่ 1) มีมูลค่าตลาดรวม 500 ล้านบาท

ตารางที่ 1 ผู้ประกอบการในตลาดผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทาน ปี 2549

บริษัท	ตราสินค้า (Brand)
บริษัท ซี.พี.เซเว่นอีฟเวิลด์ จำกัด (มหาชน)	อีซีโก
บริษัท ซี.พี.ค้าปลีกและการตลาด จำกัด	ซีพี, มังกรหยก, เดลี่ไทย
บริษัท พรานทะเล มาร์เก็ตติ้ง จำกัด (จัดจำหน่าย)	พรานทะเล
บริษัท ยูเนียนโพรเซสโปรดักส์ จำกัด (ผลิต)	
บริษัท สุรพลฟู๊ดส์ จำกัด (มหาชน)	สุรพลฟู๊ด
บริษัท เอส แอนด์ พี ซินดิเคท จำกัด (มหาชน)	เอสแอนด์พี, เคลิโอ
บริษัท นิวทริกรีเอท จำกัด (มหาชน)	ไออิม
บริษัท แปซิฟิคแปรรูปสัตว์น้ำ จำกัด	ข้าวทัพพี, นิกิ

ที่มา: ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2550)

มูลค่าตลาดของอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งเติบโตอย่างมากในช่วงระยะ 2-3 ปีที่ผ่านมา โดยยี่ห้อที่มีส่วนแบ่งตลาดมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ อีซีโก สุรพลฟู๊ดส์ และพรานทะเล ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งคาดว่ามูลค่าการตลาดของอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งในปี 2550 จะสูงถึง 3,000 ล้านบาท โดยคาดว่าจะมีอัตราการขยายตัว 30.0% จากในปี 2547 ที่มีมูลค่าทางการตลาด 1,000 ล้านบาท (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2549)

ตารางที่ 2 ส่วนแบ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทาน ปี 2549

ส่วนแบ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทาน ปี 2549	
ตราสินค้า	ส่วนแบ่งตลาด (%)
อีซีโก	45
สุรพล ฟู๊ดส์	25
พรานทะเล	15
อื่นๆ	15

ที่มา: ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2550)

1.2 การสำรวจความชอบของผลิตภัณฑ์อาหารไทย

สำหรับการศึกษาความเป็นไปได้ของอาหารไทยที่มีศักยภาพในการส่งเสริมให้เป็นอาหารโลก โดยการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภคชาวต่างประเทศที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทยระหว่างเดือนธันวาคม 2542 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2543 ตามสถานที่ต่างๆ เช่น สนามบิน แหล่งท่องเที่ยว จำนวน 1,001 ราย โดยสอบถามข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม และข้อมูลเกี่ยวกับอาหารไทยโดยการสัมภาษณ์ พบว่า ชาวต่างประเทศส่วนใหญ่ จำนวน 884 คน คิดเป็น 88.3% เคยรับประทานอาหารไทย และในจำนวนผู้ที่เคยรับประทานอาหารไทยนั้นมีผู้ที่ชื่นชอบอาหารไทยมากถึง 870 คน คิดเป็น 98% ของผู้ที่เคยรับประทาน และสำหรับชาวต่างประเทศกลุ่มที่ไม่เคยรับประทานอาหารไทยมาก่อนที่จะเดินทางเข้ามาในประเทศไทยจำนวน 115 คนนั้น พบว่า เมื่อได้ลองรับประทานอาหารไทยแล้วมีความชื่นชอบในอาหารไทยจำนวน 96 คน คิดเป็น 83% ของผู้ที่ไม่เคยรับประทานอาหารไทยมาก่อน ซึ่งจากข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่าอาหารไทยได้รับความนิยม และความชอบของชาวต่างประเทศเป็นอย่างมาก (นภาพรรณ, 2543)

จากการสอบถามความชอบในอาหารไทยกับชาวต่างประเทศ 1,001 ราย โดยจำแนกเป็นอาหารคาว 10 อย่าง และอาหารหวาน 10 อย่าง พบว่าอาหารคาวที่ชาวต่างประเทศชอบมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ต้มยำกุ้ง ผัดไท และแกงเขียวหวานไก่ คิดเป็น 40.7%, 34.6% และ 27.9% ตามลำดับ โดยชาวต่างชาติชอบในรสชาติเผ็ดร้อนของอาหารคาวของไทยมากที่สุด เนื่องจากเป็นรสชาติที่ถูกปาก และแตกต่างจากอาหารที่เคยรับประทาน (นภาพรรณ, 2543) และสอดคล้องกับผลการสำรวจของ Sriwattana (2003) ที่สำรวจความชอบในอาหารคาวของไทยกับชาวต่างประเทศจำนวน 400 คน พบว่าอาหารที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด คือ ต้มยำกุ้ง รองลงมาได้แก่ ผัดไท และแกงเขียวหวานไก่

2. ผลิตภัณฑ์อาหารไทยประเภทแกง

2.1 ชนิดของแกง

แกง เป็นการนำน้ำพริกที่ผ่านการตำมาผสมกับน้ำ หรือน้ำกะทิให้เข้ากัน แล้วนำไปให้ความร้อน เพื่อให้เกิดเป็นอาหารอีกประเภทที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น แกงเขียวหวาน แกงส้ม แกงหน่อไม้ และแกงไตปลา เป็นต้น

คำว่า “แกง” ของคนไทยนั้นใช้เรียกชื่ออาหารที่เป็นน้ำ มีทั้งแกงจืด และแกงเผ็ด หมายถึง แกงที่ผสมเครื่องแกงอันได้แก่เครื่องเทศต่างๆ ซึ่งอาจเรียงลำดับแกงตามรสชาติจากที่อ่อนเครื่องเทศที่สุด คือ แกงร้อน ไปจนถึงแกงเผ็ดที่ใช้เครื่องเทศทุกชนิดที่มีในอาหารไทย

- แกงร้อนแม้จะมีรสชาติที่อ่อนที่สุดแต่ยังคงความเผ็ดร้อน มีลักษณะคล้ายสุกี้ยากี้ของญี่ปุ่น หรือ ต้มจืดของจีน แต่โขลกกระเทียม รากผักชี และพริกไทยลงไปผัดจนหอมก่อนเติมส่วนผสมอื่น แกงจืดของไทยจึงมีความหอม และร้อนด้วยรสชาติของพริกไทย และเครื่องเทศต่างๆ

- แกงเลียง เป็นแกงที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากแกงจืด โดยการโขลกพริกไทยผสมกับหัวหอม กระเทียม และกุ้งแห้ง บางครั้งอาจใส่กระชายลงไปเพื่อเพิ่มความเผ็ดร้อนให้มากขึ้น แกงเลียงนี้ประกอบด้วยผักรวมหลายชนิด จึงได้ความหวานจากผักสด ความหอมจากกระชาย และใบแมงลักที่ใส่เป็นอันดับสุดท้ายก่อนยกลงจากเตา จึงได้กลิ่นหอมที่พอเหมาะพอดี และไม่เหม็นเขียวอันเป็นเอกลักษณ์ของแกงเลียง

- แกงส้ม เป็นแกงที่ใช้เนื้อสัตว์ผสมลงโขลกรวมกับเครื่องแกง ทำให้น้ำแกงมีความเข้มข้นอร่อยขึ้น เนื้อสัตว์ที่ผสมอาจใช้เป็น กุ้งแห้ง กุ้งสด หรือ เนื้อปลาก็ได้ ถ้าเป็นกุ้งแห้งนิยมโขลกรวมกับเครื่องแกง หากเป็นกุ้งหรือเนื้อปลาสดจะนำไปต้มก่อนแล้วแกะเนื้อมาโขลกรวมกับเครื่องแกง รสชาติของแกงส้มจะมีรสเปรี้ยวตามด้วยรสเค็ม และหวานด้วยผักสด ซึ่งนิยมใช้ผักหลายอย่างผสมกัน แกงส้มจึงเป็นแกงที่มีคุณค่าทางอาหารจากเครื่องเทศ และผักสดหลายชนิด

- แกงที่เริ่มมีรสชาติเผ็ดร้อนขึ้นจัดอยู่ในกลุ่มของแกงกะทิ เช่น แกงคั่ว แกงเผ็ด แกงเขียวหวาน พะแนง และแกงมัสมั่น เป็นต้น โดยแกงเผ็ดนั้นใช้พริกแห้งสีแดง ส่วนแกงเขียวหวานจะใช้พริกสดสีเขียว ที่ให้ความเขียวจากเนื้อพริก บางครั้งอาจใส่ใบพริกลงไปโขลกผสมกับเครื่องแกงเพื่อเพิ่มความเขียวได้ (กรรณิการ์ และ นันทา, 2542)

- แกงเขียวหวาน เป็นแกงที่ได้รับความนิยมจากชาวไทย และต่างประเทศมากที่สุด โดยลักษณะของแกงเขียวหวานที่ดีนั้น น้ำแกงควรมีสีเขียว หอมกลิ่นเครื่องเทศ น้ำแกงแตกมันเล็กน้อย มีความข้นหนืดพอประมาณไม่ข้นจนเป็นครีม เนื้อใก่นุ่ม มะเขือสุก และรสชาติกลมกล่อมไม่

เผ็ดหรือหวานจัด องค์ประกอบที่สำคัญของน้ำแกงเขียวหวาน ได้แก่ กะทิ และเครื่องแกง (ศรีสมร, 2547)

2.2 ส่วนประกอบหลักของอาหารไทยประเภทแกง

2.2.1 เครื่องแกง

เครื่องแกงหรือน้ำพริกแกงนั้นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ และแสดงให้เห็นถึงความเป็นเอกลักษณ์ประเภทแกง เกิดจากการผสมของเครื่องเทศชนิดต่างๆ เครื่องแกงไทยมีหลายชนิดแตกต่างกัน เช่น เครื่องแกงส้ม แกงคั่ว แกงเผ็ด แกงเขียวหวาน แกงกะหรี่ และแกงมัสมั่น เป็นต้น โดยเครื่องแกงแต่ละชนิดนั้นมีวิธีการเตรียมที่คล้ายกันแตกต่างกันที่ชนิด และปริมาณของเครื่องเทศที่ใช้

2.2.2 เครื่องปรุงของแกง

เครื่องปรุงของแกงประกอบด้วยเครื่องเทศชนิดต่างๆ มีกลิ่นหอมขึ้นกับชนิดของเครื่องเทศที่มีน้ำมันหอมระเหย และมีรสชาติเฉพาะตัว อาจมีรสเผ็ดร้อน เช่น พริก หรือ รสหวานเล็กน้อย เช่น ผักชี โหระพา เป็นต้น เครื่องเทศที่มักนิยมใช้ในการประกอบอาหารไทย ได้แก่

- พริก (chilli) เป็นเครื่องเทศที่สำคัญ และขาดไม่ได้ในอาหารไทยประเภทแกง พริกเป็นพืชในตระกูล *Capsicum* sp. มีรูปร่าง ขนาด สี สัน และความเผ็ดร้อนที่แตกต่างกัน ตั้งแต่พริกที่ไม่มีความเผ็ดเลยอย่างพริกหวาน และพริกที่มีความเผ็ดร้อนมากที่สุด คือพริกชี้หู สารสำคัญในพริกซึ่งทำให้พริกมีรสเผ็ดร้อน คือ แคปไซซิน (capsaicin) นอกจากนี้พริกยังเป็นสมุนไพรช่วยย่อย ขับลม นอกจากนี้ยังมีสารอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกาย ได้แก่ วิตามินซี บีหนึ่ง บีสอง บีสาม ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก และไนอาซิน

- พริกไทย (pepper) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Piper nigrum* Linn เป็นสินค้าออกที่สำคัญของไทย มีทั้งพริกไทยสด เช่น เมล็ดพริกไทยอ่อน และพริกไทยแห้ง โดยพริกไทยที่ทำแห้งทั้งเปลือกเรียกว่าพริกไทยดำ ซึ่งเมื่อป่นแล้วจะเห็นมีผงของเปลือกเป็นสีดำปนอยู่ และพริกไทยขาว

คือ พริกไทยได้ลอกส่วนของเปลือกออกก่อนบด พริกไทยใช้ในการประกอบอาหารหลายอย่าง และเป็นส่วนผสมในเครื่องแกงหลายชนิด

- ตะไคร้ (lemon grass) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cymbopogon citratus* เป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้าพบในเขตร้อน มีลำต้นเป็นเหง้าใต้ดิน ใบอยู่เหนือดินลักษณะเรียวยาวสีเขียว มีรสเผ็ดร้อน และขม มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวนิยมใช้เป็นเครื่องแต่งกลิ่นรสอาหารไทย หรือ ใช้รับประทานสดในอาหารประเภท ปลา ยำ หรือ ใช้เป็นส่วนประกอบในต้มยำ ตะไคร้สดเป็นสมุนไพรช่วยบรรเทาอาการวิงเวียน หน้ามืด และคลายได้

- ข่า (galangal) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Alpinia galanga* SW. เป็นพืชที่มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ดอกและเหง้าใช้รับประทาน โดยที่ดอกและเหง้าอ่อนใช้รับประทานเป็นผัก เหง้าแก่ใช้เป็นเครื่องเทศปรุงรสและแต่งกลิ่นสำหรับพริกแกงหลายชนิด และอาหารประเภทต้มยำ นอกจากนี้แล้ว ข่ายังมีสรรพคุณช่วยย่อย และช่วยขับลม บรรเทาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อหลังรับประทานอาหาร

- มะกรูด (kaffir lime) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus hystrix* เป็นพืชตระกูลเดียวกับมะนาว ผิวมีลักษณะขรุขระมีปุ่มนูนขึ้นมาที่หัวและท้าย ใช้ในการประกอบอาหารได้ทั้งใบและผล โดยผิวมะกรูดใช้เป็นเครื่องเทศผสมในเครื่องแกง ผลมะกรูดนำมาคั้นน้ำใช้ปรุงรสอาหาร และใบมะกรูดใช้โรยหน้าอาหารที่ปรุงเสร็จแล้วเพื่อแต่งกลิ่น

- ผักชี (coriander) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coriandrum sativum* มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว นิยมใช้ลูกผักชีเป็นส่วนประกอบของเครื่องแกงโดยนำมาตำผสมกับยี่หระ กระเทียม และพริกไทย ทำให้มีกลิ่นหอม มีสรรพคุณขับลม และบรรเทาอาการปวดมวนในท้องเนื่องจากการเกร็งตัวของลำไส้

- ยี่หระ (cumin) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cuminum cyminum* L. ในอาหารไทยยี่หระใช้ในการปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร โดยคั่วเมล็ดโขลกผสมกับเครื่องแกง เช่น แกงกะหรี่ แกงเผ็ด และแกงเขียวหวาน เป็นต้น

- หอมแดง (Shallot) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium ascalonicum* Linn. เป็นพืชเครื่องเทศที่มีกลิ่นฉุน และมีรสเผ็ด นิยมใช้ในอาหารไทยหลายชนิดโดยเฉพาะอาหารประเภทแกงเผ็ด หอมแดงมีสรรพคุณทางยา รับประทานสดช่วยรักษาหวัดได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้เจริญอาหาร ช่วยในการย่อย ขับลม และแก้ท้องอืด (กรรณิการ์ และ นันทา, 2542)

- โหระพา (sweet basil) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ocimum basilicum* Linn. ใช้ในอาหารประเภทแกงเพื่อตกแต่ง และเพื่อเพิ่มรสชาติให้กับอาหาร ใบโหระพามีรสหวานเล็กน้อย และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ช่วยบรรเทาอาการเป็นไข้ ช่วยในระบบย่อยอาหารทำงานดีขึ้น ช่วยไม่ให้อาเจียน และบรรเทาอาการปวดเกร็งในท้องรวมทั้งกระเพาะ และลำไส้อักเสบ (พรณิภา, ม.ป.ป.)

2.2.3 เครื่องปรุงรสชาติ

อาหารไทยเป็นอาหารที่มีรสค่อนข้างจัดเมื่อเทียบกับอาหารของชาติอื่นๆ มีหลากหลายรสชาติจากการปรุงแต่งด้วยเครื่องปรุงรสต่างๆ สำหรับอาหารประเภทแกงนั้นมีเครื่องปรุงรสที่สำคัญ ดังนี้

- น้ำปลา (fish sauce) เป็นเครื่องปรุงรสเค็มได้จากการย่อยสลายตัวปลาโดยการเติมเกลือ นิยมทำจากปลาทูเล็กหมักกับเกลือจนย่อยสลายหมดแล้วนำน้ำใสๆที่ได้จากการหมักมาใช้ปรุงแต่งรสชาติอาหาร น้ำปลาได้ทั้งจากปลาน้ำจืดและปลาทะเลแต่จะให้รสชาติของน้ำปลาที่แตกต่างกัน กรรมวิธีการผลิตน้ำปลาในประเทศไทยนิยมใช้ปลา 3 ส่วน ต่อ เกลือ 1 ส่วน น้ำปลาคุณภาพดีควรมีสีน้ำตาลใสไม่เข้มดำ ไม่เป็นตะกอน และไม่มีกลิ่นคาวคาวคาว ปลาที่นิยมใช้ทำน้ำปลา ได้แก่ ปลากระตัก ปลาไส้ตัน ปลามะลิ โดยที่ปลาที่ไส้ตันจะให้น้ำปลาที่มีคุณภาพดีที่สุด เนื่องจากมีไขมันมากเมื่อนำมาทำน้ำปลา จะได้น้ำปลาที่มีกลิ่นหอมรับประทาน (กรรณิการ์ และ นันทา, 2542)

- เกลือ (salt) ใช้ในการปรุงอาหารและถนอมอาหาร โดยเกลือที่บริสุทธิ์จะมีสีขาวลักษณะเป็นผลึกทรงลูกบาศก์ เกลือที่ใช้ในการบริโภคนั้นมาจาก 2 แหล่ง ได้แก่ เกลือสมุทรเป็นเกลือที่ได้จากการทำนาเกลือ และเกลือสินเธาว์ซึ่งได้จากน้ำเกลือใต้ดินจากบ่อบาด อย่างไรก็ตามเกลือทั้ง 2 ชนิดยังเป็นเกลือดิบต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์เสียก่อนแล้วจึงตกผลึกเกลือใหม่อีกครั้งด้วยความร้อน เกลือที่ได้เรียกว่า เกลือบริโภค (edible common salt) แบ่งเป็น 4

ชนิด ได้แก่ เกลือปรุงอาหาร เกลือโต๊ะ เกลืออัดเม็ด และเกลืออุตสาหกรรมอาหาร (อบเชย และ ขมิ้นชัน, 2544)

- น้ำตาล (sugar) มีหลายประเภท ทั้งน้ำตาลทรายจากอ้อย และน้ำตาลปึกซึ่งเป็นน้ำตาลจากมะพร้าว น้ำตาลทั้งสองชนิดให้รสชาติความหวานที่แตกต่างกันไปเหมาะกับการปรุงอาหารประเภทต่างๆ น้ำตาลทรายมีลักษณะเป็นผลึกมีขนาดตั้งแต่ใหญ่ไปจนถึงขนาดเล็ก น้ำตาลทรายแบ่งเป็นน้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายแดง น้ำตาลปึกเป็นน้ำตาลที่ได้จากต้นมะพร้าวให้รสชาติหวานมีลักษณะเหนียวมักอยู่ในรูปที่เป็นของแข็ง (solid) หรือ ก้อนแข็ง (solid cake) ตำรับอาหารไทยส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำตาลปึก เนื่องจากมีกลิ่นรสที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ (กรรณิการ์ และ นันทา, 2542)

2.2.4 กะทิ

กะทิเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไทยบางชนิดทั้งอาหารคาว และอาหารหวาน รสชาติเข้มข้น มีรสหวานเล็กน้อย

3. กะทิ

กะทิเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in-water emulsion) มีสีขาวขุ่นคล้ายนมได้จากการสกัดเนื้อมะพร้าวสดอาจมีการเติมน้ำ หรือ ไม่เติมน้ำ นิยมนำมาใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารไทย ประกอบด้วยไขมัน น้ำ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และเกลือ โดยมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ น้ำ และไขมัน น้ำกะทิมีไขมันเป็นหยดอนุภาคกระจายอยู่ในน้ำ โปรตีนอยู่ในสภาพแขวนลอย เมื่อตั้งทิ้งไว้จะแยกชั้นเป็นหัวกะทิ (cream) และหางกะทิ (skim milk) ทั้งนี้เนื่องจากไขมัน และน้ำมีความหนาแน่นแตกต่างกัน และในสภาพธรรมชาติอนุภาคไขมันมีขนาดใหญ่มีอัตราการลอยตัวสูงซึ่งปรากฏการณ์นี้เป็นการเสียความคงตัวชั่วคราวสามารถเขย่าให้กลับเป็นเนื้อเดียวกันได้อีก

Seow and Gwee (1997) รายงานว่า น้ำกะทิมีไขมันองค์ประกอบมากถึง 30-40% ทำให้เกิดการแยกชั้นของไขมันและน้ำขึ้น ซึ่งการแยกชั้นของน้ำกะทิเป็นลักษณะความไม่คงตัวของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ เมื่อไขมันซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าลอยตัวสูงขึ้น และรวมตัวกันเกิดเป็นชั้นครีม โดยอิมัลชันของน้ำกะทิจะคงตัวที่สุดที่ pH 1.5-2.0 และ 6.5 และคงตัวน้อยที่สุดที่ pH ในช่วง

3.5-6.0 (del Rosario, 1988) ทำให้เกิดปัญหาการแยกชั้นขึ้น โดยสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในระหว่างการแปรรูป และการเก็บรักษา สารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) และสารสเตบิไลเซอร์ (stabilizer) มักใช้เพื่อให้อิมัลชันมีความคงตัว อิมัลซิไฟเออร์ที่นิยมใช้ในการผลิตน้ำกะทิกระป๋องในทางการค้า คือ polyoxyethylene sorbitan monostearate และ/หรือ sorbitan monostearate ส่วนสารสเตบิไลเซอร์ที่ใช้คือ soy lecithin อัลจีเนต (alginate) carboxymethyl cellulose (CMC) คาราจีแนน (caragenan) กัวร์กัม (guar gum) กัมคารายา (karaya gum) และลูกัสบีนกัม (locust bean gum) อย่างไรก็ตามพบว่า การใช้แซนแทนกัม (xanthan gum) มีผลช่วยปรับปรุงความคงตัวด้านการไหล และค่าคริมมิงในน้ำกะทิสเตอริไลซ์ให้ดีขึ้น (Chonweerawong *et al.*, 2004)

กะทิมีอิมัลซิไฟเออร์โดยธรรมชาติ คือ หยदन้ำมันกระจายอยู่ในน้ำ ถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน สภาพดังกล่าวเกิดจากระบบที่มีแรงตึงผิว (interfacial tension) ระหว่างโมเลกุลของน้ำและไขมันที่ต่ำลง เนื่องจากโปรตีนเป็นตัวช่วยลดแรงตึงผิว (Cancel, 1971) ทำให้อิมัลชันมีความคงตัวเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่เพียงพอที่ทำให้กะทิตงตัวอยู่ได้ เนื่องจากมีปริมาณของลพิพิดอยู่มากเมื่อเทียบกับปริมาณโปรตีน โดยอัตราส่วนในการรวมตัวของลพิพิด และโปรตีนเป็น 1:10 ความเข้มข้นของโปรตีนที่พื้นผิวระหว่างเม็ดไขมันกับน้ำ มีไม่เพียงพอที่จะป้องกันการรวมตัว (coalescence) ของเม็ดไขมันได้ เม็ดไขมันจึงมีแนวโน้มที่จะจับตัวกันและแยกชั้นออกมา การรวมตัวกันของเม็ดไขมันก่อให้เกิดครีม และลอยแยกออกเป็น 2 ชั้น ชั้นล่างเป็นชั้นของหางกะทิ (coconut skim milk) และชั้นบนเป็นชั้นของหัวกะทิ (coconut cream) โดยเริ่มเกิดการแยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ 5-10 ชั่วโมง และการแยกชั้นจะสมบูรณ์เมื่อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามการแยกชั้นนี้ไม่ได้เป็นการแตกตัวของอิมัลชันอย่างสมบูรณ์ แต่สามารถเขย่าให้กลับเป็นเนื้อเดียวกันอีกได้ (กรพกา, 2539) ในน้ำกะทิมีอิมัลซิไฟเออร์พวกฟอสโฟไลปิด (phospholipids) ซึ่งมีคุณสมบัติทำให้อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำเกิดความคงตัว เนื่องจาก phospholipids จะล้อมรอบหยदन้ำมันโดยที่โปรตีนจะถูกดูดซับอยู่ระหว่างผิวของน้ำและน้ำมัน

น้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนจะทำให้คุณภาพของน้ำกะทิเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสารให้กลิ่นรสของน้ำกะทินั้นไวต่อความร้อน (heat sensitive) นอกจากนั้นแล้วยังเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันทำให้เกิดการเหม็นหืน (rancidity) โดยการเหม็นหืนนี้มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์นั้น และมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นลง ซึ่งสมบัติ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำกะทิจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของน้ำกะทิ โดยองค์ประกอบทางเคมีของน้ำกะทิจะแตกต่าง

กันเนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น สายพันธุ์ สภาพภูมิศาสตร์ในการเพาะปลูก สภาพการดูแลรักษา ความแก่อ่อนของผลมะพร้าว วิธีการที่ใช้ในการสกัดน้ำกะทิ และระดับความเจือจางเนื่องจากการเติมน้ำหรือไม่เติมน้ำ (Cancel, 1971) องค์ประกอบหลักของน้ำกะทิที่ได้จากการบีบเนื้อมะพร้าวโดยไม่เติมน้ำ ประกอบด้วยความชื้น 50.0%-54.1% และไขมัน 32.2%-40.0% (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำกะทิ

องค์ประกอบ (%)	Seaow and Gwee (1997 b)	Seaow and Gwee (1997 c)	Seaow and Gwee (1997 e)	Seaow and Gwee (1997 d)
ความชื้น	53.9	53.0	54.1	50.0
ไขมัน	34.7	40.0	32.2	39.8
โปรตีน (N X 6.25)	3.6*	3.0	4.4	2.8
เถ้า	1.2	1.5	1.0	1.2
คาร์โบไฮเดรต	6.6	5.5	8.3	6.2

หมายเหตุ: * N X 5.30

ที่มา: Seow and Gwee (1997 a)

4. อิมัลชัน

อิมัลชัน หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยของเหลวสองชนิดที่ไม่เข้ากัน โดยทั่วไปแล้วได้แก่น้ำมัน และน้ำ โดยของเหลวชนิดหนึ่งจะอยู่ในลักษณะของอนุภาคที่กระจายตัวอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งส่วนของอนุภาคของเหลวที่กระจายตัว เรียกว่า dispersed phase และส่วนของเหลวที่ล้อมรอบ เรียกว่า continuous phase

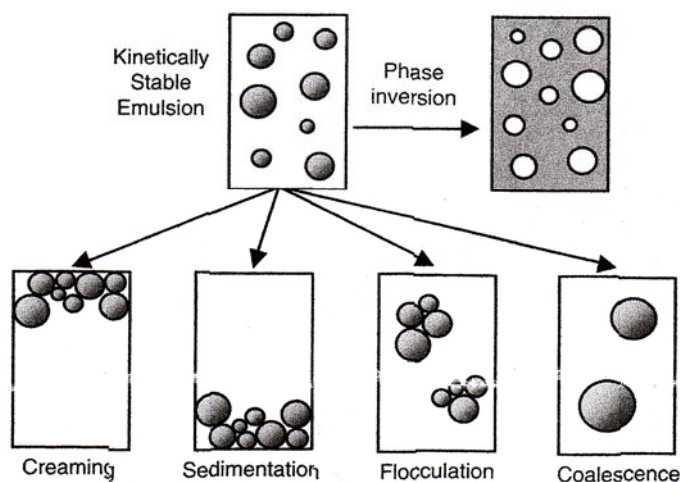
4.1 ชนิดของอิมัลชัน

โดยทั่วไปแล้วอิมัลชันแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion : o/w) ซึ่งจะประกอบด้วยอนุภาคของไขมัน หรือ น้ำมัน กระจายตัวอยู่ในน้ำ ตัวอย่างของอาหารที่มีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิด o/w ได้แก่ นม ครีม มายองเนส ซุป ซอส และ

เครื่องคัมนชนิดต่างๆ อิมัลชันอีกประเภทหนึ่ง ได้แก่ อิมัลชัน ชนิดน้ำในน้ำมัน (water in oil emulsion : w/o) ประกอบด้วย หยดน้ำที่กระจายตัวอยู่ในน้ำมัน ตัวอย่างของอาหารที่มีลักษณะเป็น อิมัลชันชนิด w/o นี้ ได้แก่ เนย และ มายองเนส (McClements, 2005)

4.2 ความคงตัวของอิมัลชัน (Emulsion stability)

ความคงตัวของอิมัลชัน หมายถึง ความสามารถของอิมัลชันในการต้านทานการเปลี่ยนแปลงสมบัติด้านต่างๆ เช่น ด้านกายภาพ และเคมี เมื่อเวลาผ่านไป ตัวอย่างการสูญเสียความคงตัวด้านกายภาพ ได้แก่ creaming flocculation coalescence partial coalescence และ phase inversion เป็นต้น (ภาพที่ 1) สำหรับการสูญเสียความคงตัวด้านเคมี ได้แก่ การเกิดออกซิเดชัน และ ไฮโดรไลซิส

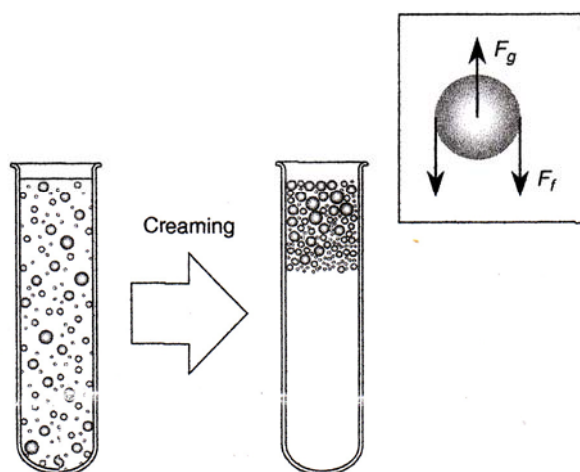


ภาพที่ 1 การสูญเสียความคงตัวของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ

ที่มา: McClements (2005)

4.1.1 การเกิดครีม (creaming) และตะกอน (sediment) เกิดจากความแตกต่างของความหนาแน่นระหว่างอนุภาคที่กระจายตัว และความหนาแน่นของของเหลวที่ล้อมรอบ โดยในระบบอิมัลชันที่เป็น o/w-emulsion อนุภาคของไขมันซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าจะลอยตัวขึ้นอยู่บริเวณผิวด้านบน เกิดเป็นชั้นครีมขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป (ภาพที่ 2) ในขณะที่ระบบอิมัลชันที่เป็น w/o-

emulsion ส่วนที่กระจายตัว คือ หยดน้ำซึ่งมีความหนาแน่นสูงกว่าจะรวมตัวกันอยู่ด้านล่างของอิมัลชัน เกิดการตกตะกอนขึ้น

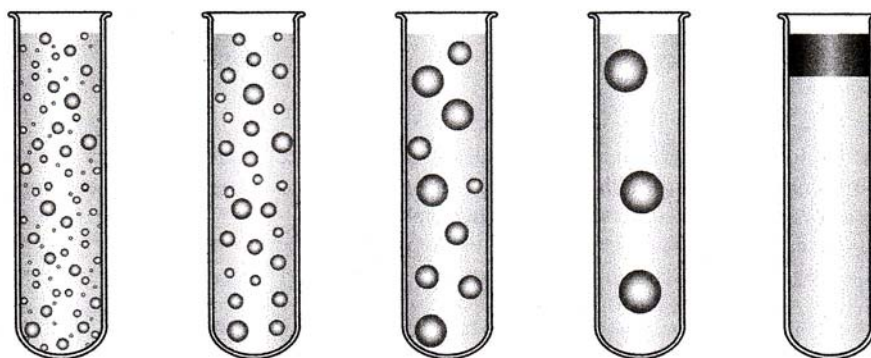


ภาพที่ 2 การเกิดครีมของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ

ที่มา: McClements (2005)

4.1.2 Flocculation คือ การเชื่อมต่อกันระหว่างของอนุภาคตั้งแต่ 2 อนุภาคขึ้นไป โดยที่แต่ละอนุภาคยังคงความเป็นอนุภาคของตัวเองอยู่ การเกิด flocculation นี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอิมัลชัน อาจทำให้เกิดลักษณะที่ต้องการ หรือ ไม่ต้องการแก่ผลิตภัณฑ์ เช่น ทำให้ความหนืดของระบบเพิ่มขึ้น ป้องกันการเกิดครีม และ ตะกอน เพิ่มเนื้อสัมผัสให้กับผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

4.1.3 Coalescence คือ การที่อนุภาคตั้งแต่ 2 อนุภาคขึ้นไปรวมตัวกันเป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การเกิด coalescence ส่งผลให้อิมัลชันเกิดครีม หรือ เกิดการตกตะกอนได้เร็วขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขนาดให้กับอนุภาคในส่วน disperse phase และยังเป็นแรงให้เกิดการแยกชั้นของน้ำมัน (oiling off) ในอิมัลชันชนิด o/w ด้วย (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 การเกิด coalescence ของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ และการแยกชั้นของน้ำมัน และน้ำ
ที่มา: McClements (2005)

5. ไฮโดรคอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์ หมายถึง พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) และโปรตีนต่างๆ มีขนาดโมเลกุลใหญ่ และน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นส่วนประกอบอาหารที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด โดยใช้เป็นสารให้ความข้นหนืด ทำให้เกิดเจล ทำให้เกิดโฟม และทำให้อาหารประเภทอิมัลชันมีความคงตัว เป็นต้น (รุ่งนภา, 2547)

ไฮโดรคอลลอยด์ส่วนใหญ่เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ประกอบด้วยสายพอลิเมอร์ที่ยาว เมื่อละลาย หรือ กระจายตัวในน้ำทำให้มีความข้นหนืดสูงขึ้นพฤติกรรมการไหล หรือสมบัติด้าน rheology ของสารละลายกัมในอาหารมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส (organoleptic properties) และการยอมรับของผู้บริโภค (Gricksman, 1982) สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์แปรรูปได้หลายชนิด เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของอาหาร (ingredient) ที่มีประสิทธิภาพในเรื่องของเนื้อสัมผัส บอดี้ (body) และความหนืด (viscosity) จึงมีการใช้ไฮโดรคอลลอยด์กันอย่างแพร่หลาย (Hazen, 2004)

ไฮโดรคอลลอยด์ หรือ กัมนี้มีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหารมาก เนื่องจากคุณสมบัติที่หลากหลายของไฮโดรคอลลอยด์จึงได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งกัมทุกชนิดสามารถเพิ่มความหนืดให้กับสารละลายได้ แต่มีเพียงบางชนิดที่สามารถเกิดเจลได้ โดยส่วนใหญ่แล้วกัมสามารถเพิ่มความหนืดได้แม้จะใช้ในปริมาณที่น้อย ซึ่งคุณสมบัติของกัมแต่ละชนิดจะ

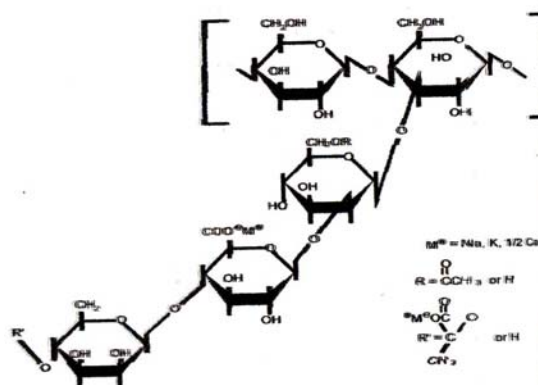
แตกต่างกันไป สมบัติการไหลของสารละลายกัมเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว เนื่องจากสมบัติการไหล หรือความหนืด มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส และการยอมรับในผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค (Glicksman, 1982)

ในการเตรียมสารละลายกัมเพื่อให้สารละลายกัมทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องทำให้อนุภาคของกัมที่เป็นผงแห้งแยกจากกันก่อนเติมลงในน้ำ (aqueous phase) เพื่อป้องกันการเกิด fish eyes คือ การจับเป็นกลุ่ม (agglomeration) ของกัมส่วนที่โดนน้ำแล้วเกิดการพองตัวออก หุ้มส่วนของกัมที่ไม่ถูกน้ำ และเป็นผงแห้งอยู่ภายใน ซึ่งอาจใช้เครื่องผสมที่มีประสิทธิภาพสูง หรือ ใช้การกระจายผงแห้งในตัวทำละลายที่ละลายน้ำได้ หรือ ผสมกัมกับส่วนประกอบแห้งอื่นๆ เช่น น้ำตาลก่อนนำไปละลายเพื่อให้เกิดการละลายที่ดี เมื่อละลายกัมแล้วเราสามารถวัดคุณสมบัติของสารละลายกัมได้โดยการวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscosimeter ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมอาหาร (รุ่งนภา, 2547)

ในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปนั้น การใช้ไฮโดรคอลลอยด์มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นสารให้ความข้นหนืด (thickening agents) หรือ เพื่อให้เกิดเจล (gelling agents) ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ไฮโดรคอลลอยด์เป็นพอลิเมอร์ที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักโมเลกุลที่สูง และผลจากอันตรกิริยา (interactions) ระหว่างสายพอลิเมอร์ เมื่อละลายหรือกระจายตัวในน้ำ

5.1 แขนแทนกัม

แขนแทนกัม เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากเชื้อจุลินทรีย์ *Xanthomonas campestris* ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก คือ D-glucose เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β -(1 $\rightarrow$ 4) เช่นเดียวกับที่พบในเซลลูโลส และมีสายโซ่ไตรกลีเซอไรด์ (side chains) ที่ตำแหน่ง C-3 ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยพบ side chains ประมาณ 60% ของโมเลกุลทั้งหมด ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงคุณสมบัติของโมเลกุลแขนแทนกัม (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 โครงสร้างของแซนแทนกัม

ที่มา: Sworn (2000)

แซนแทนกัม สามารถละลายได้ทั้งในน้ำเย็น และในน้ำร้อน โดยการกวนอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน โดยไม่จับตัวกันเป็นก้อน (lumps) (Katzbauer, 1998) แซนแทนกัม เมื่อละลายแล้วจะแสดงพฤติกรรมการไหลเป็นสารละลาย นอน-นิวโตเนียน (non-Newtonian) แบบ pseudoplastic คือ ความหนืดจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อให้แรงกับสารละลาย และสารละลายจะกลับมีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อหยุดให้แรง ซึ่งพฤติกรรมการไหลแบบนี้เป็นผลมาจากการที่โมเลกุลของแซนแทนกัมจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน และการเกี่ยวพันกันของพอลิเมอร์ (entanglement) ทำให้โมเลกุลเหนียวขึ้น เป็นผลให้ความหนืดสูงขึ้นที่ shear rate ต่ำ ซึ่งการจับตัวกันนี้จะถูกทำลายโดยแรงเฉือน (shear) (Sworn, 2000) แซนแทนกัมมีประสิทธิภาพในการเป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) ที่ดี สำหรับสารแขวนลอย (suspension) และอิมัลชัน (emulsion) และมีความคงตัวต่ออุณหภูมิในการแปรรูปที่ดีกว่าพอลิแซ็กคาไรด์หรือพอลิเมอร์อื่น เนื่องจากมีโครงสร้างเป็นแบบเกลียว (helix structure) ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการสลายตัวของพอลิเมอร์ (depolymerization) นอกจากนี้แซนแทนกัมยังให้ปริมาณแคลอรีที่ต่ำเพียง 0.6 กิโลแคลอรี ต่อ กรัม (Katzbauer, 1998) จึงอาจนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไขมันต่ำ หรือ อาหารลดไขมันได้

ในผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง แซนแทนกัมจะใช้ทำหน้าที่ในการรักษาความคงตัว (stability) ของผลิตภัณฑ์ ช่วยควบคุมการแยกชั้น (syneresis) และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวด้านความหนืดวงจรการแช่แข็ง และละลาย (freeze-thaw cycle) แซนแทนกัมช่วยรักษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ได้โดยการอุ้มน้ำไว้ในโมเลกุล ลดปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์ถูกทำลายน้อยลงเนื่องจากการขยายตัวของผลึกน้ำแข็งถูกจำกัด ผลิตภัณฑ์อาหารจึงสามารถคงลักษณะ

เนื้อสัมผัสไว้ได้ นอกจากนี้แซนแทนกัมมีความสามารถในการอุ้มน้ำ ดังนั้นจึงมีการนำแซนแทนกัมมาใช้เป็นสารทดแทนไขมัน (fat replacer) ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไขมันต่ำ หรือ ลดไขมันหลายชนิด เช่น มายองเนส ชีส ผลิตภัณฑ์จากนม และอาหารพร้อมปรุง เป็นต้น (Katzbauer, 1998)

เนื่องจากแซนแทนกัมมีความสามารถในการอุ้มน้ำ ดังนั้นจึงมีการนำแซนแทนกัมมาใช้เป็นสารทดแทนไขมัน (fat replacer) ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทไขมันต่ำ หรือ ลดไขมันหลายชนิด เช่น มายองเนส ชีส ผลิตภัณฑ์จากนม และอาหารพร้อมปรุง เป็นต้น (Katzbauer, 1998)

5.2 การพัฒนาคุณภาพด้านความคงตัวของเนื้อสัมผัสด้วยไฮโดรคอลลอยด์

สำหรับอาหารโดยเฉพาะอาหารที่มีไขมันแล้ว ความข้นมัน (creaminess) เป็นลักษณะที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของ และลักษณะคุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์ ในการที่จะลดปริมาณไขมันนั้นต้องคำนึงถึงสมบัติด้าน rheology ของผลิตภัณฑ์ด้วย โดยการเลียนแบบลักษณะดังกล่าวด้วยการใช้สารทดแทนไขมัน (fat replacer) (Jones, 1996) และพบว่าไฮโดรคอลลอยด์หลายชนิดมีสมบัติเป็นสารทดแทนไขมัน และช่วยในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสได้ (texture) ได้ (Akhtar *et al.*, 2005)

นอกจากนี้แล้วการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารไขมันต่ำหรือไม่มีไขมันนั้น สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาก็คือเรื่องของเนื้อสัมผัส และกลิ่นรส การใช้ไฮโดรคอลลอยด์ หรือ กัม แม้ใช้ความเข้มข้นเพียงเล็กน้อย ซึ่งโดยปกติแล้วจะใช้น้อยกว่า 1% จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืด และเนื้อสัมผัสที่ต้องการ การใช้แซนแทนกัมในผลิตภัณฑ์มายองเนสลดไขมันช่วยให้สมบัติ viscoelastic ของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น (Ma and Barbosa-Canovas, 1995) การใช้กัวร์กัมร่วมกับเซลลูโลสแสดงสมบัติเป็นสารเลียนแบบไขมันได้เนื่องจากอันตรกิริยาของพันธะระหว่างโมเลกุล (Whistler and BeMiller, 1999)

การประเมินคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของของเหลว โดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธีวัดความหนืด ซึ่งเป็นการวัดความต้านทานการไหลของของไหล โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า viscometer/consistometer เครื่องมือที่นิยมใช้มากได้แก่ Brookfield viscometer ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ประเภท Fundamental ให้ค่าที่มีความถูกต้อง สามารถอธิบายได้ทางทฤษฎี แต่มีความยุ่งยากในการใช้งาน ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวัด ได้แก่ ค่าความเค้นเฉือน (shear stress) ค่าอัตราเฉือน (shear rate) และค่าความหนืดปรากฏ (apparent viscosity) ซึ่งสามารถนำไป plot กราฟ flow

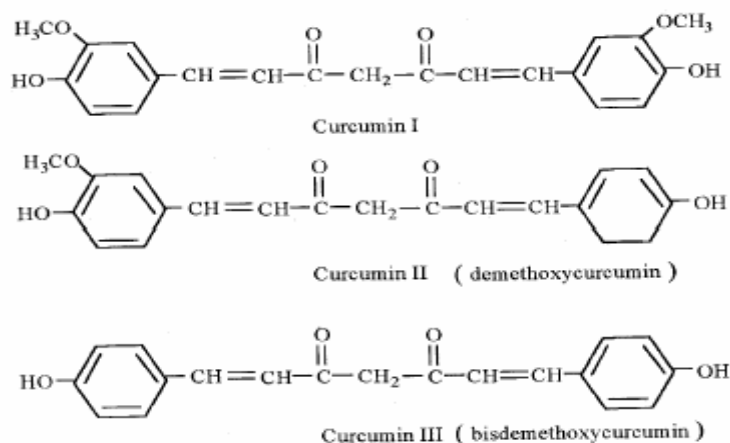
curve และ viscosity curve เพื่อใช้ในการอธิบายพฤติกรรมการไหลได้ และสามารถนำค่าที่วัดได้ fit กับสมการ เช่น power law model Casson model Hershel-Bulkley model เพื่อใช้ในการทำนายได้อีกด้วย อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและมีอิทธิพลในการวัดค่า ดังนั้นในระหว่างการวัดจึงต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ เพื่อให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องมากที่สุด

6. ขมิ้นชันผง (Turmeric Powder)

ขมิ้นชัน (turmeric) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* Linn. ชื่อพ้อง *Curcuma domestica* Val. มีถิ่นกำเนิดในเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นิยมใช้รับประทานสด หรือใช้ในรูปแบบผงเพื่อประกอบอาหาร ใช้เป็นพืชสมุนไพรในการบำบัดโรคได้หลายชนิด เช่น โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร โรคเกี่ยวกับหลอดเลือด เป็นต้น (Govindarajan, 1980) นอกจากนี้ขมิ้นชันยังมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมเสียในอาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ

สารประกอบทางเคมีที่มีมากที่สุดในเหง้าขมิ้นคือแป้ง ร้อยละ 40-50 ของน้ำหนักแห้ง องค์ประกอบอื่นได้แก่ สารประกอบเคอร์คิวมินอยด์ (curcuminoids) 1.8-5.4% (ภาพที่ 5) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลือง และน้ำมันหอมระเหย 2.5-7.2% (พิทยา, 2539; Govindarajan, 1980; Krishnamurthy *et al.*, 1976) สารประกอบเคอร์คิวมินอยด์ในธรรมชาติแบ่งออกเป็นองค์ประกอบหลักๆได้ 3 ชนิด โดยมีปริมาณองค์ประกอบที่แตกต่างกัน โดย เคอร์คิวมิน (curcumin) มีปริมาณมากที่สุด ประมาณ 50-60% ดีเมททอกซี เคอร์คิวมิน (demethoxy curcumin) 20-30% และบิส-ดีเมททอกซีเคอร์คิวมิน (bis-demethoxy curcumin) 7-20% ซึ่งแสดงสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Govindarajan, 1980; Toda *et al.*, 1985)

สารเคอร์คิวมินมีลักษณะเป็นผลึกสีเหลือง ไม่มีกลิ่น ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420-425 nm. มีจุดหลอมเหลว 184-186°C สามารถละลายน้ำได้เล็กน้อย แต่ละลายได้ในแอลกอฮอล์ (methyl and ethyl alcohol) กรดอะซิติกเข้มข้น (glacial acetic acid) และโพรพิลีนไกลคอล(propylene glycol) แต่ละลายได้ดีในอะซิโตน (acetone) และเอทิลอีเทอร์ (ethyl ether) เมื่อนำเคอร์คิวมินมาทำให้เป็นผงละเอียดจะสามารถกระจายตัวได้ในน้ำมัน



ภาพที่ 5 สารประกอบเคอร์คิวมินอยด์ที่พบในขมิ้นชัน

ที่มา: Chatterjee *et al.* (1999)

สารประกอบเคอร์คิวมินอยด์ในขมิ้นชัน แสดงสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยลดการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากขมิ้นชัน สามารถสกัดได้โดยใช้ เอทานอลความเข้มข้น 45% ในอัตราส่วน 1:1 อย่างไรก็ตามจากการวิจัย โดยใช้ HPLC พบว่าการสกัดโดยเอทานอล ความเข้มข้น 95% ให้ปริมาณสารเคอร์คิวมินอยด์มากที่สุด

จากการศึกษาสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ของสารประกอบเคอร์คิวมินอยด์ โดยเปรียบเทียบระหว่างการฉายรังสี และ ที่ไม่ฉายรังสี พบว่า สารประกอบเคอร์คิวมินอยด์ แสดงสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี โดยพบว่าสารประกอบเคอร์คิวมินอยด์นี้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับสารแอนติออกซิแดนท์ที่สังเคราะห์ขึ้น (BHA และ BHT) (Chatterjee *et al.*, 1999) และมีประสิทธิภาพดีกว่า tocopherol ในการเกิด lipid oxidation (Toda *et al.*, 1985; Witting *et al.* 1999)

โดยค่า EC_{50} หรือ ค่า IC_{50} ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งหรือกำจัดอนุมูลอิสระลง 50% ของสารประกอบเคอร์คิวมินอยด์ต่ำกว่าค่า IC_{50} ของ α -tocopherol ซึ่งหมายความว่าสารประกอบเหล่านี้แสดงคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี โดยสารประกอบเหล่านี้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับ protocatechuic acid ซึ่งเป็นสารประกอบที่พบในออริกาโน (oregano) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพที่ดี แต่อย่างไรก็ตามพบว่าประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบเหล่านี้ ยังดีน้อยกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (ตารางที่ 4)

องค์ประกอบที่สำคัญอีกส่วนของขมิ้นชัน ได้แก่ ส่วนของน้ำมันหอมระเหย มีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ turmerol ($C_{13}H_{18}O$ หรือ $C_{14}H_{20}O$) ซึ่งเป็นสารผสมของ turmerone และ ar-turmerone โดยสารทั้งสองชนิดนี้จะมีปริมาณ 50-80% ของปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้แบ่งเป็นอัตราส่วนของ Turmerone: ar-turmerone ตั้งแต่ 5:4 ถึง 2:6 น้ำมันหอมระเหยเป็นตัวให้กลิ่นซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของขมิ้นชัน

6.1 การเคียวรีง (curing)

ขมิ้นที่เก็บเกี่ยวมาแล้วจะนำมาผ่านการแปรรูปโดยต้มในน้ำเดือดเพื่อกำจัดกลิ่นดิบ, ลดเวลาในการทำแห้ง, เจลาติไนซ์สตาร์ช และ เพื่อให้สีของขมิ้นที่ได้มีความสม่ำเสมอ โดยใช้น้ำในอัตราส่วนที่เพียงพอกับขมิ้น ต้มนาน 45-60 นาที จนมีลักษณะอ่อนนุ่ม การต้มขมิ้นนานเกินไป (overcooking) จะทำให้ขมิ้นมีสีจางลง ในขณะที่การต้มที่ไม่เพียงพอ (undercooking) จะทำให้ขมิ้นแห้งมีความเปราะ และแตกหักง่าย (Purseglove *et al.*, 1981; Anandaraj *et al.*, 2005)

6.2 การทำแห้ง (drying)

ในอดีตขมิ้นที่ผ่านการเคียวรีงแล้วจะนำมาแห้งด้วยการตากแดด โดยใช้เวลานานประมาณ 10-15 วัน ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้ตู้อบลมร้อนในการอบแห้ง โดยสามารถลดเวลาได้เหลือประมาณ 6-10 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความชื้นของผลิตภัณฑ์เริ่มต้นและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งที่ต้องการ อุณหภูมิที่เหมาะสมไม่ควรสูงกว่า $60-65^{\circ}\text{C}$ การอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีสดกว่าการตากแดด ที่จะทำให้ผิวหน้าของขมิ้นมีสีซีดจาง ขมิ้นที่ได้จากการอบแห้งจะมีปริมาณผลผลิต (%yield) ประมาณ 10-30% (Purseglove *et al.*, 1981; Anandaraj *et al.*, 2005)

6.3 การบด (pulverized)

ขมิ้นชันผงผลิตจากขมิ้นชันแห้งนำมาบดด้วยเครื่องบดแบบหัวค้อน (hammer mill) หรือ เครื่องบดแบบจาน (disc mill) แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60-80 เมช และบรรจุใส่ถุงโพลีเอทิลีน พบว่า เคอร์คิวมินมีความคงทนต่อการเก็บที่อุณหภูมิห้องนานกว่า 6 เดือนโดยไม่สัมผัสกับแสง

โดยทั่วไปไขมันชั้นผงจะผ่านการฉายรังสีเพื่อกำจัด และป้องกันการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Munasiri *et al.*, 1987; Chatterjee *et al.* (1999)

ตารางที่ 4 ค่า IC_{50} ของสารประกอบในไขมันชั้นที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และ สารประกอบ อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการเกิดออกซิเดชันของ linoleic acid

Sample	50% inhibitory concentration (IC_{50})	
	TBAV (%)	POV (%)
Methanol ex.	1.22×10^{-2}	1.21×10^{-2}
Curcumin	1.83×10^{-2}	1.15×10^{-2}
4-Hydroxycinnamoyl(feruloyl)methane	1.88×10^{-2}	2.79×10^{-2}
Bis-(4-Hydroxycinnamoyl)methane	2.80×10^{-2}	3.17×10^{-2}
Caffeic acid	5.63×10^{-2}	5.30×10^{-2}
Ferulic acid	8.95×10^{-2}	5.41×10^{-2}
Protocatechuic acid	1.85×10^{-2}	1.54×10^{-2}
Vanillic acid	2.01×10^{-2}	1.83×10^{-2}
BHA	3.37×10^{-2}	3.75×10^{-2}
BHT	1.92×10^{-2}	2.24×10^{-2}
di- α -Tocopherol	1.95×10^{-2}	2.48×10^{-2}

ที่มา: Toda *et al.*(1985)

6.4 การนำไปใช้ประโยชน์

ไขมันชั้นผงเป็นส่วนประกอบของที่สำคัญของผงกระหรี่ (curry powder) ซึ่งเป็นเครื่องเทศที่นิยมใช้ในการประกอบอาหารอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะประเทศในเขตเอเชีย และ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ยังมีการนำไปใช้ประโยชน์เป็นสารให้สีในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท เช่น ขนมอบกรอบ ขนมปังและไอศกรีม โดยได้มีการศึกษานำสารเคอร์คิวมิน ไปใช้เป็นสารให้สีในผลิตภัณฑ์เอกทรรูเคตจากข้าวโพด และถั่วเหลือง พบว่ามีความคงตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้สี tartazine ซึ่งเป็นสีสังเคราะห์ (Sowbhagya *et al.*, 2005) โดยที่เคอร์คิว

มิน เป็นสารที่ได้รับการอนุญาตจาก FAO ให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ สำหรับประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานของขมิ้นชันผงไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ขมิ้นผง (มพช. 676/2547)

ลักษณะ	รายละเอียด
ลักษณะทั่วไป	- ต้องเป็นผงละเอียดแห้ง ไม่จับตัวเป็นก้อน
สี	- ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของขมิ้นผง
กลิ่น	- ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของขมิ้นผง ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์
สิ่งแปลกปลอม	- ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลของสัตว์
ความชื้น	- ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
สารปนเปื้อน	- ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม - สารหนู ต้องไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
จุลินทรีย์	- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^7 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม - โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม - ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ที่มา: มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบและสารเคมี

1.1 วัตถุดิบ

- 1.1.1 น้ำกะทิคั้นสดไม่เติมน้ำ จากตลาดอมรพันธุ์ จตุจักร กรุงเทพฯ
- 1.1.2 น้ำพริกแกงเขียวหวาน ตราโลโบ จากบริษัทโลโบ ฟู้ดส์ จำกัด
- 1.1.3 เครื่องปรุงรส (น้ำตาลมะพร้าว น้ำปลา เกลือ)
- 1.1.4 ผัก (มะเขือเปราะ ใบมะกรูด ใบโหระพา และพริกชี้ฟ้า) จากตลาดอมรพันธุ์

จตุจักร กรุงเทพฯ

1.2 สารเคมี ได้แก่ แชนแทนกัม จากบริษัท Thai Food and Chemical Co, Ltd.

1.3 ตัวอย่างแกงเขียวหวานสำเร็จรูปแช่แข็งทางการค้า

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

- 2.1.1 ตู้แช่เยือกแข็ง (Freezer)
- 2.1.2 เครื่องครัว

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตขมิ้นชันผง

2.2.1 ตู้อบลมร้อน (Tray dryer)

2.2.2 เครื่องบดแบบ pin mill

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 เครื่องวัดสี (spectrophotometer Minolta, Model CM-3500d, Japan)

3.1.2 เครื่องวัดความหนืด (Brookfield Synchro-lectric Viscometer, Model DVII, USA) กับชุดอุปกรณ์ UL-adaptor

3.1.3 เครื่องวิเคราะห์ค่า a_w Thermoconstanter (Novasina, Model MKL, Switzerland)

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.1 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

3.2.2 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter) (Jenway, Model 3320, England)

3.2.3 Spectrophotometer UV-Vis (Shimadzu, Model UV-160A, Japan)

3.2.4 Rotary Evaporator (BUCHI Rotary, Model R-20, Switzerland)

3.2.5 Freeze Dryer (Heto Holten Model Lyolab 3000, Denmark)

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

3.4.2 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

วิธีการ

1. การสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภค ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง

สำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภค ต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อศึกษาข้อมูลเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อ และรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และส่วนที่ 3 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก)

ทำการสุ่มตัวอย่างผู้บริโภคโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (non-probability) แบบสะดวก (convenience sampling) (ศิริวรรณ, 2540; สุชาติ, 2540) กับผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปี ขึ้นไป ที่รับประทานผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง และแบ่งกลุ่มตัวอย่างตามเพศ เป็นเพศชาย 50% และเพศหญิง 50% โดยกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยการใช้สัดส่วน (ศิริวรรณ, 2540) โดยคำนวณจากสมการที่ 1 (ฉัตรศิริ, 2547)

$$n_0 = \frac{Z^2 pq}{e^2} \quad (1)$$

โดยที่ n_0 = ขนาดของตัวอย่าง

Z = ค่ามาตรฐานของโค้งปกติที่ตรงปลายหาง ณ ตำแหน่ง 1 - ระดับความเชื่อมั่น = 1.96

e = ระดับความคลาดเคลื่อน = 0.05

p = สัดส่วนที่ถูกประมาณค่าของคุณลักษณะที่แสดงในประชากร

$q = 1 - p$

จากการสำรวจผู้บริโภคเบื้องต้นเพื่อหาสัดส่วนของผู้บริโภคที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง และไม่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง พบว่า ผู้บริโภคที่

ทำการสำรวจจำนวน 40 คน มีผู้ที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งจำนวน 38 คน และไม่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งจำนวน 2 คน คิดเป็นสัดส่วน ค่า $p = 0.95$ เมื่อนำไปแทนค่าในสมการที่ (1) จะได้ขนาดของตัวอย่างที่จะทำการสำรวจพฤติกรรม และความ ต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งเท่ากับ 73 คน

(ขนาดตัวอย่าง = $\{(1.96)^2(0.95)(0.05)\} / (0.05)^2$) แต่เนื่องจากการทดสอบผู้บริโภคโดยทั่วไปควร ใช้ผู้ทดสอบไม่น้อยกว่า 100 คน (Stone and Sidel, 1993) ดังนั้นงานวิทยานิพนธ์นี้จึงทำการสำรวจ พฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคที่รับประทานอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง จำนวน 120 คน

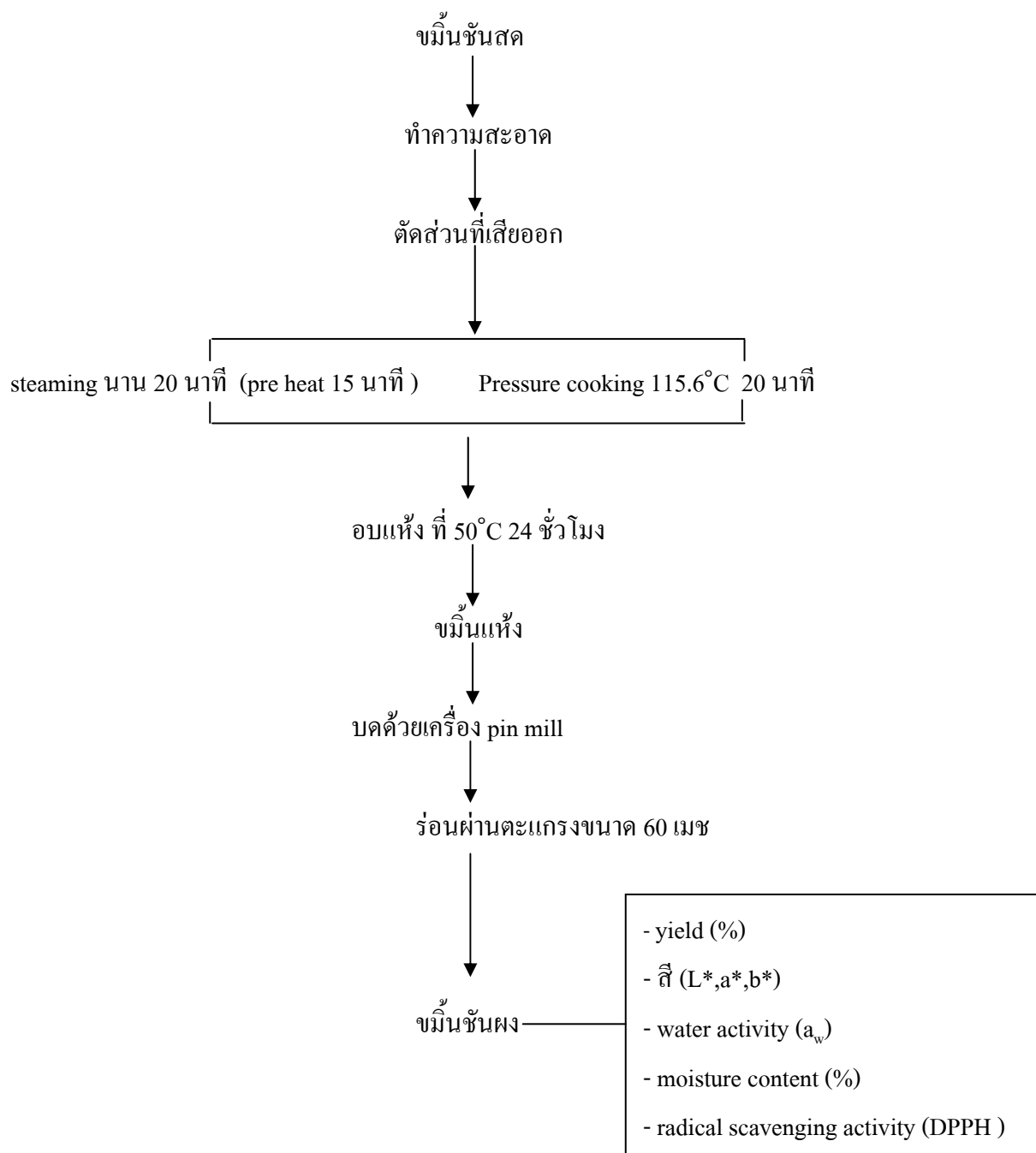
2. การศึกษาคุณภาพ และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชันผง

ศึกษาคุณภาพ และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชันผง โดยนำขมิ้นชันมาทำความสะอาด คัดแยกเหง้าเสียบอก แล้วเลือกขมิ้นชันที่มีขนาดเท่าๆกันมาหั่นเป็นชิ้นให้มีความหนา ประมาณ 0.5 – 1.0 เซนติเมตร จากนั้นแบ่งขมิ้นชันที่ได้ออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่หนึ่ง นำไปให้ความร้อนด้วยสตีมน้ำถึงโดย pre heat ก่อน 15 นาที เพื่อเพิ่ม อุณหภูมิของขมิ้นชันให้เป็น 98-100°C (อุณหภูมิไอน้ำเดือด) จากนั้นจึงจับเวลาให้ความร้อน 20 นาที

ส่วนที่สอง นำไปให้ความร้อนภายใต้ความดันสูง (115.6°C) โดยให้ความร้อนในหม้อนี้ ความดันสูง ซึ่งให้ความร้อนอุณหภูมิประมาณ 115.6°C เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำขมิ้นชันทั้งสอง ส่วนที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วไปอบในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50°C นาน 24 ชั่วโมง

นำขมิ้นชันแห้งที่ได้ไปบดด้วยเครื่องบดแบบ pin mill ร้อนผ่านตะแกรง 60 เมช แล้ว คำนวณปริมาณผลผลิต yield (%) จากนั้นนำขมิ้นชันผงที่ได้วิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ค่า water activity (a_w) คี ($L^* a^* b^*$) ความชื้น (%) และค่า radical scavenging activity ด้วยวิธี DPPH ทำการ ทดลองซ้ำ 2 ครั้ง (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การศึกษาคุณภาพ และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของขมิ้นชันผง

2.1 การคำนวณปริมาณผลผลิตของขมิ้นชัน (%)

$$\text{yield (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100 \quad (2)$$

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพ

2.2.1 พารามิเตอร์สี (L^* , a^* , b^*)

นำขมิ้นชันผงมาวัดค่าด้วยเครื่อง spectrophotometer (Minolta, Model CM-3500d, Japan) โดยวัดค่าสีในระบบ CIE-LAB ที่มุม 10° เลือกแหล่งกำเนิดแสง D65 เป็นแหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน จากนั้น calibrate ด้วย zero calibration box และ white calibration plate แล้วนำตัวอย่างขมิ้นชันผงใส่ลงใน petri dish อ่านค่าทั้งหมด 3 จุด และวัดค่า L^* , a^* , b^* โดยค่า L^* แสดงค่าความสว่าง (100 = สว่างมาก, 0 = สีดำ), a^* แสดงค่าความเป็นสีแดง (+ = redness, - = greenness), b^* แสดงค่าความเป็นสีเหลือง (+ = yellowness = blueness)

2.2.2 ค่า water activity (a_w)

นำขมิ้นชันผงวัดค่าด้วยเครื่อง Thermoconstanter (Novasina, Model MLK, Switzerland) โดยนำขมิ้นชันผงใส่ตลับวัดค่าโดยใส่ตัวอย่าง 1 ใน 3 ของตลับ จากนั้นนำตัวอย่างใส่เครื่องแล้วปิดฝาให้เครื่องทำงานแล้วอ่านค่าหลังจากสมดุล ทำการวัดค่าซ้ำ 2 ครั้ง

2.2.3 ความชื้น (%)

ชั่งตัวอย่างขมิ้นชันผง 2 ± 0.0020 กรัม ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดที่อบหาน้ำหนักที่แน่นอน แล้วนำไปอบด้วยเครื่อง hot air oven ที่อุณหภูมิ $105 \pm 5^\circ\text{C}$ นาน 6 ชั่วโมง (AOAC, 2000) จากนั้นทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องในเดสิเคเตอร์นาน 20 นาที ทำการชั่งน้ำหนักจนกว่าจะคงที่ คำนวณค่าความชื้น โดยใช้สมการ (3)

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100 \quad (3)$$

2.2.4 radical scavenging activity ด้วยวิธี DPPH

(1) การสกัดสารสกัดจากขมิ้นชัน (crude extract)

สกัดตัวอย่างขมิ้นชันด้วย ethanol 95% ในอัตราส่วน 1:5 (w/v) โดยใช้ขมิ้นชันสด 100 กรัม หรือ ขมิ้นชันผง 15 กรัม จากนั้น flush ด้วยก๊าซไนโตรเจนนาน 30 วินาที ปิดปากพลาสติกด้วยพาราฟิล์ม แล้วหุ้มพลาสติกด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์ วางไว้ในที่มืดโดยเขย่าเป็นครั้งคราว ประมาณ 12 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารสกัดที่ได้ด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 นำไปประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator (BUCHI Rotavapor R-20, Switzerland) ที่อุณหภูมิ 50°C ความดัน 50 mm.Hg. ตัวอย่างที่สกัดได้หลังการระเหยอัลกอฮอล์นำไปทำแห้งด้วยเครื่อง freeze dryer (Heto Holten Model Lyolab 3000, Denmark) จากนั้นเก็บตัวอย่างสารสกัดที่ได้ในตู้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -20°C) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพต่อไป (Maisuthisakul *et al.*, 2007)

(2) การวัดค่า DPPH radical scavenging activity

ทำการวัดค่า DPPH radical scavenging activity ปิเปตสาร ละลาย 5 mM DPPH ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มีสารละลายของสารสกัดจากขมิ้นชันในเมทานอลความเข้มข้นต่างๆ (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} และ 10^{-7}) ปริมาตร 4.9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex เก็บที่อุณหภูมิห้อง (ในที่มืด) นาน 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer (คัดแปลงจาก Maisuthisakul *et al.*, 2007) คำนวณค่า DPPH radical scavenging activity (%) ดังในสมการที่ (4)

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \{[A_0 - (A_1 - A_s)]/A_0\} \times 100 \quad (4)$$

โดยที่ A_0 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายควบคุม (DPPH only)

A_1 คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างในสารละลาย DPPH (DPPH+sample extracted)

A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง (sample extracted only)

ให้นำค่าที่ได้มา plot ระหว่าง DPPH radical scavenging activity (%) กับความเข้มข้นของสารละลายของสารสกัดจากขมิ้นชันในเมทานอลความเข้มข้นต่างๆ ($\mu\text{g/ml}$) จะได้ค่าที่หาได้จากกราฟ sigmoid non-linear regression เป็นค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ปริมาณ DPPH ลดลง 50% เรียกค่า EC_{50} จากนั้นรายงานผลเป็นค่า antiradical activity ($1/\text{EC}_{50}$) นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test

3. การศึกษาผลของแซนแทนกัมต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

เตรียมผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็งสูตรปกติ (control) (ที่มีกะทิตามสูตร) และสูตรลดกะทิ (โดยการลดปริมาณกะทิ และเติมแซนแทนกัม) ตามสูตร (ตารางที่ 6) โดยการเตรียมดังแสดงในภาพที่ 7 จากนั้นนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง แล้วนำมาละลายที่อุณหภูมิ 40°C นาน 2 ชั่วโมง นับเป็น 1 วงจร ทำเช่นนี้จนครบ 7 วงจร (ดัดแปลงจาก Pongsawatmanit *et al.*, 2006) สุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งวงจรที่ 1 4 และ 7 มาวิเคราะห์ค่าความหนืด ดังนี้

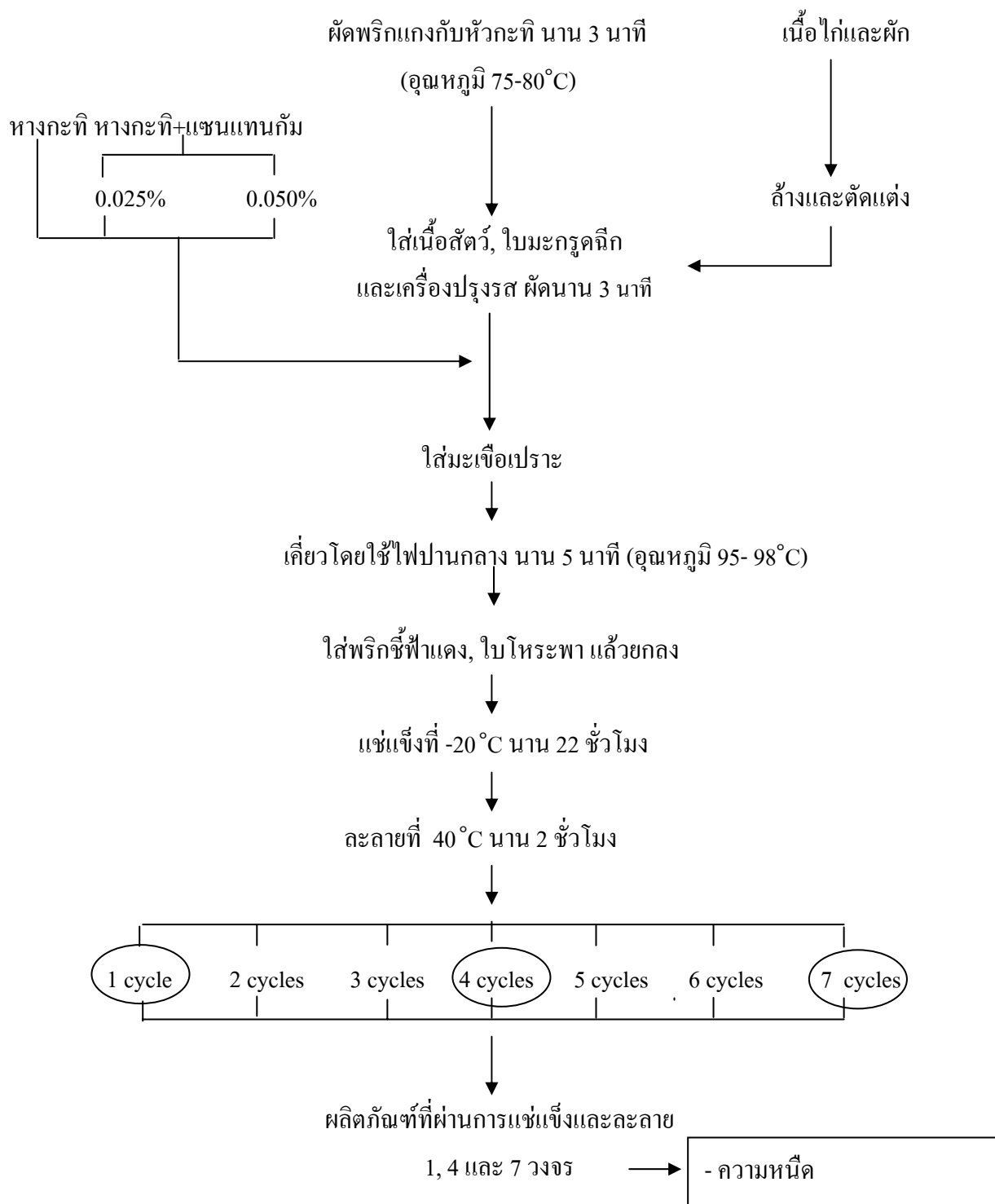
3.1 ค่าความหนืด

เติมตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานที่ได้จากการกรองเอาชิ้นเนื้อ และผักออก ปริมาตร 16 มิลลิลิตร ใส่ในกระบอกของชุด UL-adaptor เพื่อวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง viscometer (Brookfield Synchro-lectric Viscometer, Model DV-II+ Pro, USA) ควบคุมที่อุณหภูมิ 25°C ทำการวัดค่าความหนืดของตัวอย่างโดยแปรความเร็วรอบตั้งแต่ 20-200 rpm (shear rate $24.46\text{-}244.60\text{ s}^{-1}$) (ดัดแปลงจาก Haminiuk *et al.*, 2006)

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบ และปริมาณของส่วนประกอบในการเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาผลของ
แซนแทนกัมต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แซ่แข็ง

ส่วนประกอบ	control (%)	สูตรลดกะทิ(%)	
		0.025% แซนแทนกัม	0.050% แซนแทนกัม
เนื้อไก่	25.0	25.0	25.0
หัวกะทิ (ปริมาณ ไขมัน 34%)	17.31	12.98	8.66
ใบมะกรูดฉีก	0.15	0.15	0.15
มะเขือเปราะ	23.07	23.07	23.07
พริกชี้ฟ้าแดง	1.92	1.92	1.92
ใบโหระพา	0.50	0.50	0.50
น้ำตาลปีบ	3.85	3.85	3.85
เกลือ	0.31	0.31	0.31
น้ำปลา	1.35	1.35	1.35
พริกแกง	3.46	3.46	3.46
แซนแทนกัม 1%	-	2.5	5.0
น้ำ	23.08	24.91	26.73

ที่มา: ดัดแปลงจาก สมาคมร้านอาหารไทย (2543)



ภาพที่ 7 การศึกษาผลของแซนแทนกันต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

4. การศึกษาผลมีนชั้นผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็งจากสูตรต่างๆ

เตรียมผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง ตามสูตร (ตารางที่ 7 และตามกระบวนการในภาพที่ 8) จากนั้นนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C เป็นเวลา 22 ชั่วโมง แล้วนำมาละลายที่อุณหภูมิ 40°C นาน 2 ชั่วโมง นับเป็น 1 วงจร ทำเช่นนี้จนครบ 7 วงจร (ดัดแปลงจาก Pongsawatmanit *et al.*, 2006) สุ่มผลิตภัณฑ์วงจรที่ 1, 4 และ 7 มาวิเคราะห์ค่าสี pH และ TBARS ดังนี้

4.1 พารามิเตอร์สี ในระบบ L^* , a^* , b^*

เติมตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานที่ได้จากการกรองเอาชิ้นเนื้อ และผักออก ประมาณ 20 กรัม เติมน้ำใน Petri dish จนเต็มพื้นที่ แล้วนำมาวัดค่าด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Minolta, Model CM-3500d, Japan) วัดค่าสีในระบบ CIE-LAB ที่มุม 10° เลือกแหล่งกำเนิดแสง D65 เป็นแหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน เลือกขนาด lens เป็นขนาดใหญ่ (large) Calibrate ด้วย zero calibration box และ white calibration plate จากนั้นนำตัวอย่างที่อยู่ใน Petri dish วางบนตำแหน่งวัด อ่านค่า 3 จุด และวัดค่าอย่างน้อย 10 ครั้ง ซึ่งค่า L^* แสดงค่าความสว่าง ($100 =$ สว่างมาก, $0 =$ สีดำน), a^* แสดงค่าความเป็นสีแดง ($+$ = redness, $-$ = greenness), b^* แสดงค่าความเป็นสีเหลือง ($+$ = yellowness, $-$ = blueness)

4.2 ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)

นำน้ำแกงเขียวหวานมาวัดค่าวัดค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำแกง ด้วยเครื่อง pH-meter (Jenway, Model 3320, England) โดยเปิดสวิตช์เครื่อง แล้ว calibrate ด้วย buffer pH 4 และ pH 7 จากนั้นเทตัวอย่างน้ำแกงปริมาตร 40 มิลลิลิตร ใส่ลงบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร จุ่ม probe และ thermocouple ในตัวอย่างน้ำแกง วัดค่าที่อุณหภูมิ 25°C

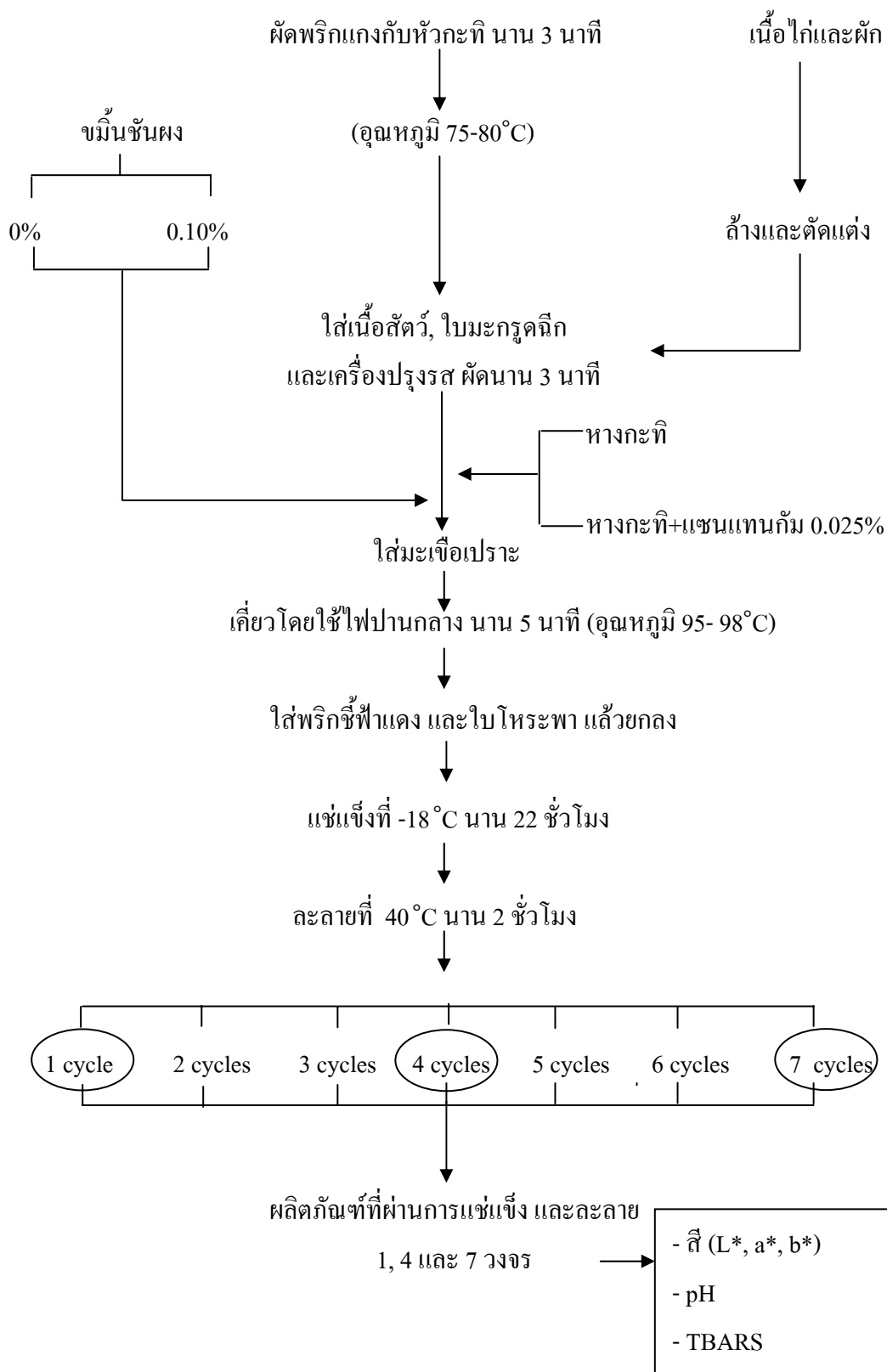
4.3 Thiobarbituric reactive substance (TBARS)

วิเคราะห์ค่า TBARS โดยป้อนน้ำแกงที่กรองแล้วปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex ป้อน TBA reagent (15% TCA-0.375%TBA ใน 0.25M HCl 100 มิลลิลิตร ผสม กับ 2% BHT 3 มิลลิลิตร) ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีตัวอย่างอยู่แล้ว ผสมให้เข้ากันอีกครั้งด้วยเครื่อง vortex จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 15 นาที แล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที นำมาเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1000xg นาน 15 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงของส่วนใสด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ 1,1,3,3-Tetrahydroxypropane แล้วรายงานผลเป็นค่า TBARS (mmol.lg^{-1} sample) (McDonald and Hultin, 1987)

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบ และปริมาณของส่วนประกอบในการเตรียมผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาผลของไขมันชั้นผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แซ่แข็ง

ส่วนประกอบ	control(%)	สูตรลดกะทิ(%)	
		แทนแทนกะทิ 0.025%	แทนแทนกะทิ 0.025% + ไขมันชั้นผง 0.10%
เนื้อไก่	25.0	25.0	25.0
หัวกะทิ (ปริมาณ ไขมัน 34%)	17.31	12.98	12.98
ใบมะกรูดฉีก	0.15	0.15	0.15
มะเขือเปราะ	23.07	23.07	23.07
พริกชี้ฟ้าแดง	1.92	1.92	1.92
ใบโหระพา	0.50	0.50	0.50
น้ำตาลปีบ	3.85	3.85	3.85
เกลือ	0.31	0.31	0.31
น้ำปลา	1.35	1.35	1.35
พริกแกง	3.46	3.46	3.46
1% แทนแทนกะทิ	-	2.5	2.5
ไขมันชั้นผง	-	-	0.10
น้ำ	23.08	24.91	24.81

ที่มา: คัดแปลงจาก สมาคมร้านอาหารไทย (2543)



ภาพที่ 8 การศึกษาผลของไขมันชั้นผงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

ผลและวิจารณ์

1. ผลการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง

ผลการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคที่รับประทานอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งจำนวน 120 คน (ชาย 60 คน หญิง 60 คน) ด้วยการตอบแบบสอบถาม ณ โรงอาหารกลาง 1, โรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และห้างคาร์ฟูร์ สาขาบางใหญ่ จ. นนทบุรี พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 25-34 ปี (39.2%) รองลงมาได้แก่ อายุระหว่าง 15-24 ปี (27.5%) และอายุระหว่าง 35-44 ปี (19.2%) มีการศึกษาระดับปริญญาตรี (50.0%) และระดับปริญญาโท (25.8%) มีอาชีพนักเรียน นักศึกษามากที่สุด (39.2%) รองลงมาได้แก่ ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ (30.0%) มีรายได้/เดือน ระหว่าง 5,000-10,000 บาท, 10,001-15,000 บาท และมากกว่า 25,000 บาท (35.0%, 25.0% และ 13.3%) ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้บริโภคในการบริโภคอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ซื้ออาหารสำเร็จรูปแช่แข็งบริโภคด้วยตัวเอง (90.0%) ที่ร้านสะดวกซื้อ เช่น ร้านเซเว่น-อีเลฟเว่น (50.0%) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำการสำรวจส่วนใหญ่ เป็นกลุ่มนักเรียนนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงนิยมซื้ออาหารสำเร็จรูปแช่แข็งจากร้านสะดวกซื้อ เช่น ร้านเซเว่น-อีเลฟเว่น ซึ่งกระจายอยู่ในมหาวิทยาลัย โดยส่วนใหญ่นิยมซื้อในปริมาณที่ใกล้เคียงกันคือน้อยกว่า 1 ครั้งต่อเดือนและ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ (25.0% และ 23.2%) ตามลำดับ ในราคา 31-35 บาท/กล่อง (25.0%) โดยนำมารับประทานที่บ้าน (66.7%) และรับประทานทันทีที่ซื้อมากที่สุด (51.7%) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่สังเกตการระบุอายุการเก็บ โดยเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บนานที่สุด และผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่หมดอายุการเก็บในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน (45.8% และ 44.2%) ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 120 คน จากการสำรวจ
ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้บริโภคในการบริโภคอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง

ข้อมูลทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	สัดส่วนผู้ตอบ (%)
อายุ (ปี)		
- 15-24	33	27.5
- 25-34	47	39.2
- 35-44	23	19.2
- 45-54	14	11.7
- มากกว่า 55 ปี	3	2.4
การศึกษา		
- ม.ต้น	1	0.8
- ม.ปลาย	11	9.2
- อนุปริญญา	15	12.5
- ปริญญาตรี	60	50.0
- ปริญญาโท	31	25.8
- ปริญญาเอก	2	1.7
อาชีพ		
- นักเรียน/นักศึกษา	47	39.2
- ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	36	30.0
- พนักงานบริษัทเอกชน	20	16.7
- ธุรกิจส่วนตัว	17	14.1
รายได้ต่อเดือน (บาท)		
- น้อยกว่า 5000	15	12.5
- 5,001-10,000	42	35.0
- 10,001-15,000	30	25.0
- 15,001-20,000	11	9.2
- 20,001-25,000	6	5.0
- มากกว่า 25,000	16	13.3

ตารางที่ 9 ข้อมูลทัศนคติ และพฤติกรรมในการบริโภคอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง ของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 120 คน

ข้อมูลทัศนคติและพฤติกรรมของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (คน)	สัดส่วนผู้ตอบ (%)
ลักษณะการซื้ออาหารสำเร็จรูปแช่แข็งโดยทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม		
- ซื้อด้วยตัวเอง	108	90.0
- ฝากซื้อโดยระบุชนิดหรือชื่ออาหาร	6	5.0
- ฝากซื้อโดยไม่ระบุชนิดหรือชื่ออาหาร	3	2.5
- ได้รับเป็นของฝาก	3	2.5
สถานที่ที่ผู้ตอบแบบสอบถามซื้ออาหารสำเร็จรูปแช่แข็งบ่อยที่สุด		
- ร้านสะดวกซื้อ	54	50.0
- Hypermarket	30	27.8
- ซูเปอร์มาร์เก็ต	22	20.4
- อื่นๆ เช่น ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น	2	1.8
ความถี่ที่ผู้ตอบแบบสอบถามซื้ออาหารสำเร็จรูปแช่แข็งรับประทาน		
- ทุกวัน	3	2.8
- 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	15	13.9
- 1 ครั้งต่อสัปดาห์	25	23.2
- 2-3 สัปดาห์ต่อครั้ง	20	18.5
- 1 ครั้งต่อเดือน	18	16.6
- น้อยกว่า 1 ครั้งต่อเดือน	27	25.0
ราคาของอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง/กล่อง ที่ผู้ตอบแบบสอบถามซื้อรับประทานอยู่ระหว่าง		
- 21-25 บาท	5	4.6
- 26-30 บาท	22	20.4
- 31-35 บาท	27	25.0
- 36-40 บาท	23	21.3
- 41-45 บาท	11	10.2
- มากกว่า 45 บาท	20	18.5
สถานที่ที่ผู้ตอบแบบสอบถามรับประทานอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง		
- ในบ้าน	80	66.7
- นอกบ้าน	40	33.3

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อมูลทัศนคติและพฤติกรรมของผู้ตอบแบบสอบถาม	ความถี่ (คน)	สัดส่วนผู้ตอบ (%)
โดยปกติทานเก็บอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งหลังจากซื้อแล้ว ใวนานกี่วันก่อนที่จะรับประทาน		
- 1 สัปดาห์	62	51.7
- 2 สัปดาห์	27	22.5
- 1 สัปดาห์	20	16.7
- 2 สัปดาห์	2	1.6
- ระหว่าง 2 สัปดาห์ถึง 1 เดือน	8	6.7
- มากกว่า 1 เดือน	1	0.8

เมื่อสอบถามลำดับความสำคัญที่พิจารณาก่อนซื้อผลิตภัณฑ์ พบว่า ชนิดของอาหารเป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาเป็นอันดับที่ 1 ในการซื้อครั้งแรก รองลงมาได้แก่ คุณค่าทางโภชนาการ และอายุการเก็บ (72.5%, 26.7% และ 29.2%) ตามลำดับ โดยพบว่า รสชาติ เป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณามากที่สุดในการซื้อซ้ำ (ตารางที่ 10)

นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ (90%) สังเกตการระบุอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ โดยมีจำนวนผู้ที่เลือกผลิตภัณฑ์ที่อายุการเก็บนานที่สุด และเลือกเพียงผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่มีหมดอายุการเก็บใกล้เคียงกัน คือ 45.8% และ 44.2% ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาเป็นอันดับ 1, 2 และ 3 ในการซื้อครั้งแรก และการซื้อซ้ำ

ข้อมูล	อันดับที่ 1		อันดับที่ 2		อันดับที่ 3	
	ความถี่ (คน)	สัดส่วน (%)	ความถี่ (คน)	สัดส่วน (%)	ความถี่ (คน)	สัดส่วน (%)
ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาในการซื้อครั้งแรก						
- ชนิดของอาหาร	87	72.5	15	12.5	6	5
- ยี่ห้อ	9	7.5	21	17.5	18	15
- ลักษณะภายนอก	2	1.7	25	20.8	11	9.2
- ภาชนะบรรจุ	1	0.8	8	6.7	21	17.5
- คุณค่าทางโภชนาการ	15	12.5	32	26.7	23	19.2
- อายุการเก็บ	4	3.4	13	10.8	35	29.2
- คำแนะนำของคนรู้จัก	1	0.8	5	4.2	5	4.1
- อื่นๆ เช่น ราคา เป็นต้น	1	0.8	1	0.8	1	0.8
ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาในการซื้อครั้งซ้ำ						
- ชนิดของอาหาร	43	35.8	27	22.5	15	12.5
- ยี่ห้อ	4	3.3	18	15	15	12.5
- ภาชนะบรรจุ	2	1.7	5	4.2	18	15.0
- คุณค่าทางโภชนาการ	10	8.3	22	18.3	30	25.0
- กลิ่น	0	0	7	5.8	3	2.5
- รสชาติ	57	47.5	34	28.3	11	9.2
- เนื้อสัมผัส	1	0.9	6	5.0	26	21.7
- อื่นๆ เช่น มีคุณภาพดี หาซื้อง่าย เป็นต้น	3	2.5	1	0.9	2	1.6

ตารางที่ 11 การสังเกตการณ์ระบุอายุการเก็บผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 120 คน

ข้อมูล	ความถี่ (คน)	สัดส่วนผู้ตอบ (%)
โดยทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถามสังเกตหรือระบุอายุการเก็บ		
- สังเกต เลือกอายุการเก็บนานที่สุด	55	45.8
- สังเกต เลือกที่ยังไม่หมดอายุ	53	44.2
- ไม่สังเกต	12	10.0

จากการสอบถามข้อมูลผลิตภัณฑ์แก่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่บริโภค (ตารางที่ 12) โดยสอบถามเกี่ยวกับยี่ห้อของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งที่ผู้ตอบแบบสอบถามนิยมรับประทานมากที่สุดพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทานอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งในแต่ละยี่ห้อในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน โดยอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งยี่ห้อ A ได้รับความนิยมมากที่สุด (ร้อยละ 30.8) รองลงมาได้แก่ อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งยี่ห้อ B (30.0%) และอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งยี่ห้อ C (26.7%) ตามลำดับ โดยให้เหตุผลที่ชอบคือ รสชาติ (38.3%) และความสะดวก (24.2%) ซึ่งแตกต่างกับผลการสำรวจของศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย (2550) ที่สำรวจส่วนแบ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทาน ปี 2549 เล็กน้อย โดยพบว่า อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งยี่ห้อ A มีส่วนแบ่งตลาดมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ยี่ห้อ D และยี่ห้อ B (45.0%, 25.0% และ 15.0%) ตามลำดับที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยทำการสำรวจส่วนใหญ่มีอาชีพพนักงานเรียนนักศึกษา และมีรายได้ไม่สูงมากนัก (5,001-10,000 บาท) ดังนั้นจึงนิยมรับประทานอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งยี่ห้อ A ซึ่งมีราคาไม่สูง (ประมาณ 35 บาท/กล่อง) และส่วนใหญ่ซื้อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งจากร้านสะดวกซื้อ ดังจะเห็นได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ chi-square (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ที่พบว่า อาชีพ มีผลต่อสถานที่ที่ผู้ตอบแบบสอบถามซื้อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งรับประทาน ($p \leq 0.05$) โดย นักเรียนนักศึกษาส่วนใหญ่ (27 คน จาก 47 คน ที่ทำการสำรวจ) ซื้อจากร้านสะดวกซื้อ เช่น เซเว่น-อีเลฟเว่น ดังนั้นจึงทำให้ยี่ห้อ A เป็นยี่ห้อที่ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกรับประทานมากที่สุด เนื่องจากมีวางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อดังกล่าว สำหรับอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งยี่ห้อ D จากการสำรวจพบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามเลือกรับประทานเพียง 7.5% เนื่องจากยี่ห้อ D ได้เปลี่ยนกลยุทธ์การตลาดโดยวางราคาในระดับที่สูง (ประมาณ 59 บาท/กล่อง) เทียบเท่ากับยี่ห้อ C ซึ่งเป็นยี่ห้อที่มีความแข็งแกร่งด้านรสชาติ และคุณภาพ ซึ่งแตกต่างกับราคาของยี่ห้อ A มาก ดังนั้นจึงทำยี่ห้อ D ซึ่งมีวางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อน้อย เป็นยี่ห้อที่ได้รับเลือกน้อยในการสำรวจครั้งนี้

สำหรับการสำรวจทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์ลดไขมัน พบว่าส่วนใหญ่ (65.0%) คำนึงถึงการบริโภคอาหารลดไขมัน เพื่อสุขภาพ (65.4%) และเพื่อควบคุมน้ำหนัก (32.0%) โดยอาหารที่คาดว่าจะบริโภคได้แก่ อาหารคาว ประเภทแกง (31.0%) ไส้กรอก (27.6%) และของทอด (24.1%) ตามลำดับ

เมื่อสอบถามถึงการบริโภคอาหารประเภทแกงของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า 92.5% ของผู้ตอบแบบสอบถามเคยบริโภคแกง นอกจากนี้พบว่าแกงเขียวหวานเป็นแกงที่ได้รับความนิยมมากที่สุด (37.0%) โดยส่วนใหญ่ (84.2%) เห็นว่าแกงสำเร็จรูปเป็นอาหารที่มีไขมันสูง (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็งที่บริโภค และข้อมูลของการบริโภคอาหาร
ลดไขมัน

ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ	ความถี่ (คน)	สัดส่วนผู้ตอบ (%)
ชื่อของอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทานที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทานมากที่สุด		
- A	37	30.8
- B	36	30.0
- C	32	26.7
- D	9	7.5
- E	5	4.2
- F	1	0.8
เหตุผลที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทานชื่อดังกล่าว		
- รสชาติ	46	38.3
- ความสะดวก	29	24.2
- ความหลากหลาย	14	11.7
- ราคาสินค้า	9	7.5
- ความสะอาด	8	6.7
- คุณค่าทางโภชนาการ	7	5.9
- ราคา	2	1.7
- ภาชนะบรรจุ	2	1.6
- มีให้เลือกเท่านั้น	2	1.6
- อื่นๆ เช่น หาซื้อง่าย เป็นต้น	1	0.8
การบริโภคอาหารลดไขมันของผู้ตอบแบบสอบถาม		
- คำนึง โดยให้เหตุผลที่เลือกรับประทาน	78	65.0
- เพื่อสุขภาพ	51	65.4
- เพื่อควบคุมน้ำหนัก	25	32.0
- เพราะรสชาติดี	2	2.6
- ไม่คำนึง เนื่องจาก ไม่กลัวอ้วน, ไม่มีปัญหาเรื่อง		
ความอ้วน หรือ เรื่องสุขภาพ เป็นต้น	42	35.0
อาหารลดไขมันที่ผู้ตอบแบบสอบถามรับประทาน		
- อาหารคาว	58	74.4
- อาหารหวาน	20	25.6

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางที่เขียนเป็นคำตอบของคำถามย่อย

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ	ความถี่ (คน)	สัดส่วนผู้ตอบ (%)
ประเภทของอาหารแคลอรีต่ำที่ผู้ตอบแบบสอบถามรับประทาน		
- แยก	18	31.0
- ใส่น้ำ	16	27.6
- อาหารทอด	14	24.1
- หมูยอ	4	6.9
- กุนเชียง	4	6.9
- อื่นๆ เช่น ข้าว, ปลา เป็นต้น	2	3.5
การบริโภคของของผู้ตอบแบบสอบถาม		
- บริโภค	111	92.5
- ไม่บริโภค	9	7.5
ชนิดของเนื้อที่ผู้ตอบแบบสอบถามชอบรับประทานมากที่สุด		
- เนื้อหมู	41	37.0
- เนื้อไก่	33	29.7
- เนื้อวัว	22	19.8
- เนื้อปลา	11	9.9
- อื่นๆ เช่น เนื้อที่ไม่มีกะทิ เนื้อสัตว์ เป็นต้น	4	3.6
ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามว่าเนื้อสำเร็จรูปเป็นอาหารไขมันสูง		
- เป็นอาหารไขมันสูง	101	84.2
- ไม่เป็นอาหารไขมันสูง เนื่องจากสามารถใช้กะทิเทียม	19	15.8
และ จำกัดปริมาณในการบริโภคได้ เป็นต้น		

เมื่อสอบถามถึงลักษณะของเนื้อสำเร็จรูปไขมันต่ำที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ พบว่าลักษณะที่ต้องการมากที่สุดเป็นอันดับ 1 2 และ 3 ได้แก่ มีรสชาติดีเหมือนเนื้อทั่วไป (36.6%) ไม่แยกชั้น (26.7%) และมีกลิ่นหอมเนื้อ (22.8%) ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 คุณลักษณะอันดับ 1, 2 และ 3 ของแกงลดไขมันที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ

ข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	สัดส่วนผู้ตอบ (ร้อยละ)					
	อันดับที่ 1		อันดับที่ 2		อันดับที่ 3	
	ความถี่ (คน)	สัดส่วน (%)	ความถี่ (คน)	สัดส่วน (%)	ความถี่ (คน)	สัดส่วน (%)
ลักษณะของผลิตภัณฑ์แกงลดไขมันที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ						
- มีรสชาติดี	37	36.6	19	18.8	17	16.8
- ไม่มีน้ำมันลอยหน้า	28	27.7	20	19.8	12	11.9
- มีความข้นมัน	17	16.8	7	6.9	17	16.8
- มีกลิ่นหอมของแกง	11	10.9	20	19.8	23	22.8
- มีกลิ่นหอมของกะทิ	5	5.0	8	7.9	17	16.8
- ไม่แยกชั้น	3	3.0	27	26.7	11	10.9
- สีสวย	0	0	0	0	3	3.0
- อื่นๆ เช่น มีคุณภาพดี เป็นต้น	0	0	0	0	1	1.0

สำหรับพฤติกรรมผู้บริโภคผลิตภัณฑ์แกงสำเร็จรูปแช่แข็งของผู้ตอบแบบสอบถามนั้น พบว่า 72.5% ของผู้ตอบแบบสอบถามเคยบริโภคแกงสำเร็จรูปแช่แข็ง และ 80.5% ของผู้ที่บริโภคแกงสำเร็จรูปแช่แข็ง เคยพบปัญหา โดยปัญหาที่พบมากที่สุด ได้แก่ กลิ่นหืน น้ำมันลอยหน้า และ น้ำกะทิแยกชั้น (18.4% 17.3% และ 14.9%) ตามลำดับ ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ (88.3%) เห็นด้วยกับการนำสมุนไพรมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านสี และยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ โดย 87.5% ของผู้บริโภคให้ความสนใจหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานลดไขมันสำเร็จรูปแช่แข็งจำหน่าย (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ทศนคติของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์แกงสำเร็จรูปลดไขมันแช่แข็ง

ข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	ความถี่ (คน)	สัดส่วนผู้ตอบ (%)
ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์แกงสำเร็จรูปแช่แข็งหรือไม่		
- เคย	87	72.50
- ไม่เคย เนื่องจาก ไม่ชอบผลิตภัณฑ์แช่แข็ง		
ประเภทแกง, ไม่น่าอร่อย, ไม่รู้จัก ไม่ทราบว่ามี, ไม่เคยลอง และมีผลิตภัณฑ์แกงสำเร็จรูปที่ไม่แช่แข็งขายอยู่เยอะแล้ว เป็นต้น	33	27.50
ท่านเคยพบปัญหาใดต่อไปนี้ในผลิตภัณฑ์แกงสำเร็จรูปแช่แข็ง		
- เคยพบปัญหา	70	80.5
- มีกลิ่นหืน	16	18.4
- น้ำมันลอยหน้า	15	17.3
- น้ำกะทิแยกชั้น	13	14.9
- กลิ่นรสผิดปกติ	10	11.5
- สีไม่น่ารับประทาน	8	9.2
- กลิ่นไม่หอม	6	6.9
- อื่นๆ เช่น ท้องเสีย เป็นต้น	2	2.3
- ไม่เคยพบปัญหา	17	19.5
ท่านคิดว่า ถ้าแกงเขียวหวานมีสีจากการใช้สมุนไพรเพื่อยืดอายุการเก็บ และปรับปรุงคุณภาพด้านสี ท่านเห็นด้วยหรือไม่		
- เห็นด้วย	106	88.3
- ไม่เห็นด้วย	14	11.7
ท่านคิดว่าถ้าผลิตภัณฑ์แกงลดไขมันสำเร็จรูปแช่แข็งมีความเข้มข้นในระดับใกล้เคียงกับแกงสูตรปกติ และรสชาติเหมือนกันท่านสนใจซื้อหรือไม่		
- สนใจ	105	87.5
- ไม่สนใจ เนื่องจาก ไม่กล้าลอง, และการลดไขมันอาจทำให้เสียรสชาติ เป็นต้น	15	12.5

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางที่เอียงเป็นคำตอบของคำถามย่อย

จากการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคทั้งหมดนี้ จะเห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับรสชาติในการเลือกซื้อ และรับประทานอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง

นอกจากนี้ยังพบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับปริมาณไขมันในอาหาร โดยอาหารประเภทแกงถ้าสามารถลดไขมัน จะทำให้มีผลต่อสุขภาพ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาผลของแซนแทนกัมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานสำเร็จรูปแช่แข็ง เพื่อลดปริมาณกะทิ (ลดปริมาณไขมัน) ในผลิตภัณฑ์ และยังช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส ให้ได้ผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานสำเร็จรูปแช่แข็งที่มีรสชาติ และลักษณะปรากฏ รวมทั้งเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับแกงเขียวหวานสำเร็จรูปแช่แข็งcontrol นอกจากนี้ยังศึกษาผลของไขมันชั้นผงในผลิตภัณฑ์โดยเตรียมจากไขมันชั้นสด เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านสี และป้องกันการเกิดกลิ่นหืน ซึ่งเป็นปัญหาที่พบมากในผลิตภัณฑ์แกงสำเร็จรูปแช่แข็งด้วย

2. ผลการศึกษาคุณภาพ และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของไขมันชั้นผง

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้สนใจการนำไขมันชั้นซึ่งเป็นสมุนไพรพื้นบ้านของไทยมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านสี และป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานแช่แข็ง ซึ่งผลจากการศึกษาคุณภาพ และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของไขมันชั้นผงที่ได้จากการให้ความร้อนด้วยสตีมนำถึง และไขมันชั้นผงที่ได้จากการให้ความร้อนด้วยการนึ่งภายใต้ความดันสูง ก่อนนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50°C พบว่า ปริมาณผลผลิต (%) ของไขมันชั้นผงที่ได้จากการให้ความร้อนทั้ง 2 วิธี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณผลผลิตอยู่ระหว่าง 10-11% (ตารางที่ 15) เนื่องจากการสูญเสีย ในระหว่างกระบวนการผลิต โดยไขมันชั้นที่ได้จากการอบแห้งมีรายงานว่า ได้ปริมาณผลผลิต ประมาณ 10-30% (Purseglove *et al.*, 1981; Anandaraj *et al.*, 2005)

เมื่อนำไขมันชั้นอบแห้งมาบดเป็นผง พบว่า ได้ปริมาณผลผลิตอยู่ระหว่าง 7-8% (ตารางที่ 15) ซึ่งปริมาณผลผลิตที่ลดลงเนื่องจาก เกิดการสูญเสียไขมันชั้นผงในระหว่างกระบวนการบด เช่น ขั้นตอนของการล้างเครื่องโดยใช้ไขมันชั้นแห้งบดทิ้งส่วนหนึ่งก่อนเริ่มเก็บตัวอย่างจริง และการล้างเครื่องบดก่อนเปลี่ยนตัวอย่าง เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีการควบคุมปริมาณไขมันชั้นผงที่สูญเสียในการล้างเครื่องก่อนการบด และในการเปลี่ยนตัวอย่างของไขมันชั้นผงที่ได้จากการแปรรูปทั้งสองวิธีให้ใกล้เคียงกัน (ประมาณ 3% ของน้ำหนักไขมันชั้นแห้ง ต่อการบดไขมันชั้นแห้งครั้งละ 450 กรัม)

ตารางที่ 15 ปริมาณผลผลิต (%) ของไขมันชั้นแห้ง และ ไขมันชั้นผง

ไขมันชั้น	ไขมันชั้นแห้ง (%)	ไขมันชั้นผง (%)
ให้ความร้อนด้วยสตีม	11.25±0.12b	8.08±0.27b
ให้ความร้อนภายใต้ความดันสูง	10.13±0.14a	6.89±0.12a

หมายเหตุ ค่าที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ปริมาณความชื้นของไขมันชั้นผงที่ได้จากการให้ความร้อนทั้ง 2 วิธีมีค่าประมาณ 9.8-10.0% ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และ มี a_w ประมาณ 0.3 (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ปริมาณความชื้น (%) และ a_w ของไขมันชั้นผงที่ให้ความร้อนโดยการนึ่งด้วยสตีม และ ภายใต้ความดันสูง

ไขมันชั้น	ปริมาณความชื้น (%)	a_w
ให้ความร้อนด้วยสตีม	9.76±0.28ns	0.30±0.01ns
ให้ความร้อนภายใต้ความดันสูง	9.99±0.22ns	0.29±0.00ns

หมายเหตุ ค่าที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

อย่างไรก็ตามพบว่า การให้ความร้อนมีผลต่อสีของไขมันชั้นผง โดยไขมันชั้นผงที่ได้จากการให้ความร้อนทั้งสองวิธีมีค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยไขมันชั้นผงที่ได้จากการนึ่งด้วยสตีมมีค่า L^* , a^* และ b^* สูงกว่าของไขมันชั้นผงที่ได้จากการนึ่งภายใต้ความดันสูงก่อนนำไปอบแห้ง (ตารางที่ 17) เนื่องจากมีปริมาณสารเคอร์คิวมินอยด์เหลืออยู่สูงกว่า (Bambirra *et al.*, 2002) ซึ่งสารเคอร์คิวมินอยด์เป็นสารสีเหลือง ดังนั้นจึงมีส่วนทำให้ไขมันชั้นผงที่ได้จากการนึ่งด้วยสตีมมีสีเหลืองส้ม

มากกว่าไขมันชั้นผงที่ได้จากการนึ่งภายใต้ความดันสูง (a^* และ b^* สูงกว่า) นอกจากนี้ในระหว่างการแปรรูป ความร้อนที่ใช้ทำให้เกิดสารสีน้ำตาล ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่เอนไซม์ (non-enzymatic browning) ทำให้ไขมันชั้นผงจากการแปรรูปภายใต้ความดันสูงมีความสว่างต่ำ และมีสีคล้ำกว่า ไขมันชั้นผงจากการแปรรูปโดยการนึ่งด้วยสตีม

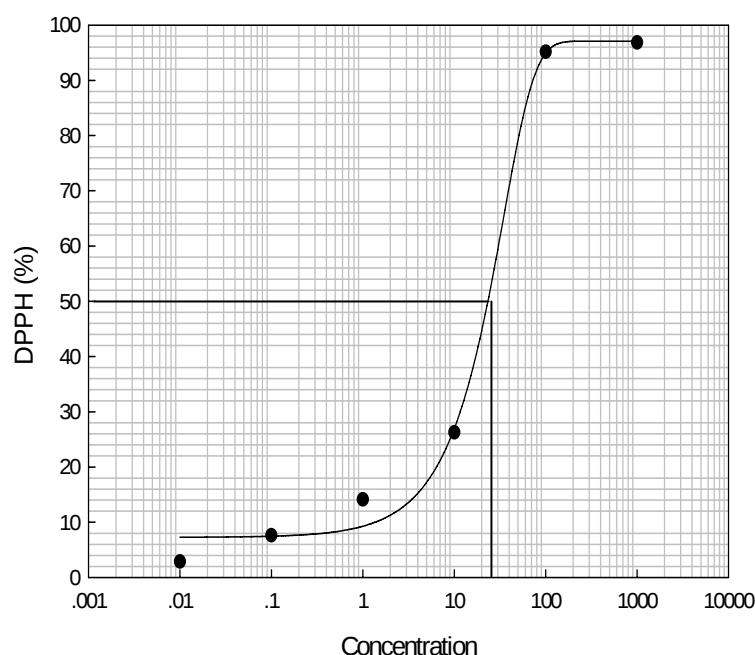
ตารางที่ 17 ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ของไขมันชั้นผงที่ให้ความร้อนโดยการนึ่งด้วยสตีม และภายใต้ความดันสูง

ไขมันชั้น	L^*	a^*	b^*
ให้ความร้อนด้วยสตีม	50.88±0.81b	22.85±0.14b	53.53±0.62b
ให้ความร้อนภายใต้ความดันสูง	47.43±0.56a	21.24±0.67a	51.83±0.11a

หมายเหตุ ค่าที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

นอกจากนี้ยังพบว่า การให้ความร้อนมีผลต่อสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากไขมันชั้นผง โดยเมื่อสร้างกราฟระหว่าง DPPH radical scavenging activity (%) กับความเข้มข้นของสารละลาย ($\mu\text{g/ml}$) แล้วหาค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ปริมาณ DPPH radical ลดลง 50% โดยลากเส้นจากแกน y (DPPH = 50%) มาตัดกราฟ แล้วลากเส้นจากกราฟมาตัดที่แกน x กราฟ อ่านค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ได้ เรียกค่าที่ได้นี้ว่า EC_{50} (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ตัวอย่าง sigmoid curve ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดจากขมิ้นชัน ($\mu\text{g/ml}$) กับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)

ค่า EC_{50} ที่อ่านได้ หมายความว่า ความเข้มข้นที่ใช้ในการกำจัดอนุมูลอิสระลง 50% ดังนั้นจึงรายงานความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเป็นค่า $1/EC_{50}$ ซึ่งเป็นค่าส่วนกลับของความเข้มข้นที่ใช้ในการกำจัดอนุมูลอิสระลง 50% ของค่าเริ่มต้น (EC_{50}) โดยเมื่อพิจารณาจากค่า EC_{50} และค่า $1/EC_{50}$ ของสารสกัดจากขมิ้นชันสด และขมิ้นชันผง พบว่าสารสกัดที่ได้จากขมิ้นชันผงทั้งสองวิธีมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าสารสกัดที่ได้จากขมิ้นชันสด (ตารางที่ 18)

ดังนั้นจึงเลือกขมิ้นชันผงที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยสตีม มาเพื่อศึกษาในผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็งต่อไป เนื่องจากมีคุณภาพด้านสีที่ดีกว่า มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่า และมีขั้นตอนการเตรียมที่ไม่ยุ่งยากเหมือนกับการให้ความร้อนภายใต้ความดันสูง

ตารางที่ 18 ค่า antiradical activity ($1/EC_{50}$) ของสารสกัดจากขมิ้นชัน

สารสกัดจากขมิ้นชัน	antiradical activity	
	EC_{50} ($\mu\text{g/ml}$)	($1/EC_{50}$)
ขมิ้นชันสด	$41.75 \pm 0.27b$	0.0240
ขมิ้นชันผงที่นึ่งด้วยสตีม	$31.47 \pm 0.29a$	0.0318
ขมิ้นชันผงที่นึ่งภายใต้ความดัน	$32.32 \pm 0.01a$	0.0309

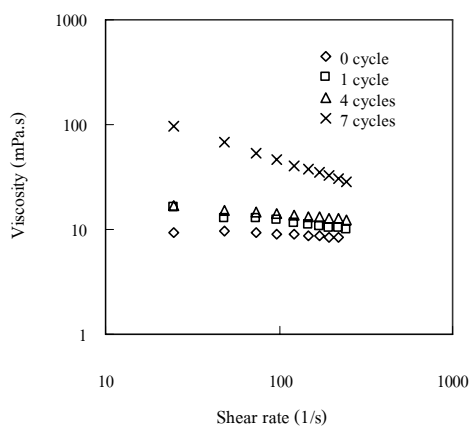
หมายเหตุ ค่าที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

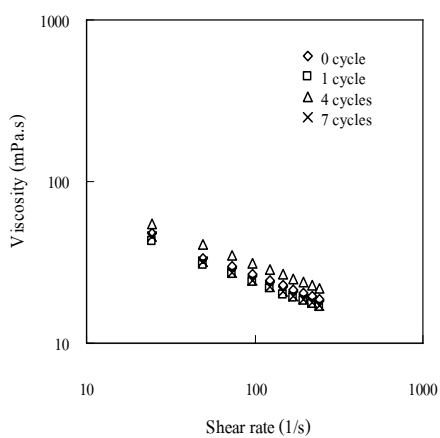
3. ผลของแซนแทนกันต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานแช่แข็ง

เมื่อพิจารณารูปภาพความหนืดของตัวอย่างน้ำแกงจากสูตรปกติ (control) และสูตรที่เติมแซนแทนกัน 0.025% และ 0.050% พบว่า ค่าความหนืดของน้ำแกงเขียวหวานสูตรปกติ หลังผ่านการแช่แข็ง และละลาย มีค่าสูงกว่าค่าความหนืดของน้ำแกงเขียวหวานก่อนการแช่แข็ง (0 วงจร) อย่างชัดเจน เนื่องจากในระหว่างการแช่แข็งนั้นน้ำเกิดการแข็งตัว ทำให้อนุภาคไขมันอยู่ใกล้กันมากขึ้น เกิดการรวมตัวกันเป็นกลุ่มของอนุภาคไขมัน มีผลให้ความหนืดของระบบสูงขึ้น (Thanasukarn *et al.*, 2006) (ภาพที่ 10a) สำหรับตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัน 0.025% และแซนแทนกัน 0.050% พบว่า ค่าความหนืดของน้ำแกงเขียวหวานสูตรลดกะทิเติมแซนแทนกันทั้ง 2 ตัวอย่างเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหลังผ่านวงจรการแช่แข็งและละลาย เนื่องจากแซนแทนกันเมื่ออยู่ในสภาวะสารละลายจะอยู่ในลักษณะโครงสร้างสามมิติ ทำให้ระบบมีความหนืดสูง การเคลื่อนที่ของอนุภาคไขมันจึงน้อยลง (ภาพที่ 10b และ 10c)

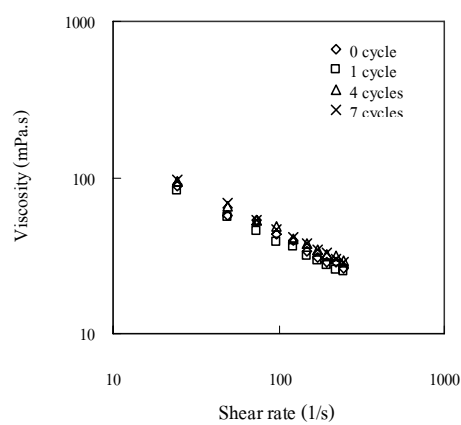
เมื่อพิจารณาค่าความหนืดที่อัตราเฉือน (shear rate) 49 s^{-1} ซึ่งเป็น shear rate ที่สัมพันธ์กับรับรู้ทางประสาทสัมผัส และการเคี้ยว พบว่า ค่าความหนืดของน้ำแกงทุกตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้นหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย เนื่องจากการรวมกลุ่มกันของอนุภาคของไขมัน (flocculation) โดยการเกิดผลึกน้ำแข็งระหว่างการแช่แข็งและละลาย ทำให้อนุภาคของเม็ดไขมันอยู่ชิดกันมากขึ้น เกิดการรวมตัวกันของอนุภาคความหนืดของระบบจึงสูงขึ้น (Thanasukarn *et al.*, 2006) (ตารางที่ 19)



(a)



(b)



(c)

ภาพที่ 10 กราฟความหนืด (viscosity curve) ของตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรปกติ (control) (a), สูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.025% (b), และ สูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.050% (c) หลังการแช่แข็งและละลาย

ตารางที่ 19 ค่าความหนืดปรากฏที่ shear rate 49 s^{-1} ของตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 1, 4 และ 7 วงจร

วงจร	สูตรปกติ (control)	แกงเขียวหวาน	
		สูตรลดกะทิ	
		แซนแทนกัม 0.025%	แซนแทนกัม 0.050%
0	10.08±0.16a	35.68±0.04a	57.12±0.72a
1	13.60±0.13b	37.68±0.02a	56.00±0.55a
4	15.36±0.18c	40.80±1.28b	65.68±1.52b
7	15.60±0.24c	42.24±1.68b	68.96±1.12b

หมายเหตุ ค่าที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏของตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานที่ผ่านวงจรแช่แข็งและละลายในวงจรต่างๆ โดยนำตัวอย่างน้ำแกงใส่หลอดแล้วตั้งทิ้งไว้ 1 วัน (ภาพที่ 11) สังเกตดูความคงตัวและการแยกชั้น พบว่า ก่อนแช่แข็ง (0 วงจร) น้ำแกงเขียวหวานทุกตัวอย่างมีชั้นครีม ที่บริเวณผิวหน้า โดยตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรปกติ (control) มีปริมาณชั้นครีมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.025% และตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรลดกะทิ เติมแซนแทนกัม 0.050% ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำแกงเขียวหวานสูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.025% และสูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.050% มีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรปกติ (control) ถึง 25% และ 50% ตามลำดับ จึงทำให้เกิดการแยกชั้นของครีมช้า และน้อยกว่าน้ำแกงเขียวหวานสูตรปกติ (control) (ภาพที่ 11 a)

หลังการแช่แข็งและละลายตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานทุกตัวอย่างเกิดการแยกชั้นของน้ำมันบริเวณผิวหน้าของตัวอย่าง โดยเริ่มเกิดการแยกชั้นของน้ำมันเมื่อผ่านการแช่แข็งและละลาย 4 วงจร (ภาพที่ 11b, 11c และ 11d)



(a)



(b)



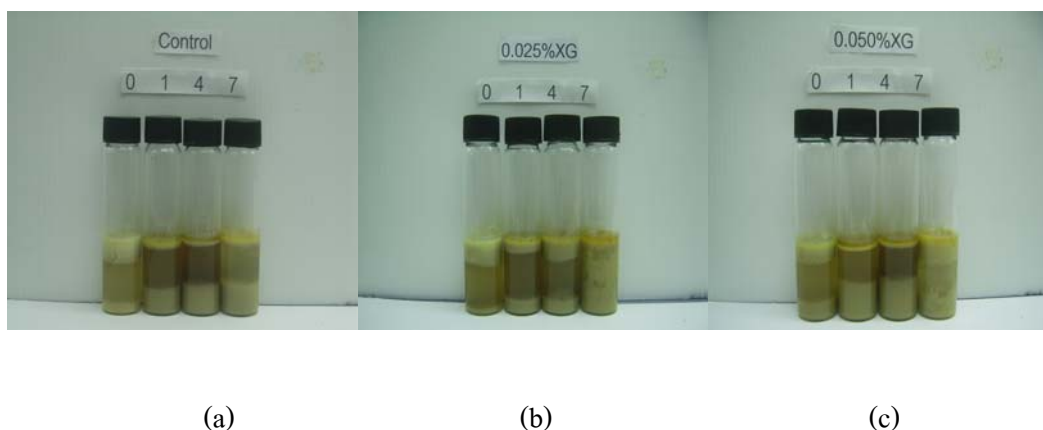
(c)



(d)

ภาพที่ 11 ลักษณะปรากฏของน้ำแกงเขียวหวานทั้ง 3 สูตร หลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 0 วงจร (a), 1 วงจร (b), 4 วงจร (c), และ 7 วงจร (d)

นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณชั้นครีมของตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรลดกะทิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านวงจรการแช่แข็งและละลายเพิ่มขึ้น ในขณะที่ตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรปกติ (control) มีปริมาณชั้นครีมที่ลดลงแต่เกิดการแยกชั้นของน้ำมันมากขึ้น เนื่องจากวงจรการแช่แข็งและละลายมีผลให้เกิด coalescence กลายเป็น ชั้นของน้ำมัน เรียกว่า oiling off (ภาพที่ 12a 12b และ 12c)



ภาพที่ 12 ลักษณะปรากฏของน้ำแกงเขียวหวานสูตรปกติ (control) (a) , สูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.025% (b) และ สูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.050% (c) หลังผ่านการแช่และละลาย 0, 1, 4 และ 7 ชม

4. ผลไขมันชั้นผิวดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง

จากการศึกษาผลของแซนแทนกัมในข้อ 3 พบว่า แซนแทนกัม 0.025% สามารถลดการเปลี่ยนแปลงจากการแช่แข็งและละลายได้ โดยมีความหนืดไม่สูงเกินไป จึงเลือกความเข้มข้น 0.025% มาศึกษาต่อจากผลการศึกษาผลของแซนแทนกัม และไขมันชั้นผิวดต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง พบว่าคุณภาพของน้ำแกงเขียวหวานแช่แข็งเมื่อผ่านการแช่แข็งและละลาย 1 ชม ค่าสีของน้ำแกงเขียวหวานไก่แช่แข็งสูตรปกติ (control) นั้นมีค่า L^* สูงที่สุด เนื่องจากมีปริมาณไขมันในระบบมาก ทำให้เกิดการกระเจิงแสงได้ดี (McClements, 2002) สำหรับค่า a^* และ b^* พบว่า ตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานไก่แช่แข็งสูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.025% มีค่า a^* สูงที่สุด เนื่องจากมีปริมาณไขมันน้อยจึงเกิดการดูดกลืนแสงมากกว่า ทำให้ค่า a^* และ b^* สูงกว่าค่า a^* และ b^* ของน้ำแกงเขียวหวานไก่แช่แข็งสูตรปกติ (control) (Chantrapornchai *et al.*, 1998) อย่างไรก็ตามพบว่า ค่า b^* ของตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.025% และไขมันชั้นผิวด 0.10% มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากไขมันชั้นผิวดที่เติมเข้าไปมีค่า b^* สูง และละลายได้ในน้ำมัน จึงสามารถละลายได้ในน้ำแกงเขียวหวาน ทำให้ค่า b^* ของตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานสูตรลดกะทิเติมแซนแทนกัม 0.025% และไขมันชั้นผิวด 0.10% สูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ (ตารางที่ 20)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำแกงเขียวหวานแช่แข็งหลังวงจรการแช่แข็งและละลาย 7 วงจร พบว่า ค่า L^* , a^* และ b^* ของน้ำแกงเขียวหวานสูตรปกติ (control) มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการแช่แข็งทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ขององค์ประกอบในอาหาร เกิดการปลดปล่อยสารและเอนไซม์ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี รวมทั้งการเกิดออกซิเดชันในระหว่างการแช่แข็งและละลายทำให้สีของผลิตภัณฑ์ซีดลง และมีสีคล้ำ (Hui *et al.*, 2004) นอกจากนี้พบว่า การเติมขมิ้นชันผงช่วยในการรักษาความคงตัวด้านสีของผลิตภัณฑ์หลังผ่านการแช่แข็งและละลายได้ (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 ค่าสีของน้ำแกงเขียวหวานแช่แข็ง

พารามิเตอร์	วงจรการแช่แข็งและละลาย	สูตรปกติ (control)	สูตรลดกะทิเดิมแซนแทนกัม 0.025%	สูตรลดกะทิเดิมแซนแทนกัม 0.025% และขมิ้นชันผง 0.10%
L^*	1	59.40±0.26c	55.70±0.22b	52.05±0.22a
	4	58.22±0.68c	55.70±0.20b	51.59±0.78a
	7	58.02±0.34c	55.73±0.34b	52.72±0.21a
a^*	1	1.84±0.22b	3.33±0.20c	1.40±0.20a
	4	1.79±0.20b	3.71±0.36c	1.51±0.19a
	7	1.06±0.09a	2.91±0.22c	1.68±0.10b
b^*	1	25.24±0.61a	28.28±0.51b	48.41±0.51c
	4	24.68±0.48a	27.85±0.67b	47.13±0.79c
	7	22.30±0.28a	25.86±0.69b	46.27±0.53c

หมายเหตุ ค่าที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

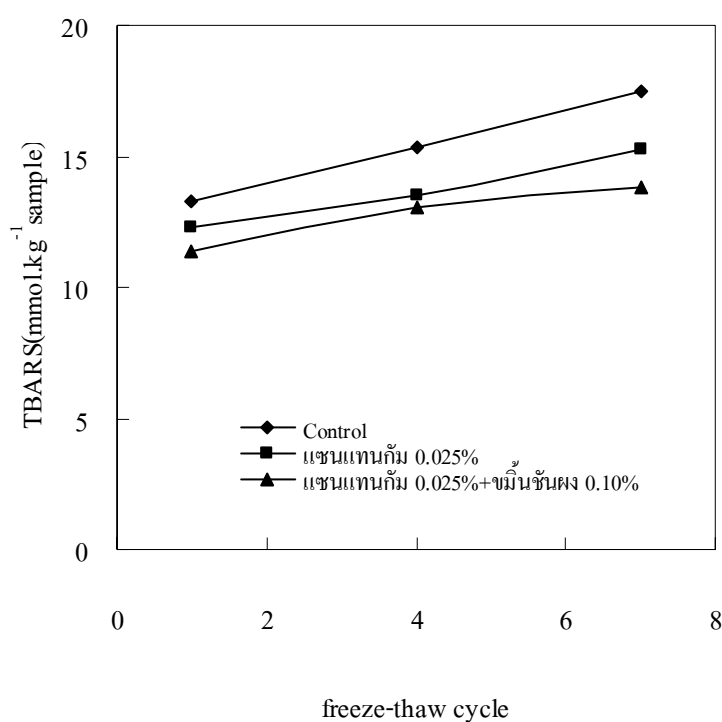
สำหรับค่า pH ของตัวอย่างน้ำแกงเขียวหวานแช่แข็งทั้ง 3 ตัวอย่าง ที่วงจรแช่แข็งและละลาย 1, 4 และ 7 วงจร พบว่า ค่า pH ของน้ำแกงเขียวหวานทั้ง 3 มีค่าประมาณ 6 (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ค่าความเป็นกรด เบส (pH) ของน้ำแกงเขียวหวานแช่แข็งจากสูตรต่างๆ

พารามิเตอร์	วงจรการแช่แข็ง และละลาย	สูตรปกติ (control)	สูตรลดกะทิเดิม แซนแทนกัม 0.025%	สูตรลดกะทิเดิมแซนแทนกัม 0.025% และขมิ้นชันผง 0.10%
pH	1	6.15±0.04	6.12±0.03	6.14±0.01
	4	6.10±0.02	6.19±0.02	6.06±0.03
	7	6.27±0.05	6.00±0.01	6.01±0.01

หมายเหตุ ค่าที่แสดง หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การเติมขมิ้นชันผงช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ได้ โดยแกงเขียวหวานไก่แช่แข็งลดกะทิเดิมแซนแทนกัม 0.025% และขมิ้นชันผง 0.10% มีค่า TBARS ต่ำที่สุดหลังผ่านการแช่แข็งและละลาย 7 วงจร (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 ค่า TBARS ของน้ำแกงเขียวหวานแช่แข็งหลังผ่านวงจรการแช่แข็งและละลาย

สรุป

1. ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับรสชาติ และลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ และอาหารที่มีไขมันต่ำ (65%) โดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 88.3) เห็นด้วยกับการนำสมุนไพรมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านสีและยืดยาวการเก็บของผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 87.50 ของผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสนใจหากมีผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานลดไขมันสำเร็จรูปแช่แข็งจำหน่าย

2. ไขมันชั้นผงที่เตรียมจากการให้ความร้อนด้วยการใช้สตีม ให้คุณภาพทางด้านการต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์โดยใช้ DPPH (ค่า $1/EC_{50}$ เท่ากับ 0.0318) ดีกว่าไขมันชั้นผงที่เตรียมจากการให้ความร้อนด้วยการใช้หม้อนึ่งภายใต้ความดันสูง แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีคุณภาพด้านสี L^* , a^* และ b^* ที่สูงกว่า อย่างไรก็ตาม การเตรียมไขมันชั้นผงจากการให้ความร้อนด้วยสตีมจะเตรียมได้ง่ายในอุตสาหกรรมมากกว่าการให้ความร้อนด้วยการใช้หม้อนึ่งภายใต้ความดันสูง

3. การเติมแซนแทนกัมทำให้ความหนืดของแกงเขียวหวานไก่แช่แข็งเพิ่มขึ้น และยังช่วยรักษาความคงตัวในเรื่องของความหนืดหลังผ่านวงจรแช่แข็งและละลาย 1, 4 และ 7 รอบ โดยความคงตัวของน้ำแกงเขียวหวานสูงขึ้นเมื่อปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น

4. การเติมไขมันชั้นผง 0.10% ในแกงเขียวหวานไก่แช่แข็ง มีผลให้ค่า b^* เพิ่มขึ้น และทำให้ค่า TBARS น้อยที่สุด ซึ่งแสดงว่า ไขมันชั้นมีผลทำให้สีเหลืองมากขึ้น และมีผลในการทำให้ความหืนลดต่ำลง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรพกา อรรถนิตย์. 2539. การผลิตน้ำกะทิลีนรูปแปลงไขมันบางส่วนด้วยน้ำมันพืชบรรจุกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรรณิการ์ พรหมเสาร์ และ นันทา เบญจศิริรักษ์. 2542. แกะรอยตำรับไทย. วรณรักษ์, เชียงใหม่.

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. 2547. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง. เรียนรู้ออนไลน์. แหล่งที่มา: http://www.watpon.com/Elearning/sample_size.pdf, 23 มีนาคม 2548.

นภาพรรณ นพรัตนารักษ์. 2543. แนวทางการสร้างอาหารไทยเป็นอาหารโลกในสิบปีข้างหน้า. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

พิทยา สรวมศิริ. 2539. พืชเครื่องเทศ. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณิกา ชุมศิริ. ม.ป.ป. เครื่องเทศสมุนไพรในชีวิตประจำวัน. อาหารไทย. แหล่งที่มา: http://www.thai-restaurant.de/thai/thai-kueche_krauter_t.htm, 23 มีนาคม 2548.

มลศิริ วิโรทัย. 2545. เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.), กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2547. กัม (ไฮโดรคอลลอยด์) กับ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและกระบวนการผลิต. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2549. อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง. ข่าว. แหล่งที่มา: http://news.sanook.com/economic/economic_68394.php, 12 มกราคม 2550.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2550. อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง. (ไฟล์ข้อมูล). ศูนย์วิจัยกสิกรไทย.

ศูนย์วิจัยสถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543. รายงานการ
วิจัยการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการอุตสาหกรรมผงปรุงรสอาหารสำเร็จรูป.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์. 2540. การวิจัยการตลาด: ฉบับสมบูรณ์. AN การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ศรีสมร คงพันธุ์. 2547. สืบยอดอาหารไทยในต่างแดน. แสงแดด, กรุงเทพฯ

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2540. เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทาง
สังคมศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์ : หลักการ วิธีการ และการประยุกต์. โรงพิมพ์เลื่อง
เจียง, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ขมิ้นผง.
มผช. 676”

สมาคมร้านอาหารไทย. 2543. แงเขียวหวาน. สูตรอาหารไทย. แหล่งที่มา: http://www.thai-restaurant.de/thai/rezepte_t.htm, 23 มีนาคม 2548.

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. หลักการประกอบอาหาร. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Akhtar, M., J. Stenzel., B.S. Murray. and Dickinson. 2005. Factors affecting the perception of
creaminess of oil-in-water emulsion. **Food Hydrocolloids**. 19: 521-526.

Anandaraj, M., S. Devasahayam, T.J. Zachariah, S.J. Eapen., B. Sasikkumar and C.K.
Thankamani. 2005. Turmeric (Extension Pamphlet). **Indian Spices Research**. Printers
Castle, Kochi.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists,
Washington, D.C.

- Bambirra, M.L.A., R.G. Junqueira and M.B.A. Gloria. 2002. Influence of Post Harvest Processing Conditions on Yield and Quality of Ground Turmeric (*Curcuma longa* L.). **Brazilian archives of biology and technology**: 423-429.
- Cancel, C.E. 1971. Coconut food products and based, pp. 162-188. *In* J.G. Woodroof (ed). **Coconut : Production Processing Products**. The AVI Publishing Company Inc., Westport.
- Chantrapornchai, W., F. Clydesdale and D.J. McClements. 1998. Influence of droplet size and concentration on the color of oil-in-water emulsions. **J. Agric. Food Chem.** 46: 2914-2920.
- Chatterjee, R., D S.R. Desai and T. Paul. 1999. Effect of γ - irradiation on the antioxidant activity of turmeric (*Curcuma longa* L.) extracts. **Food Research International**. 32: 487-490
- Chonweerawong, T., T. Hansilawat and R. Pongsawatmanit. 2004. Effect of Sterilization on Physical Properties of Coconut Milks, pp. 1-8. *In* **Proceeding of The 6th Agro-Industrial Conference**. Bangkok.
- Del Rosario, E.J. 1988. Reverse osmosis and ultrafiltration in coconut water and milk processing, pp. 755-759. *In* S. Maneepun, P. Varangoon and B. Phithakpol. (eds). **Food Science and Technology in Industrial Development. Vol. II**. Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Bangkok.
- Glicksman, M. 1982. **Food Hydrocolloids Volume I**. General foods Corporation, New York.
- Govindarajan, V.S. 1980. Turmeric – Chemistry, Technology and Quality. **CRC Critical reviews in Food science and Nutrition**. 12: 199-301.

- Haminiuk, C.W.I, M.R. Sierakowski, J.R.M.B. Vidal and M.L. Masson. 2006. Influence of temperature on the rheological behavior of whole araca pulp (*Psidium cattleianum* sabine). **CWT**. 39: 426-430.
- Hazen, C. 2004. **Hydrocolloid Handbook**. Weeks publishing, IL France.
- Hui, Y.H., P. Cornillon, I.G. Legaretta, M.H. Lim, K.D. Murrel and N. Wai-Kit, eds. 2004. **Handbook of Frozen Foods**. Marcel Dekker Inc., New York.
- Jones, S. A. 1996. **Handbook of fat replacers**. CRC Press, Boca Raton.
- Katzbauer, B. 1998. Properties and applications of xanthan gum. **Polymer Degradation and Stability**. 59: 81-84.
- Krishnamurthy, N., A.G. Mathew, E.S. Nambudiri., S. Shivashankar., Y.S. Lewis and C.P. Natarajan. 1976. Oil and oleoresin of turmeric. **Tropical science**. 18(1): 37-45.
- Lobato-Calleros, C., O. Martinez-Torrijos, O. Sandoval-Castilla, J.P. Perez-Orozco and E.J. Vernon-Carter. 2004. Flow and creep compliance properties of reduced fat yogurts containing protein-based fat replacers. **International Dairy Journal**. 14: 777-782.
- Ma, L. and C. Barbosa. 1995. Rheological Characterization of Mayonnaise. Part II: Flow and Viscoelastic Properties at Different Oil and Xanthan Gum Concentrations. **Journal of Food Engineering**. 25: 409-425.
- Maisuthisakul, P. R. Pongsawatmanit and M.H. Gordon. 2007. Characterization of the phytochemicals and antioxidant properties of extracts from Teaw (*Cratoxylum formosum* Dyer.) **Food Chemistry**. 4:1600-1609.
- McClements, D.J. 2002. Theoretical prediction color. **Colloid Interface Sci**. 97: 63-89.

McClements, D.J. 2005. **Food Emulsions: Principles, Practice, and Techniques**. CRC Press, Florida.

Mcdonald, R.E. and H.O. Hultin. 1987. Some characteristics of the enzymic lipid peroxidation system in the microsomal fraction of flounder skeletal muscle. **J. Food Sci.** 52(1): 15-21.

Munasiri, M.A., M.N. Parte, A.S. Ghanekar, S.R. Padwal-Desai and G.B. Nadkarni. 1987. Sterillization of ground propacked Indian Spices by Gamma Irradiation. **Journal of Food science.** 52(3): 923-924.

Pongsawatmanit, R. and T. Chonweerawong. 2003. Effect of modified starch and guar gum on the stability of sterilized coconut milk, pp. 159-164. *In: Proceedings: Starch Update 2003 (The 2nd Conference on Starch Technology)*. Pattaya.

Pongsawatmanit, R., T. Temsiripong, S. Ikeda and K. Nishinari. 2006. Influence of tamarind seed xyloglucan on rheological properties and thermal stability of tapioca starch. **Jounal of Food Engineering:** 77: 41-50.

Purseglove, J.W., E.G. Brown., C.L. Green and S.R.J. Robbins. 1981. **Spice Vol.2**. Longman, USA.

Seow, C.C. and C.N. Gwee. 1997a. Coconut milk: chemistry and technology. **Int. J. Food Sci. Technol.** 32: 189-201.

_____. *Cited Anonymous*. 1984. Coconut cream. **Nutrition Database**. Assesion no. 12115.

- _____. Cited K. Popper, G.G. Notter and F.S. Nurry. 1966. New products from coconut: non-dairy chip dips and “cream cheese”. **Food Processing and Marketing**. 27: 96.
- _____. Cited M. Jeganathan. 1970. Report of the officer-in-charge, Chemistry Division, Ceylon Coconut Research Institute. **Ceylon Coconut Quarterly**. 21: 13-21.
- _____. Cited W.R.N. Nathanael. 1954. Proximate composition of coconut milk. **Ceylon Coconut Quarterly**. 5: 108.
- Sowbhagya, H.B., S. Smitha, S.R. Sampathu, N. Krishnamurthy and S. Bhattacharya. 2005. Stability of water-soluble turmeric colourant in an extruded food product during storage. **Journal of Food Engineering**. 67, 367-371.
- Sriwattana, S. 2003. **Development of Dehydrated Tom Yum Kung for Western Consumers**. Ph.D. Thesis, Kasetsart University.
- Stone, H. and J. L. Sidel. 1993. **Sensory Evaluation Practices**. 2nd ed. Academic Press, Inc.
- Sworn, G. 2000. Xanthan gum, pp. 103-115. In Phillips, G.O and P.A. Williams, eds. **Handbook of hydrocolloids**. Woodhead Publishing Limited, England.
- Thanasukarn, P., R. Pongsawatmanit and D. McClements. 2006. Utilization of layer-by-layer interfacial deposition technique to improve freeze–thaw stability of oil-in-water emulsions. **Food Research International**. 39(6): 721-729.
- Toda, S., T. Miyase., H. Arichi and Y. Takino. 1985. Natural antioxidants III. Antioxidative components isolated from rhizome of *Curcuma longa* L. **Chem. Pharm. Bull.** 33(4): 1725-1728.

Whistler, R.L and J.N. BeMiller. 1999. **Carbohydrate chemistry for food scientists.**
American Association of Cereal Chemists, USA.

Witting, P.K., K. Petterson, A.M. Oslund-Lindqvist. 1999. Inhibition by a coantioxidant of
aortic lipoprotein lipid peroxidation and atherosclerosis in apolipoprotein E and
low density lipoprotein receptor gene double knockout mice. **FASEB J.** 13: 667-
675.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสำรวจพฤติกรรม และทัศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์
แกงเขียวหวานสำเร็จรูปแช่แข็ง

ชุดที่.....

แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจพฤติกรรม และ ทักษะของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาว นันทิยา ญาณสุภาพ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถามมี 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อและรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ส่วนที่ 3 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามข้อมูลทั้งหมด เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับวิทยานิพนธ์นี้

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน และขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวนันทิยา ญาณสุภาพ

ผู้วิจัย

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม และ ตรงตาม
ความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อและรับประทานผลิตภัณฑ์
อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง

1. โดยทั่วไปลักษณะการซื้ออาหารสำเร็จรูปแช่แข็งท่าน..... A.....
 () ซื้อด้วยตัวเอง
 () บุคคลอื่นเนื่องจาก () ฝากซื้อโดยระบุชนิดหรือชื่ออาหาร
 () ฝากซื้อโดยไม่ระบุชนิดหรือชื่ออาหาร
 (ตอบข้อ 5)
 () ได้รับเป็นของฝาก
2. สถานที่ที่ท่านซื้ออาหารสำเร็จรูปแช่แข็งบ่อยที่สุด (เลือกตอบเพียง 1 ข้อ) B.....
 () ซูเปอร์มาร์เก็ต (เช่น ร้านท็อปส์)
 () ร้านสะดวกซื้อ (เช่น ร้านเซเว่น-อีเลฟเว่น, แฟมิลี่ มาร์ท)
 () Hypermarket (เช่น คาร์ฟูร์, โลตัส, บิ๊กซี)
 () อื่นๆ (โปรดระบุ).....
3. ความถี่ในการซื้อแต่ละครั้ง C.....
 () ทุกวัน () 2-3 ครั้ง ต่อ สัปดาห์ () 1 ครั้ง ต่อ สัปดาห์
 () 2-3 สัปดาห์ ต่อ ครั้ง () 1 ครั้ง ต่อ เดือน () น้อยกว่า 1 ครั้ง ต่อ เดือน
4. ราคาของอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง/กล่อง ที่ท่านซื้อรับประทานอยู่ระหว่าง D.....
 () 21-25 บาท () 26-30 บาท
 () 31-35 บาท () 36-40 บาท
 () 41-45 บาท () มากกว่า 45 บาท ขึ้นไป
5. สถานที่ที่ท่านรับประทาน E.....
 () นอกบ้าน (ที่ทำงาน/ที่โรงเรียน/มหาวิทยาลัย) () ที่บ้าน
6. โดยปกติท่านเก็บอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งหลังจากซื้อแล้วไว้นานกี่วันก่อน F.....
 ที่จะรับประทาน
 () รับประทานทันที () น้อยกว่า 3 วัน
 () 1 สัปดาห์ () 2 สัปดาห์
 () ระหว่าง 2 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน () มากกว่า 1 เดือน

7. ปัจจัยใดที่ท่านพิจารณาเป็นปัจจัยหลักในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหาร G.....
สำเร็จรูปแช่แข็งในครั้งแรก (เลือกตอบเพียง 3 ข้อ โดยเรียงตามลำดับความสำคัญ
1 มีความสำคัญมากเป็นอันดับ 1, 2 มีความสำคัญมากเป็นอันดับ 2 และ 3
มีความสำคัญมากเป็นอันดับ 3)
- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| () ชนิดของอาหาร | () ยี่ห้อ |
| () ลักษณะปรากฏภายนอก | () ภาชนะบรรจุ |
| () คุณค่าทางโภชนาการ | () อายุการเก็บ |
| () เลือกจากคำแนะนำของคนรู้จัก | () อื่นๆ (โปรดระบุ) |
8. ปัจจัยใดที่ท่านพิจารณาเป็นปัจจัยหลักในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหาร H.....
สำเร็จรูปแช่แข็งในการซื้อซ้ำ (เลือกตอบเพียง 3 ข้อ โดยเรียงตามลำดับความสำคัญ
1 มีความสำคัญมากเป็นอันดับ 1, 2 มีความสำคัญมากเป็นอันดับ 2 และ 3 มี
ความสำคัญมากเป็นอันดับ 3)
- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| () ชนิดของอาหาร | () ยี่ห้อ |
| () ภาชนะบรรจุ | () กลิ่น |
| () รสชาติ | () เนื้อสัมผัส |
| () คุณค่าทางโภชนาการ | () อื่นๆ (โปรดระบุ) |
9. โดยทั่วไปท่านสังเกต หรือ ดูการระบุอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์
หรือไม่ I.....
- | |
|--|
| () สังเกต โปรดระบุ () ท่านเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด |
| () ท่านเลือกผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่หมดอายุการเก็บรักษา |
| () ไม่สังเกต |

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

10. ท่านชอบรับประทานอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งพร้อมรับประทานยี่ห้อใด J.....
ต่อไปนี้ (เลือกตอบเพียง 1 ข้อ)
- | | |
|----------------------------|-------|
| () A | () B |
| () C | () D |
| () E | () F |
| () อื่นๆ (โปรดระบุ) | |

11. เหตุผลที่ท่านชอบรับประทานยี่หื้อในข้อ 10 (เลือกตอบเพียง 1 ข้อ) K.....
 () ตราสินค้า (ยี่หื้อ) () รสชาติ
 () มีอาหารชนิดที่ต้องการ () ราคา
 () ความสวยงามของภาชนะบรรจุ () คุณค่าทางโภชนาการ
 () สะดวกซื้อ () ความสะอาด
 () มีให้เลือกเท่านี้ () อื่นๆ (โปรดระบุ)
12. โดยปกติแล้วท่านคำนึงถึงการบริโภคอาหารลดไขมันหรือไม่ L.....
 () คำนึงถึง () ไม่คำนึงถึง เพราะ..... (ตอบข้อ 16)
13. เหตุผลที่ท่านเลือกรับประทานอาหารลดไขมัน (เลือกตอบเพียง 1 ข้อ) M.....
 () เพื่อควบคุมน้ำหนัก () เพื่อสุขภาพ
 () รสชาติดี () อื่นๆ (โปรดระบุ)
14. อาหารลดไขมันที่ท่านรับประทานเป็นอาหารประเภทใด N.....
 () อาหารขาว () อาหารหวาน (ตอบข้อ 16)
15. อาหารขาวลดไขมันที่ท่านคาดว่าจะรับประทานเป็นอาหารชนิดใด O.....
 (เลือกตอบเพียง 1 ข้อ)
 () อาหารทอด () ไข่ทอด () แง
 () หมูยอ () กุนเชียง () อื่นๆ (โปรดระบุ)
16. โดยปกติแล้วท่านบริโภคแกงหรือไม่ P.....
 () บริโภค () ไม่บริโภค เพราะ..... (ตอบข้อ 18)
17. แกงชนิดใดที่ท่านชอบรับประทานมากที่สุด (เลือกตอบเพียง 1 ข้อ) Q.....
 () แกงเขียวหวาน () แกงเผ็ด(แกงแดง) () แกงมัสมั่น
 () พะแนง () อื่นๆ (โปรดระบุ)
18. ท่านคิดว่า แกงสำเร็จรูป เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูงหรือไม่ R.....
 () เป็น () ไม่เป็นเพราะ..... (ตอบข้อ 20)

19. ถ้าท่านคิดว่าแกงเป็นผลิตภัณฑ์ไขมันสูง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดไขมัน S.....
 ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะอย่างไร (เลือกตอบเพียง 3 ข้อ)
 โดยเรียงตามลำดับความสำคัญ 1 มีความสำคัญมากเป็นอันดับ 1, 2 มีความสำคัญมากเป็นอันดับ 2 และ 3 มีความสำคัญมากเป็นอันดับ 3)
- | | |
|---|---|
| ☐ มีความข้นมัน | ☐ ไม่มีน้ำมันลอยหน้า |
| ☐ ไม่แยกชั้น | ☐ มีกลิ่นหอมของกะทิ |
| ☐ มีกลิ่นหอมของแกง | ☐ รสชาติดี |
| ☐ สีสวย | ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) |
20. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์แกงสำเร็จรูปแช่แข็งหรือไม่ T.....
☐ เคย ☐ ไม่เคย เพราะ..... (ตอบข้อ 22)
21. ท่านเคยพบปัญหาใดต่อไปนี้ในผลิตภัณฑ์แกงสำเร็จรูปแช่แข็ง U.....
 (เลือกตอบเพียง 1 ข้อ)
- | | |
|---|---|
| ☐ น้ำกะทิแยกชั้น | ☐ สีนํ้าแกงไม่น่ารับประทาน |
| ☐ น้ำมันลอยหน้า | ☐ กลิ่นไม่หอม |
| ☐ มีกลิ่นรสผิดปกติ | ☐ มีกลิ่นหืน |
| ☐ ไม่เคยพบปัญหา | ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) |
22. ท่านคิดว่า ถ้าแกงเขียวหวานมีสีจากการใช้สมุนไพร V.....
 เพื่อยืดอายุการเก็บ และปรับปรุง คุณภาพด้านสี ท่านเห็นด้วยหรือไม่
- | | |
|-----------------------------------|---|
| ☐ เห็นด้วย | ☐ ไม่เห็นด้วย..... |
|-----------------------------------|---|
23. ท่านคิดว่าถ้าผลิตภัณฑ์แกงลดไขมันสำเร็จรูปแช่แข็งมีความข้นมัน W.....
 ในระดับใกล้เคียงกับแกงสูตรปกติและรสชาติเหมือนกันท่านสนใจซื้อหรือไม่
- | | |
|-------------------------------|---|
| ☐ สนใจ | ☐ ไม่สนใจ เพราะ..... |
|-------------------------------|---|

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	น.ส. นันทิยา ญาณสุภาพ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	22 มกราคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2544
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-