สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปเพื่อสุขภาพกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งและซุปก้อนปรุงรสที่มีโซเดียมต่ำจากผักและสมุนไพรไทยเพื่อผู้บริโภควัยสูงอายุ

Development of Healthy Dry Soup Mix and Bouillon Cube Contained Low Sodium from Vegetable and Thai Herbs for Elderly Consumer

ผู้วิจัย

กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์
วิชมณี ยืนยงพุทธกาล
นิสานารถ กระแสร์ชล
อาภัสรา แสงนาค

W0165051
- 2 เม.ย. 2557
334167

เริ่มบริการ
- 9 ก.ค. 2557

โครงการวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้
(เงินอุดหนุนจากรัฐบาล)
มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้ ขอขอบคุณฝ่ายส่งเสริมการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับการประสานงานอย่างดียิ่ง ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย ตลอดจนคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาที่ให้คำปรึกษาและช่วยอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย สุดท้ายขอขอบคุณนางสาวปิยะดา สุมังคะเศษร์ นางสาวพัชรี มะฮง และนางสาวลลิต ขำวงษ์รัตนโยธิน ตลอดจนนิสิตปริญญาโท และนิสิตปริญญาตรีภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารที่มีส่วนช่วยในการทำวิจัยและให้ความร่วมมือในการทำวิจัยมาโดยตลอดจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้วิจัย

สิงหาคม 2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซุปเพื่อสุขภาพกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งและซุปก้อนปรุงรสที่มีโซเดียมต่ำจากผักและสมุนไพรไทยเพื่อผู้บริโภควัยสูงอายุ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปเพื่อสุขภาพกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งจากผักและสมุนไพร โดยพัฒนาสูตรซุปโดยใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งมันฝรั่งซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในสูตรซุป และใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ โดยแปรปริมาณของแป้งมันเทศ (0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้ง) ที่ใช้ทดแทนแป้งมันฝรั่ง จากนั้นแปรปริมาณเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์เป็น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ความหนืดของซุปมีค่าลดลงเมื่อปริมาณแป้งมันเทศเพิ่มขึ้น ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าซุปที่ทดแทนด้วยแป้งมันเทศ 50 เปอร์เซ็นต์และเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ 30 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ต่อมาศึกษาการเติมสมุนไพร 3 ชนิดลงในสูตรซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง คือ ใบมะรุมผง (0, 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์) ใบบัวบกผง (0, 1, 2, 3, และ 4 เปอร์เซ็นต์) และ ขมิ้นผง (0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์) พบว่าซุปที่เติมใบมะรุมผง 2 เปอร์เซ็นต์ ใบบัวบกผง 2 เปอร์เซ็นต์ และขมิ้นผง 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด และมีปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ และแคลเซียมสูงกว่าซุปที่ไม่เติมสมุนไพร โดยพบว่าซุปที่เติมใบมะรุมผง 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ แคลเซียม และเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับซุปสูตรที่เติมสมุนไพรชนิดอื่น ผลการทดสอบผู้บริโภคพบว่าซุปที่เติมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดได้คะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยมีคะแนนความชอบในระดับชอบเล็กน้อย ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง (30 ^{o}C) และอุณหภูมิต่ำ (10 ^{o}C) พบว่า ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และค่าสีมีการเปลี่ยนแปลงน้อย และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพร จากการพัฒนาแนวความคิดผลิตภัณฑ์และคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์โดยการอภิปรายกลุ่มร่วมกับการสอบถามกับผู้บริโภคเป้าหมาย พบว่า ชนิดผักสมุนไพรที่ต้องการให้ใช้ในซุปก้อนปรุงรสมากที่สุดได้แก่ กะหล่ำปลี (82 เปอร์เซ็นต์) เห็ดหอม (78 เปอร์เซ็นต์) มะเขือเทศ (46 เปอร์เซ็นต์) ขิง (26 เปอร์เซ็นต์) และใบบัวบก (18 เปอร์เซ็นต์) ผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบพบว่า ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรสูตรที่เหมาะสมที่สุดประกอบด้วย เห็ดหอมผง 14.1 เปอร์เซ็นต์ หัวหอมผง 14.1 เปอร์เซ็นต์ กะหล่ำปลีผง 9.4 เปอร์เซ็นต์ มะเขือเทศผง 9.4 เปอร์เซ็นต์ ขิงผง 2.3 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมคลอไรด์ 9.4 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันปาล์ม 21.6 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันมะพร้าว 1.9 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 5.6 เปอร์เซ็นต์ ซีอิ๊วขาว 5.6 เปอร์เซ็นต์ พริกไทย 1.4 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนถั่วเหลือง 5.2 เปอร์เซ็นต์ โดยได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และรสชาติ ระดับชอบ

เล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.02-7.14) และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมระดับชอบเล็กน้อย (6.48) ผลการทดสอบผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ (60 เปอร์เซ็นต์) ยอมรับผลิตภัณฑ์ และให้คะแนนความชอบโดยรวมระดับชอบเล็กน้อย (6.35) ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง (30 °C) และอุณหภูมิต่ำ (10 °C) พบว่า ผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ABSTRACT

This research aim was to develop healthy dry soup mix and bouillon cube contained low sodium from vegetable and Thai herbs for elderly consumer. The experiment was divided into two parts. In part 1, development of dry soup mix from vegetable and herbs was investigated. The dry soup mix formulation was developed by substituting potato flour, a major ingredient, with sweet potato flour (SPF) and sodium chloride with potassium chloride (KCl). Potato flour was substituted with SPF (0, 25, 50, 75 and 100% by flour weight). Then, potassium chloride substitution levels (0, 10, 20, 30, 40 and 50%) were carried out. Viscosity of soup decreased as the amounts of SPF increased. Sensory evaluation results indicated that the soup with 50% SPF and 30% KCl received the highest overall acceptability score. Three types of Thai herbs including moringa leave powder (0, 1, 2, 3, 4%), asiatic pennyworth powder (0, 1, 2, 3, 4%) and turmeric powder (0, 0.5, 1.5, 2.0%) were added in the dry soup mix formulation. The soup with 2% moringa leave powder, 2% asiatic pennyworth powder and 1.5% turmeric powder had the highest ratings for overall acceptance, and higher contents of protein, crude fiber and calcium than the soup without herbs. Among the soup samples with herbs, the soup with 2% moringa leave powder had the highest contents of protein, crude fiber, calcium and β-carotene. Consumer test indicated that no significant difference of overall acceptance was observed among the soup with three types of herbs. During storage at room temperature (30 °C) and low temperature (10 °C) for 8 weeks, the moisture content, water activity and color of dry soup mix have changed but not significant. The total number of colony forming units was below the recommended levels of Thai industrial standard. In part 2, development of bouillon cube from vegetable and herbs was studied. Product idea concept was generated and screened by using consumer focus group discussion combined with consumer interview. The desired vegetable and herbs for bouillon cube were cabbage (82%), shitake (78%), tomato (46%), ginger (26%) and asiatic pennyworth (18%). The formulation of prototype product was developed and found that the optimum bouillon cube formulation consisted of 14.1% shitake powder, 14.1 onion powder, 9.4% cabbage powder, 9.4%

tomato powder, 2.3% ginger powder, 9.4% KCl, 21.6% palm oil, 1.9% coconut oil, 5.6% sugar, 5.6% soy sauce, 1.4% pepper and 5.2% soy protein. The obtained bouillon cube was rated as slightly like to moderately like (6.02-7.14) in terms of appearance, color, odor, flavor and taste, and slightly like (6.48) for overall acceptance. Consumer test revealed that most consumers (60%) accepted the product and the overall acceptability was slightly like (6.35). The total number of colony forming units was below the recommended levels of Thai industrial standard during storage at room temperature (30 $^{\circ}$C) and low temperature (10 $^{\circ}$C) for 8 weeks.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

2 การตรวจเอกสาร 4

3 วิธีดำเนินการวิจัย 33

4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 47

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 104

รายการอ้างอิง 107

ภาคผนวก 113

ภาคผนวก ก วิธีการใช้ Brookfield viscometer 114

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี 117

ภาคผนวก ค แบบประเมินผลที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส 129

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 คุณค่าทางโภชนาการของหัวมันเทศเปรียบเทียบกับมันฝรั่ง 11

2-2 คุณสมบัติของแป้งมันฝรั่ง 14

2-3 คุณสมบัติของแป้งมันเทศ 15

2-4 ปริมาณโซเดียมในอาหารชนิดต่างๆ 19

2-5 องค์ประกอบทางเคมีของผลมะรุมเปรียบเทียบกับใบมะรุมสดและแห้ง 23

2-6 คุณค่าทางโภชนาการของใบบัวบกในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม 27

2-7 คุณค่าทางโภชนาการของขมิ้นชัน 100 กรัม 29

3-1 ส่วนผสมและปริมาณส่วนผสมที่ใช้ทำซุปผัก 33

3-2 ปริมาณส่วนผสมซุปก้อนปรุงรสสูตรพื้นฐาน 41

3-3 ปริมาณส่วนผสมเครื่องปรุงรสเมื่อแปรปริมาณน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว 42

3-4 ปริมาณส่วนผสมเครื่องปรุงรสเมื่อแปรปริมาณน้ำตาลและซีอิ๊วขาว 43

3-5 ปริมาณส่วนผสมซุปก้อนปรุงรสสูตรพื้นฐาน 45

4-1 ค่าความหนืดของแป้งมันฝรั่งและแป้งมันเทศ.. 47

4-2 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศ
ในปริมาณต่างๆ 49

4-3 ค่าความว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์
ซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศในปริมาณต่างๆ 50

4-4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทน
แป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศในปริมาณต่างๆ 52

4-5 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนเกลือโซเดียมด้วยเกลือ
โพแทสเซียมปริมาณต่างๆ 53

4-6 ค่าความว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของ
ผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนเกลือโซเดียมด้วยเกลือโพแทสเซียมปริมาณต่างๆ 54

4-7 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนเกลือ
โซเดียมด้วยเกลือโพแทสเซียมปริมาณต่างๆ โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale..... 55

4-8 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีเติมใบมะรุมผงปริมาณต่างๆ 56

4-9 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบบัวบกผงปริมาณต่างๆ 57

4-10 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมขมิ้นชันผงปริมาณต่างๆ 57

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

4-11 ค่าสีของใบมะรุมผง ใบบัวบกผง และขมิ้นชันผง 58
4-12 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบมะรุมผงปริมาณต่างๆ 59
4-13 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบบัวบกผงปริมาณต่างๆ 60
4-14 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมขมิ้นชันผงปริมาณต่างๆ 61
4-15 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบมะรุมผง..... 62
4-16 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบบัวบกผง ปริมาณต่างๆ โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale..... 63
4-17 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมขมิ้นชันผง ปริมาณต่างๆ โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale..... 64
4-18 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่ไม่เติม สมุนไพร เปรียบเทียบกับซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เติมใบมะรุมผง ใบบัวบกผง และขมิ้นชันผง ปริมาณ 2 2 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ 68
4-19 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการทดสอบผู้บริโภค 70
4-20 การยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เติมสมุนไพรผงที่พัฒนาได้ 71
4-21 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปที่มีเติมสมุนไพรชนิดต่างๆ โดยวิธี 9-point hedonic scale 71
4-22 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ 73
4-23 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ 73
4-24 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์ 74
4-25 การคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ด้านชนิดของผักสมุนไพรและลักษณะของซุปก้อน โดยใช้วิธี pass / fail screening..... 77
4-26 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภค..... 79
4-27 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวโดยใช้วิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านกลิ่นน้ำมันมะพร้าวและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว 84

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

4-28 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวโดยใช้วิธี 9-point hedonic 85
4-29 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณน้ำตาลและซีอิ๊วขาวโดยใช้วิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านรสเค็มและรสหวาน..... 88
4-30 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณน้ำตาลและซีอิ๊วขาวโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale..... 89
4-31 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณพริกไทยโดยใช้วิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศ..... 90
4-32 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณพริกไทยโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale..... 91
4-33 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมและเติมใบบัวบกผงและขิงผงโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale..... 92
4-34 ความสามารถในการละลายของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมและเติมใบบัวบกและขิงผง..... 94
4-35 ปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมและเติมใบบัวบกผงและขิงผง..... 95
4-36 ค่าสี L* a* และ b* ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมและเติมใบบัวบกผงและขิงผง..... 95
4-37 ปริมาณส่วนผสมซุปก้อนปรุงรสสูตรที่พัฒนาได้..... 96
4-38 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ 97
4-39 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้..... 97
4-40 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการทดสอบผู้บริโภค..... 99
4-41 การยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้..... 100
4-42 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale..... 100
4-43 ความสามารถในการละลาย (วินาที) ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์..... 101

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

4-44 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์..... 101
4-45 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์..... 102
4-46 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์..... 102

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 หัวมันฝรั่ง 7

2-2 หัวมันเทศ 10

2-3 โครงสร้างอะมิโลส 12

2-4 โครงสร้างของอะมิโลเพกติน 12

2-5 รูปแบบความหนืดของแป้งสุกจากแป้งชนิดต่างๆ 16

2-6 รูปแบบความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Rapid Visco-Analyzer 17

2-7 รูปแบบความหนืดของแป้งมันเทศที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Rapid Visco-Analyzer 17

2-8 ต้น ใบ และดอกมะรุมสายพันธุ์ oleifera 21

2-9 ฝักมะรุมสายพันธุ์ oleifera 22

2-10 ใบบัวบก 26

2-11 เหง้าและผงขมิ้นชัน 28

4-1 ลักษณะปรากฏของซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศปริมาณต่างๆ 51

4-2 ลักษณะปรากฏของซุปที่มีการเติมใบมะรุมผงปริมาณต่างๆ 65

4-3 ลักษณะปรากฏของซุปที่มีการเติมใบบัวบกผงปริมาณต่างๆ 66

4-4 ลักษณะปรากฏของซุปที่มีการเติมขมิ้นชันผงปริมาณต่างๆ 67

4-5 ชนิดผักสมุนไพรที่ผู้บริโภคต้องการ 80

4-6 ลักษณะของซุปก้อนที่ผู้บริโภคต้องการ 80

4-7 เค้าโครงผลิตภัณฑ์ (S/I) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธี RPT กับผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสต้นแบบ 81

4-8 ลักษณะของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ (ก) เมื่อห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ (ข) และน้ำซุปที่ได้จากการนำมาละลายกับน้ำเดือด (ค) 96

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ผู้สูงอายุ ตามนิยามขององค์การอนามัยโลก (WHO) คือผู้ที่มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป ซึ่งเป็นวัยที่การทำงานอวัยวะต่างๆ เริ่มเสื่อมถอย ทำให้มีโรคและอาการหลายอย่างตามมา เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคสมองเสื่อม โรคเบาหวาน อาหารสำหรับผู้สูงอายุจึงต้องมีความแตกต่างจากวัยเด็กที่ต้องการการเจริญเติบโต หรือวัยทำงานที่ต้องการอาหารที่ใช้เพื่อให้พลังงาน โดยอาหารของผู้สูงอายุนอกจากจะต้องได้รับอาหารให้ครบ 5 หมู่แล้ว ยังควรระมัดระวังการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสมเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ด้วย อีกทั้งการรับประทานอาหารเสริมสุขภาพ หรืออาหารที่มีสรรพคุณทางสมุนไพรก็เป็นสิ่งที่ควรกระทำเพื่อช่วยส่งเสริมสมรรถนะ ฟื้นฟู และป้องกันความเสื่อมของอวัยวะ (สุภาภรณ์ ปิติพร, 2551)

ซุปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะกับผู้บริโภคทุกระดับอายุ ได้แก่ เด็ก วัยรุ่น ผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่มีปัญหาในด้านการเคี้ยว และกลืน เนื่องจากเป็นอาหารที่ย่อยง่าย รับประทานง่าย และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยปกติซุปเป็นอาหารที่นิยมรับประทานในหลายประเทศก่อนอาหารหลัก แต่การเตรียมซุปเพื่อบริโภคเองในครัวเรือนมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและเสียเวลามาก ดังนั้นการผลิตซุปกึ่งสำเร็จรูปและสำเร็จรูปจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะผลิตออกจำหน่ายทางการค้า รวมทั้งช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานขึ้น การบริโภคซุปในประเทศไทยนิยมบริโภคเป็นอาหารเช้าหรืออาหารมื้อเร่งด่วน โดยซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งได้รับความนิยมมากกว่าซุปเข้มข้นบรรจุกระป๋อง เนื่องจากมีราคาถูกกว่า และมีน้ำหนักเบาสะดวกในการ ตลาดซุปกึ่งสำเร็จรูปยังน่าสนใจเนื่องจากมีมูลค่ารวมทั่วโลกสูงถึง 70,000 ล้านบาท โดยประเทศญี่ปุ่นครองส่วนแบ่งตลาดสูงสุดถึง 52 % สหรัฐอเมริกา ยุโรป และออสเตรเลียได้ส่วนแบ่งตลาดรวมกัน 30 % ส่วนประเทศอื่นๆ ได้ส่วนแบ่งตลาด 18% (ผู้จัดการ, 2548) จากกระแสความนิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ ทำให้ผักและสมุนไพรเป็นวัตถุดิบสำคัญในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะซุปผักซึ่งน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตาม ซุปกึ่งสำเร็จรูปส่วนใหญ่ประกอบด้วยเกลือโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณสูง ซึ่งไม่เหมาะกับผู้สูงอายุที่มีอาการของโรคความดันโลหิตสูง นอกจากนี้ ยังมีการเติมโมโนโซเดียมกลูตาเมต (Monosodium Glutamate, MSG) เพื่อช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารอีกด้วย

เครื่องปรุงรสหรือซุปปรุงรสแบ่งออกเป็นตลาดซุปแบบก้อนและซุปแบบผง แต่ละตลาดมีอัตราเติบโตคงที่เฉลี่ยปีละ 5% ต่อปี โดยตลาดซุป มีมูลค่าตลาดรวม 700 ล้านบาท โดยมีซุปตรา

คนอร์ เป็นผู้นำตลาด มีส่วนแบ่งตลาดประมาณ 96% และพบว่าครอบครัวไทยมีอัตราการใช้ซุปปรุงรสประมาณ 50 % ผู้ผลิตจึงพยายามเพิ่มจำนวนผู้ใช้ซุปปรุงรสให้มีเพิ่มมากขึ้น โดยพยายามปรับสูตรรสชาติให้กลมกล่อมมากขึ้น พร้อมทั้งปรับบรรจุภัณฑ์ใหม่ให้มีความสดใสเพิ่มยิ่งขึ้น (มติชน, 2551) ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสในปัจจุบันให้ความสำคัญกับรสชาติและบรรจุภัณฑ์เป็นสำคัญ และยังไม่มีผลิตภัณฑ์เฉพาะสำหรับผู้สูงอายุ ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสที่จำหน่ายในท้องตลาดจึงยังคงมีส่วนผสมของผงชูรส เป็นส่วนประกอบ ซึ่งผงชูรสเป็นสารเคมีสังเคราะห์ที่ไม่มีคุณค่าทางอาหาร อาจก่อให้เกิดอาการแพ้ผงชูรสและการบริโภคต่อเนื่องเป็นเวลานาน อาจสะสมก่อให้เกิดผลเสียต่างๆ เช่น ทำลายระบบสมอง ระบบประสาทตา เกิดสารก่อมะเร็ง (เสริมศรี วิเศษสุวรรณ และคณะ, 2526; Ooguro, 2003) นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสโดยเฉพาะเครื่องปรุงรสชนิดก้อน มักมีการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ และน้ำมันปาล์มเป็นส่วนประกอบ จึงมีความเสี่ยงสำหรับผู้สูงอายุกับภาวะการเพิ่มระดับโซเดียมและกรดไขมันชนิดอิ่มตัวในร่างกาย ที่จะกระตุ้นหรือก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง หรือ ไขมันในเลือดสูงได้อีกด้วย

ประเทศไทยมีพืชผักสมุนไพรหลายชนิดที่มีศักยภาพสูง กล่าวคือ มีผลผลิตปริมาณมาก ราคาไม่แพงและให้คุณสมบัติปรุงรสได้คล้ายผงชูรส อีกทั้งมีสรรพคุณทางสมุนไพรที่ช่วยส่งเสริมสมรรถนะฟื้นฟู และป้องกันความเสื่อมของอวัยวะได้ การนำผักและสมุนไพรบางชนิดมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องปรุงรสประเภทซุปก้อนปรุงรส ไม่เติมสารสังเคราะห์ เช่น ผงชูรส สารปรุงแต่งกลิ่นรส ไม่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ และน้ำมันปาล์ม จึงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เหมาะสม เป็นทางเลือกสำหรับผู้สูงอายุได้ ทั้งนี้ได้มีความต้องการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่มีอยู่ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปเพื่อสุขภาพกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งและซุปก้อนปรุงรสที่มีโซเดียมต่ำจากผักและสมุนไพร เป็นการใช้ ส่วนผสมของผักและสมุนไพรชนิดต่างๆ หลากหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณค่าทางอาหารและโภชนาการ รวมถึงมีสรรพคุณของสารสมุนไพร นอกจากนี้ไม่มีการเติมสารสังเคราะห์ เช่น ผงชูรส สารปรุงแต่งกลิ่นรส หรือสารที่อาจเป็นอันตรายสะสมในร่างกาย จึงกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัย มีข้อได้เปรียบกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปเพื่อสุขภาพจากผักและสมุนไพรในรูปแบบซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบผงแห้งและซุปก้อนปรุงรส รวมทั้งพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ให้มีปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ลดลงและไม่เติม MSG และเสริมสมุนไพรซึ่งมีสรรพคุณทางยา ได้แก่ ใบมะรุม ใบบัวบก และขมิ้นชัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซุปผักเพื่อสุขภาพกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งและซุปก้อนปรุงรส
2. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมสำหรับเสริมในผลิตภัณฑ์ซุปเพื่อสุขภาพ

3. เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเป้าหมายและตรวจสอบคุณภาพของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษา

ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัย มีขอบเขตโครงการวิจัย ดังนี้คือ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งและซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพร โดยหาสูตรผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพที่เหมาะสมที่มีปริมาณเกลือโซเดียมลดลง และหาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมสำหรับเติมในผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพ และดำเนินการทดสอบถึงการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ตลอดจนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษา สำหรับการพัฒนาสูตรซุปก้อนปรุงรสตามความต้องการของผู้บริโภคเป้าหมายโดยทำเดินการหาแนวความคิดผลิตภัณฑ์ที่ชัดเจนจากผู้สูงอายุเพื่อให้สามารถกำหนดชนิดของผักและสมุนไพรที่ใช้ลักษณะกลิ่นรสและรสชาติของซุปก้อนปรุงรสที่ต้องการ ชนิดของอาหารที่ต้องการนำซุปก้อนปรุงรสไปใช้ รวมถึงสิ่งที่ไม่พึงประสงค์จากซุปก้อนปรุงรส แล้วดำเนินการหาสูตรผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่เหมาะสมมีคุณภาพดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ทดสอบถึงการยอมรับ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค ตลอดจนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษา

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ผลิตภัณฑ์ซุป

ซุปเป็นอาหารที่นิยมบริโภคเป็นอาหารเช้าหรือเป็นอาหารชุดแรกก่อนที่จะเสริมอาหารหลัก (main course) เหมาะที่จะเป็นอาหารสำหรับผู้ป่วย เด็ก และผู้สูงอายุ จัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าครบถ้วนตามหลักโภชนาการ และนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย แต่การเตรียมซุปเพื่อบริโภคเองในครัวเรือนจะเสียเวลามาก ปัจจุบันผู้คนนิยมความสะดวกรวดเร็วด้วยสภาวะทางสังคมที่ทำให้ต้องเสียเวลาไปมากกับการเดินทางเพื่อประกอบอาชีพประจำวัน โอกาสของซุปกึ่งสำเร็จรูปและสำเร็จรูปน่าจะมีความเป็นไปได้สูงที่จะผลิตออกจำหน่ายเป็นการค้าได้

รูปแบบซุปสำเร็จรูปที่ผลิตจำหน่ายเชิงการค้าในปัจจุบันมีอยู่ 3 แบบคือ ซุปเข้มข้นบรรจุกระป๋อง เมื่อจะบริโภคเพียงแค่เติมน้ำตามสัดส่วนเหมาะสมอุ่นให้ร้อน ซุปสำเร็จรูปแช่เข็งยังไม่แพร่หลายในเชิงการค้ามากนักเพราะราคายังคงสูงทั้งนั้นขั้นตอนการผลิตและการเก็บรักษา แต่มีแนวโน้มเป็นไปได้สูงเพราะยังคงลักษณะความสดใหม่ได้ดี ประกอบด้วยความสะดวกเมื่อต้องการรับประทานเพียงอุ่นให้คืนตัวในเตาไมโครเวฟ ซุปชนิดที่สามซึ่งค่อนข้างแพร่หลายในเชิงการค้าคือซุปผงแห้งซึ่งมีน้ำหนักเบาสะดวกในการพกพาไปในถิ่นทุรกันดาร หรือลำเลียงส่งไปบรรเทาทุกข์ต่อผู้ประสบภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นเสมอในบ้านเรา ซึ่งซุปแห้งแบ่งได้เป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ

1. ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง คือ ซุปที่ได้จากการนำส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งผ่านการทำแห้งบดเป็นผงแล้วมาผสมกันตามสูตร ซึ่งจะยังพอสังเกตเห็นชิ้นส่วนของส่วนผสมนั้นๆได้ โดยชิ้นส่วนนั้นๆจะต้องพอเหมาะที่จะดูดซับน้ำและหุงต้มให้สุกได้ในเวลาใกล้เคียงกัน ซุปกึ่งสำเร็จรูปนี้เมื่อบริโภคยังต้องอาศัยการหุงต้มในระยะสั้นๆ

2. ซุปผงสำเร็จรูป คือ ซุปที่ผลิตโดยการนำส่วนผสมต่างๆที่เป็นผักต้มบดละเอียด (Puree) กับเครื่องปรุงอื่นตามสูตรมาต้มเคี้ยวในน้ำ Soup stock ซึ่งเตรียมไว้ก่อนแล้วจนสุกและมีความเข้มข้นเหมาะสมในการทำแห้งต่อไป แล้วบดเป็นผงบรรจุนำออกจำหน่าย เมื่อต้องการบริโภคเพียงเติมน้ำร้อนตามส่วนเหมาะสม คนให้ทั่วก็พร้อมรับประทานได้ทันทีโดยไม่ต้องหุงต้มอีก (สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2535)

วัตถุดิบที่ใช้ทำซุปผัก (Vegetables soup)

ซุปผักประกอบด้วยวัตถุดิบหลายชนิด ได้แก่ ผักอบแห้ง แป้งมันฝรั่ง หางนมผง แป้งถั่วเหลือง เกลือ มะเขือเทศ น้ำมันพืช น้ำตาลทราย เครื่องเทศ (Abeysinghe and Illeperuma, 2006) โดยผักที่นิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมของซุปผัก ได้แก่

แครอท (Carrot)

แครอทมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Daucuscarota* Linn. อยู่ในวงศ์ Umbelliferae แครอทกินได้ทั้งดิบและทั้งต้มสุกแล้ว แครอทมีเบต้าแคโรทีนในปริมาณมาก สารนี้ทำให้หัวแครอทมีสีส้ม มีเบต้าแคโรทีนซึ่งเป็นวารตั้งต้นของวิตามินเอ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสายตาโดยเฉพาะโรคตาฟาง และช่วยป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง (Luh and Meehen, 1975) น้ำคั้นจากหัวแครอทผสมกับน้ำมะนาว ให้มาผิวเป็นยาบำรุงผิว น้ำมันระเหยที่อยู่ในหัวแครอทมีฤทธิ์ขับพยาธิไส้เดือนได้ มีผู้แนะนำให้กินแกงจืดหัวแครอทซึ่งจะช่วยย่อยอาหาร รักษาท้องให้ปกติ (นิจศิริ เรืองรังษี และพะยอม ตันติวัฒน์, 2534)

หัวหอมใหญ่(Onion)

หัวหอมใหญ่ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium cepa* Linn. อยู่ในวงศ์ Alliaceae มีหัว (Bulb) เป็นหัวเดียว ชอบขึ้นในที่มีอากาศอบอุ่นส่วนมากมีอายุเพียงปีเดียว หัวหอมสดประกอบด้วยน้ำมันระเหย (Volatile oil) ในน้ำมันประกอบด้วยสาร Diallyldisulphide เช่นเดียวกับที่พบในกระเทียม จึงเป็นสารให้กลิ่นรสในอาหาร (Underriner, 1994) นอกจากนี้ยังมี Flavonoid glycosides Pectin และ Glucokinin สารนี้มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ ช่วยย่อยอาหาร เจริญอาหาร ทำให้ความดันโลหิตต่ำ ลดไขมันในเลือด มีประโยชน์ในคนที่เป็นโรคหัวใจ บางท่านนิยมกินหัวหอมปนกับอาหารอื่นๆ เพื่อแก้ไอ แก้หวัด และขับเสมหะ ขับปัสสาวะ หัวหอมมีธาตุฟอสฟอรัสในปริมาณสูง เมื่อกินแล้วทำให้ความทรงจำดี (นิจศิริ เรืองรังษี และพะยอม ตันติวัฒน์, 2534)

มะเขือเทศ (Tomato)

มะเขือเทศ Tomato มะเขือเทศเป็นพืชล้มลุก ลำต้นและใบมีขน รูปร่างและขนาดของขนมีได้ต่างๆกัน มะเขือเทศเป็นพืชที่ชอบอากาศอบอุ่น และแสงแดด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersiconesculentum* Mill. อยู่ในวงศ์ Solanaceae มะเขือเทศสุกกินแล้วทำให้สดชื่น เจริญอาหารกระตุ้นน้ำย่อย มะเขือเทศมีวิตามินหลายชนิด เช่น แคโรทีน (สารตั้งต้นของวิตามินเอ) วิตามินเค ไบโอติน ไทอะมีน ไรโบฟลาวิน กรดนิโคตินิก กรดแอสคอร์บิก และกรดโฟลิก นับว่าเป็นผักที่มีวิตามินเกือบครบ ผลมะเขือเทศที่ถูกแสงแดดมีปริมาณของกรดแอสคอร์บิกมากกว่าผลไม้ที่อยู่ในร่ม มะเขือเทศสุกมีกลูโคส และฟรุกโตส เป็นน้ำตาลหลักมีซูโครสในปริมาณน้อย สารจำพวกโพลิแซคคาไรด์ ที่พบในมะเขือเทศมีเพคตินเซลลูโลส เมื่อผลสุกกลูโคสเพิ่มขึ้น ผลที่ยังไม่สุกมีแป้ง แต่เมื่อสุกแป้งก็จะหายไป ผลที่ยังเขียวมีโปรโตเพคติน แต่เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นเพคติน มะเขือเทศทั้งดิบและสุกมีกรดอะมิโนจำเป็น ยกเว้น ทริบโตฟาน กรดอินทรีย์ที่พบในมะเขือเทศคือ กรดซิตริก กรดมาลิก ใน

ปริมาณสูง กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก กรดแลคติก และกรดอะราบิก ในปริมาณปานกลาง ผลดิบมีกรดอินทรีย์มากกว่าผลสุก (นิจศิริ เรืองรังษี และพะยอม ตันติวัฒน์, 2534) Hobson and Davies (1971) พบสารที่สำคัญในมะเขือเทศคือ กรดกลูตามิก (Glutamic acid) ซึ่งเป็นสารให้รสกลมกล่อม เป็นองค์ประกอบอยู่สูงถึง 272 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมในมะเขือเทศสุก

เห็ดหอม (Shiitake Mushroom)

เห็ดหอม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Lentinusedodes (Berk.) Sing. หมวกเห็ดหอมมีรูปทรงกลม ผิวมีขนรวมกันเป็น เกล็ดหยาบๆ สีขาวกระจายอยู่ทั่วไป ผิวหมวกด้านบนสีน้ำตาล น้ำตาลปนแดงหรือ น้ำตาลเข้ม ครีบดอกเป็นแผ่นบางสีขาว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเข้ม ก้านดอกมีสีขาวหรือน้ำตาลอ่อน หากปล่อยไว้ให้ถูกอากาศจะเปลี่ยนเป็นสีเข้ม โคนก้านดอกสีน้ำตาลอ่อน เนื้อในสีขาว เห็ดหอมเนื้อนุ่ม มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว จึงได้ชื่อว่า เห็ดหอมคนจีนใช้เห็ดหอมเป็นอายุวัฒนะ รักษาหวัดทำให้เลือดลมดี แก้โรคหัวใจ ป้องกันการเติบโตของเนื้อร้าย ต้านพิษงู ป้องกันโรคเลือดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ โรคมะเร็ง โรคร้ายจากเชื้อไวรัส เห็ดหอมมีกรดอะมิโนชื่อ eritadenine ช่วยให้ไตย่อยโคเลสเตอรอล ได้ดี มีสารเลนติแนน (Lentinan) ช่วยกระตุ้นการทำงานของเซลล์ ในระบบภูมิคุ้มกันให้มีประสิทธิภาพ ในการต่อสู้กับเซลล์เนื้องอก (นิดดา หงษ์วิวัฒน์, ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

แป้งมันฝรั่งและแป้งมันเทศ (Potato and Sweet potato flour)

มันฝรั่ง (Potato)

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Solanumtuberosum* อยู่ในวงศ์ Solanaceae เป็นพืชที่ใช้ส่วนของลำต้นใต้ดินที่มีลักษณะพองโต ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร เป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของโลกใช้ในอุตสาหกรรมทำแป้ง เลี้ยงสัตว์ ผลิตแอลกอฮอล์และอื่นๆ (สุรชัย มัจฉาชีพ, 2535) และนิยมนำมาปรุงเป็นอาหารได้หลายอย่าง เช่น ใส่แกงมัสมั่นไก่ ต้มเนื้อบางชนิด ทำสตู ซุป มันฝรั่งบด มันฝรั่งอบ เฟรนช์ฟรายด์ มันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ และสลัดมันฝรั่ง เป็นต้น (นิดดา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มันฝรั่งเป็นพืชล้มลุก มีลำต้นสะสมอาหารใต้ดินที่เรียกว่า หัว ลำต้นอยู่เหนือดินสูงประมาณ 50-100 เซนติเมตร ใบเป็นใบประกอบ ดอกออกเป็นช่อกระจุกมีหลากสี เช่น ขาว ม่วง ม่วงเทา หรือสีเงิน หัวใต้ดินมีรูปทรงกลมรีหรือกลมยาว ผิวเปลือกบาง สีขาว ส้ม แดง หรือน้ำตาลอ่อน มีจุดสีน้ำตาลเข้มทั่วเปลือกดังภาพที่ 2-1 เนื้อในกรอบ ชุ่มน้ำ สีขาว เหลืองอ่อนหรือเหลือง แล้วแต่สายพันธุ์ นิยมเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงพฤษภาคมปีต่อไป โดยจะให้ผลมากช่วงเดือนมีนาคม (นิดดา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

ภาพที่ 2-1 หัวมันฝรั่ง (นิดดา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

พันธุ์มันฝรั่งแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 2 ประเภท ได้แก่ พันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์ต่างประเทศ มันฝรั่งที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ พันธุ์พื้นเมือง

1. พันธุ์พื้นเมือง (Native variety) เป็นพันธุ์ซึ่งชาวเขาเผ่าต่างๆ และจีนฮ่อที่อพยพมาอยู่ตามท้องที่เขตอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และตามภูเขาในเขตจังหวัดเชียงรายนิยมปลูกกัน พันธุ์นี้เข้าใจว่าปลูกกันมานานแล้วทางภาคเหนือเรียกว่า อาลู มีหัวขนาดเล็กกว่าพันธุ์ต่างประเทศ ลักษณะหัวกลมค่อนข้างยาวเนื้อสีขาวแกมเหลืองเปลือกสีม่วงอ่อนหรือน้ำตาลอ่อนเปลือกหนา เนื้อเมื่อทอดกรอบมีรสขื่นเล็กน้อยลำต้นใหญ่ใบใหญ่กว่าใบพันธุ์ต่างประเทศอย่างชัดเจน ตลาดให้ราคาพันธุ์พื้นเมืองต่ำกว่าพันธุ์ต่างประเทศ การปลูกในฤดูฝนเริ่มปลูกในเดือนพฤษภาคมและขุดเก็บหัวในเดือนสิงหาคมหรือต้นเดือนกันยายน หัวมันที่เก็บในรุ่นนี้ใช้ทำพันธุ์ปลูกในฤดูหนาวได้ดีแต่ส่วนมากมักจะถูกส่งออกสู่ท้องตลาดเพื่อการบริโภค เพราะในฤดูฝนมันฝรั่งในตลาดมีปริมาณน้อยและราคาแพง ส่วนพันธุ์สำหรับใช้ปลูกในฤดูหนาวชาวเขาเก็บรักษาไว้เอง

2. พันธุ์ต่างประเทศ (Introduced variety) ได้มีการนำพันธุ์มันฝรั่งจากประเทศเนเธอร์แลนด์มาปลูกทดสอบในประเทศไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2494 ได้พันธุ์ที่เหมาะสมและส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปปลูก ต่อมาได้มีการนำพันธุ์จากประเทศอื่นๆ เข้ามาทำการทดสอบคัดเลือก

นอกจากนี้กรมวิชาการเกษตรได้ทำการวิจัยปรับปรุงพันธุ์ขึ้นภายในประเทศด้วยพันธุ์ที่นำมาเข้ามาจากต่างประเทศมีดังนี้ คือ

2.1 บินเจ (Bintje) เป็นพันธุ์ที่นำมาจากประเทศเนเธอร์แลนด์ ใน พ.ศ. 2494 ใช้ปลูกเป็นการค้าสำหรับบริโภคสดและแปรรูป นิยมปลูกกันทั่วไปในภาคเหนือลักษณะพันธุ์คือ หัวกลม

และยาว เปลือกบาง สีค่อนข้างขาว เนื้อในค่อนข้างเหลือง เนื้อร่วนซุย รสดี หัวโตมีขนาดยาว 15 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร หัวที่ใช้ทำพันธุ์มีขนาดเล็ก พันธุ์นี้ทนทานต่อความแห้งแล้งและโรคดี ยกเว้นโรคไหม้ (blight) และโรค wart เป็นพันธุ์ค่อนข้างเบา (medium early) อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน ปัจจุบันไม่มีการสั่งเข้ามาปลูกเพราะระยะหลังพบว่าอ่อนแอต่อโรคและให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ

2.2 เมอร์ก้า (Mirka) เป็นพันธุ์ค่อนข้างเบา อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว 110-120 วัน ผลผลิตสูง หัวยาวรี ตาที่หัวตื้น เนื้อในสีเหลืองมีใบมากพอสมควรและทนทานความแห้งแล้งได้ดี ไม่ต้านทานต่อโรคใบไหม้แต่ต้านทานโรคใบม้วนและเชื้อไวรัสได้ดี เป็นโรค wart ได้ง่าย พันธุ์นี้นำมาจากประเทศเชคโกสโลวาเกีย

2.3 สปุนต้า (Spunta) นำมาจากประเทศเนเธอร์แลนด์ เมื่อพ.ศ.2509 เป็นพันธุ์ค่อนข้างเบาอายุเก็บเกี่ยว 100-120 วัน ให้ผลผลิตสูงแต่ปริมาณของแป้งต่ำมีการเจริญเติบโตเร็ว ทรงต้นสูง โคนต้นสีม่วง ดอกสีขาว หัวใหญ่และยาว ตาที่หัวตื้น เนื้อในสีเหลืองอ่อน ใบมาพอสมควร ทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี ต้านทานโรคใบไหม้ดีพอสมควรเป็นโรคใบม้วนได้ง่ายแต่ต้านทานต่อเชื้อไวรัสและโรค wart ได้ดี เนื้อในเมื่อต้มแล้วแน่นนอกจากนั้นยังมีสีเนื้อในสม่ำเสมอด้วยนิยมปลูกสำหรับบริโภคสด

2.4 โดนาต้า (Donata) พันธุ์นี้นำมาจากประเทศสก๊อตแลนด์เป็นพันธุ์ค่อนข้างหนัก อายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยว 130-140 วัน เจริญเติบโตรวดเร็ว ลำต้นแข็งแรง ใบค่อนข้างใหญ่และมีสีเขียวอ่อน หัวมีขนาดใหญ่และสม่ำเสมอ ลักษณะรี ผิวหัวสีเหลืองอ่อน ผิวเรียบ ตาตื้น เนื้อในสีขาว เป็นโรค wart โรคใบไหม้และโรค scab ค่อนข้างง่าย แต่ต้านทานโรคใบม้วนได้ดี

2.5 เคนนีเบค (Kennebec) เป็นพันธุ์ดั้งเดิมของสหรัฐอเมริกา แต่ปัจจุบันนำไปขยายและผลิตหัวพันธุ์ในหลายประเทศ เช่น แคนนาดา เนเธอร์แลนด์ สก็อตแลนด์ และออสเตรเลีย นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2521 ใบใหญ่ พุ่มหนา หัวกลมรี ทรงรูปไข่ ตาตื้น ผิวสีเหลืองอ่อนเรียบ เนื้อสีขาว ทนแล้งได้ดีเป็นพันธุ์สำหรับแปรรูปเป็นมันทอดแผ่นบาง (potato chips) ปัจจุบันโรงงานแปรรูปนำเข้าพันธุ์เคนนีเบคและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อส่งโรงงานแปรรูป อายุเก็บเกี่ยว 100-120 วัน

2.6 แอตแลนติก (Atlantic) มีถิ่นกำเนิดในสหรัฐอเมริกา เป็นพันธุ์ค่อนข้างเบา อายุเก็บเกี่ยว 100-120 วัน ลักษณะหัวกลมขนาดปานกลาง ผิวสีเหลือง เนื้อสีขาวครีม เป็นพันธุ์มันฝรั่งแปรรูปที่เริ่มทดลองส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกใน พ.ศ. 2534-2535 โดยบริษัทสยามสแน็ก จำกัด

2.7 รัสเซ็ท เบอร์แบงค์ (Russet Burbank) เป็นพันธุ์จากสหรัฐอเมริกา นำเข้ามาปลูกทดลองครั้งแรกในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2526 ลักษณะผิวสีน้ำตาลและหยาบ ผลผลิตไม่ดี

และไม่ต้านทานโรค ปัจจุบันไม่มีการปลูกในประเทศไทย(นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์, เรวัติ เลิศฤทัยโยธิน, รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ และสนธิชัย จันทร์เปรม, 2547)

สรรพคุณทางยา

มันฝรั่งมีสารโซลานีน (Solanine) ปริมาณเล็กน้อยช่วยแก้อาการชัก เกร็ง และลดน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร แก้อาการต่อมน้ำเหลืองอักเสบ แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก บำรุงกำลัง และช่วยให้เจริญอาหาร

คุณค่าทางโภชนาการ

เนื่องจากหัวมันฝรั่งมีคุณค่าทางอาหารสูง คือมีปริมาณของแป้ง โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ วิตามินบางอย่างอยู่ในเกณฑ์สูง ดังนั้นจึงใช้เป็นอาหารประจำวันได้อย่างดี โดยใช้เป็นอาหารของมนุษย์โดยตรง ประชากรในยุโรปและอเมริการับประทานมันฝรั่งในรูปต่างๆกันเป็นอาหารหลักแทนข้าว ส่วนในประเทศไทยบริโภคมันฝรั่งน้อยมาก เช่น เป็นส่วนประกอบของอาหารคาว และทำขนม ใช้ในอุตสาหกรรมทำแป้งและอื่นๆ เช่น มันฝรั่งทอด น้ำตาลกลูโคส และเด็กซ์ตริน และสารให้ความเหนียวต่างๆ ใช้ในอุตสาหกรรมการหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์ และกรดซิตริก เป็นต้น (นิดดา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

มันเทศ (Sweet potato)

มันเทศเป็นพืชที่เป็นเถาเลื้อยราบไปบนพื้นดิน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea batatas* อยู่ใน**วงศ์** Convolvulaceae มีรากสะสมอาหารขยายใหญ่เรียกว่าหัวหัวมันเทศมีคุณประโยชน์มาก เพราะใช้เป็นอาหารของ มนุษย์ได้เป็นอย่างดี เราใช้มันเทศปรุงอาหารได้ทั้งคาวหวาน อาหารคาว ได้แก่ แกงเลียง แกงคั่ว แกงกะหรี่ และแกงมัสมั่น เป็นต้นอาหารหวาน ได้แก่ มันเทศต้มน้ำตาล มันเทศแกงบวด มันเทศ ทอด มันเทศเชื่อมมันเทศกวน มันเทศฉาบ มันเทศรังนก และมันเทศเผา เป็นต้น หัวมันเทศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง จึงใช้รับประทานแทนข้าวได้นอกจากเป็นอาหารของมนุษย์แล้ว มันเทศยังใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์ได้อีกด้วย เช่น เป็น อาหารหมู อาหารวัวและอาหารแพะ เป็นต้น มันเทศใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ทั้งหัว เถา และใบ ทั้งยังเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมได้หลายอย่าง เช่น ใช้ทำแป้ง ทำแอลกอฮอล์ ทำเหล้า และทำน้ำส้ม (นิจศิริ เรืองรังสี และพะยอม ตันติวัฒน์, 2534)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มันเทศเป็นพืชล้มลุกในตระกูลผักบุ้ง ลำต้นเป็นเถาสีขาวและสีแดงเลื้อยไปตามผิวดิน มีน้ำยางสีขาวตามลำต้นและก้านใบ ใบเดี่ยวเรียงสลับอยู่บนข้อของลำต้น รูปทรงคล้ายรูปหัวใจหรือเป็นแฉก มีขนเล็กน้อย ดอกสีชมพูอมม่วง หัวใต้ดินมีเปลือกสีแดงหรือน้ำตาลอ่อนดังภาพที่ 2-2 สีเนื้อแล้วแต่พันธุ์ เช่น พันธุ์แม่โจ้มีเนื้อสีขาว พันธุ์นิโกรมีเนื้อสีขาวปนม่วง สามารถปลูกได้ตลอดปี

นิยมปลูกในฤดูฝนฤดูหนาว (นิดดา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

ภาพที่ 2-2 หัวมันเทศ (นิดดา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

พันธุ์มันเทศอาจแบ่งออกได้เป็น 3 พวก ตามอายุการเก็บเกี่ยวดังนี้

1. พันธุ์เบาอายุประมาณ 90 วันหลังจากปลูกจนถึงเก็บหัว เช่น พันธุ์กัวเตมาลา พม. 02 นส.25 และโนนนาด เป็นต้น

2. พันธุ์กลางอายุประมาณ 120 วัน หลังจากปลูกถึงเก็บหัว เช่น พันธุ์ห้วยสีทน 1 ไทจูงหัวโตแดงโอกูต และหัวโตขาว เป็นต้น

3. พันธุ์หนักอายุประมาณ 150 วัน หลังจากปลูกถึงเก็บหัว เช่น พันธุ์ เซนเทเนียล (Centenial), L 89, L 4-116, L_3-64 และโรสเซนเทเนียล (Rose Centenial) เป็นต้น นอกเหนือจากพันธุ์ต่างๆดังกล่าวแล้ว กรมวิชาการเกษตรก็ได้สั่งพันธุ์ต่างๆ จากต่างประเทศมาทดลองอยู่เรื่อยๆ เพื่อจะได้ศึกษา และทดลองว่า จะมีพันธุ์ใดที่ให้ผลดีและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยจากผลการทดลองได้แนะนำพันธุ์ที่ควรใช้ปลูกในประเทศไทย 2 พันธุ์ คือ

3.1 พันธุ์ไทจูง เป็นพันธุ์ที่นำมาจากไต้หวัน เถาไม่เลื้อยมากนักลำต้นมีลักษณะคล้ายเป็นพุ่ม ใบเป็นแฉก หัวมีรูปร่างคล้ายรูปไข่เนื้อในมีสีเหลือง เมื่อต้มหรือนึ่งมีความเหนียวดีไม่เละ เมื่อมีอายุ 4 เดือน ให้ผลผลิตประมาณ 3-4 ตันต่อไร่

3.2 พันธุ์ห้วยสีทน 1 เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการคัดเลือกพันธุ์ ซึ่งได้นำมาจากไต้หวัน พันธุ์นี้มีลักษณะดี คือ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิดลักษณะเถาเลื้อยยาว ใบกว้าง

พอประมาณ ลงหัวเร็ว เนื้อในมีสีแดงอมเหลืองและน่ารับประทานมาก ถ้ารับประทานสดๆ จะมีรสหวาน และอร่อยดีเป็นที่ต้องการของตลาด ให้ผลผลิตประมาณ3-4 ตันต่อไร่ (สุรชัย มัจฉาชีพ, 2535)

สรรพคุณทางยา

ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ควบคุมความดันโลหิต รักษาโรคโลหิตจาง ใบ มีฤทธิ์ช่วยถอนพิษ หัว ปรุงเป็นยาบำรุงม้าม กระเพาะอาหาร และระบบย่อยอาหาร (นิดดา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

คุณค่าทางโภชนาการ

องค์ประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของมันเทศจะแปรตามพันธุ์ และแหล่งที่ปลูก หัวมันสดจะมีความชื้นประมาณ 70% องค์ประกอบที่สำคัญในมันเทศ คือ คาร์โบไฮเดรตซึ่งมีประมาณ 80-90% ของน้ำหนักแห้ง โดยประกอบด้วยสตาร์ช (70%) เซลลูโลส (2%) เฮมิเซลลูโลส (3-4%) และสารเพกติก (2.5%) (Kays, 1992) นอกจากนี้มันเทศยังเป็นแหล่งของวิตามินเอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมันเทศพันธุ์ที่มีเนื้อสีเหลืองและสีส้ม โดยเฉพาะมันเทศเนื้อสีส้มเข้มจะมีปริมาณ β-carotene อยู่ในระหว่าง 3.36-19.60 มิลลิกรัม/กรัมของน้ำหนักมันสด (Woolfe, 1992)

การเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของมันเทศเปรียบเทียบกับมันฝรั่ง พบว่ามันเทศมีคุณค่าทางอาหารมากกว่ามันฝรั่งคือ พลังงาน คาร์โบไฮเดรต และวิตามินเอ แต่มีปริมาณโปรตีน ไขมันและฟอสฟอรัสน้อยกว่า ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 คุณค่าทางโภชนาการของหัวมันเทศเปรียบเทียบกับมันฝรั่ง กรัม (U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 2013)

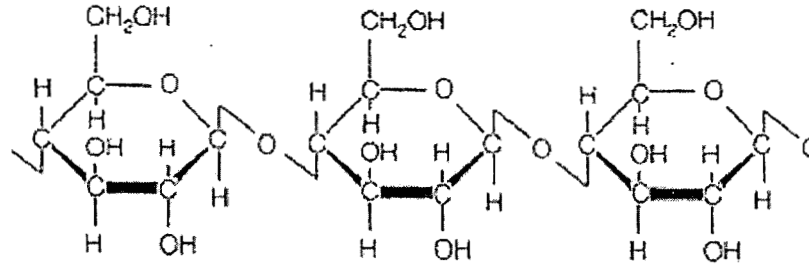
องค์ประกอบ	มันฝรั่ง	มันเทศ
ความชื้น(%)	79.34	77.28
ไขมัน(%)	0.09	0.05
โปรตีน(%)	2.02	1.57
คาร์โบไฮเดรต(%)	17.47	20.12
พลังงาน (kcal)	77	86
ฟอสฟอรัส(mg/100g)	57	47
วิตามินเอ(IU)	2	14187
วิตามินซี(mg/100g)	19.7	2.4

องค์ประกอบภายในแป้ง

แป้ง หมายถึง คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ มีสิ่งเจือปนเช่น โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ น้อยมาก ส่วนแป้งที่ผลิตโดยทั่วไปที่ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ อยู่มากจะเรียกว่า ฟลาวร์ (Flour) ตัวอย่างเช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลี ถ้ายังมีส่วนประกอบของโปรตีนสูง ก็จะจัดอยู่ในประเภทฟลาวร์ แต่เมื่อสิ่งเจือปนอันหมายถึงโปรตีน ไขมัน เกลือแร่อื่นๆ ถูกสกัดออกไป จนเหลือแป้งบริสุทธิ์เป็นส่วนใหญ่จึงเรียกว่าเป็นแป้งสตาร์ช (starch)

อะมิโลส

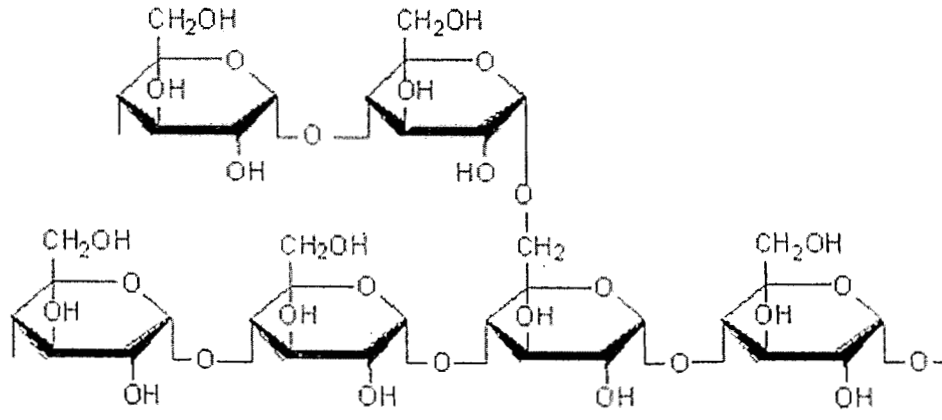
อะมิโลสเป็นพอลิเมอร์เชิงเส้นที่ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 2,000 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิก (Glucosidic linkage) ชนิดแอลฟา -1,4 ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 โครงสร้างอะมิโลส (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)

อะมิโลเพกติน

อะมิโลเพกตินเป็นพอลิเมอร์เชิงกิ่งของกลูโคส ส่วนที่เป็นเส้นตรงของกลูโคสต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิดแอลฟา-1,4 และส่วนที่เป็นกิ่งสาขาที่เป็นพอลิเมอร์กลูโคสสายสั้น มีขนาดโมเลกุล (DP) อยู่ในช่วง 10 ถึง 60 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิกชนิดแอลฟา-1, 6 ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 โครงสร้างของอะมิโลเพกติน (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)

สารตัวกลาง

สารตัวกลางมีเพียงเล็กน้อยในแป้งบางชนิด องค์ประกอบนี้มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่าอะมิโลเพกตินแต่ใหญ่กว่าอะมิโลส ปริมาณและโครงสร้างสารตัวกลางขึ้นอยู่กับชนิดและอายุการเก็บเกี่ยวของพืช มีบางรายงานกล่าวว่า สารตัวกลางที่พบในแป้งอาจเป็นผลมาจากวิธีที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบของแป้ง ปริมาณหรือสัดส่วนของอะมิโลส อะมิโลเพกติน และสารตัวกลางในเม็ดแป้งไม่คงที่ขึ้นอยู่กับสภาวะการปลูก

ส่วนประกอบอื่นๆ ภายในเม็ดแป้ง

1. ไขมัน

ชนิดของไขมันที่มีอยู่ในแป้งมีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง ไขมันที่รวมอยู่ในเม็ดแป้งจะส่งผลกระทบต่อลักษณะและคุณสมบัติของแป้ง โดยจะลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และการจับตัวกับน้ำของแป้ง นอกจากนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งอยู่บริเวณผิวเม็ดแป้งจะทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่สำหรับไขมันที่รวมตัวเชิงซ้อนกับอะมิโลสจะไม่ก้อให้เกิดกลิ่น เนื่องจากสามารถต้านการเกิดออกซิเดชันได้ แป้งจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลี มีกลิ่นแรงกว่าแป้งข้าวโพด ข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง เนื่องจากมีองค์ประกอบของไขมันสูง (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)

แป้งจากหัว (Tuber) หรือราก (Root) เช่น แป้งมันฝรั่งและแป้งมันสำปะหลังมีไขมันในปริมาณต่ำ (0.1 เปอร์เซ็นต์หรือน้อยกว่า) เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งจากธัญพืชซึ่งมีไขมันประมาณ 0.6-0.8 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักโดยน้ำหนัก) การมีไขมันในแป้งจะมีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง เนื่องจากไขมันหรือลิพิด (Lipid) จะเกิดการรวมตัวกับอะมิโลสในแป้งเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของอะมิโลส-ไขมัน (Amylose-lipid complex) ขึ้นในเม็ดแป้ง ซึ่ง amylase-lipid complex นี้จะไม่ละลายน้ำ แต่การจับกันจะถูกทำลายเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูง (มากกว่า 120 องศาเซลเซียส) สารประกอบเชิงซ้อนของอะมิโลสและไขมันจะมีผลทำให้กำลังการพองตัว (Swelling power) และค่าการละลาย (Solubility) ของแป้งลดลง นอกจากนี้สารไขมันยังทำให้แป้งเกิดการเหม็นหืน (Rancid) ขณะเก็บรักษาด้วย (วัชรินทร์ จันทร์สุวรรณ, 2544)

2. ไนโตรเจน (โปรตีน)

โปรตีนจะทำให้เกิดผลกระทบต่อลักษณะของแป้ง คือ ทำให้แป้งมีอัตราการดูดซับน้ำ อัตราการพองตัว และอัตราการเกิดเจลาติไนซ์เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) สีและกลิ่นผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงไป

3. เถ้า

แป้งโดยทั่วไปมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม สำหรับเถ้าในแป้งจากธัญพืชจะสัมพันธ์กับปริมาณฟอสโฟลิพิด

4. ฟอสฟอรัสภายในแป้งอยู่ในรูปฟอสเฟตเชื่อมกับหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 และ 6 ของหน่วยกลูโคส

ความหนืด

ความหนืดเป็นสมบัติเฉพาะตัวที่สำคัญของแป้ง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความหนืดของแป้ง ได้แก่ ชนิดของแป้ง โดยแป้งแต่ละชนิดจะให้ลักษณะของความหนืดที่แตกต่างกันเมื่อวัดจากเครื่องวิเคราะห์ความหนืด ส่วนปัจจัยภายนอกคือ การใช้ความร้อนสูงหรือการใช้แรงกลมาก (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)

แป้งมันฝรั่งและแป้งมันเทศมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันดังตารางที่ 2-2 และ 2-3 โดยเฉพาะคุณสมบัติด้านความหนืด

ตารางที่ 2-2 คุณสมบัติของแป้งมันฝรั่ง (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)

คุณสมบัติ	แป้งมันฝรั่ง
ขนาดเม็ดแป้ง (ไมครอน)	37.9-50
ปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์)	22.2
ขนาดอะมิโลส (Degree of polymerization)	2000-5000
อุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (Pasting temperature, ^{o}c)	61
ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity, RVU)	2500
ความหนืดต่ำสุด (Final viscosity, RVU)	630
ความหนืดต่ำสุด (Trough viscosity, RVU)	340
อุณหภูมิเริ่มต้นเกิดเจลาทิไนซ์ (Onset temperature, T_o, ^{o}c)	<57.4
อุณหภูมิสูงสุดที่เกิดเจลาทิไนซ์ (Peak temperature, T_p ^{o}c)	67

ตารางที่ 2-3 คุณสมบัติของแป้งมันเทศ (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)

คุณสมบัติ	แป้งมันเทศ
ขนาดเม็ดแป้ง (ไมครอน)	9-15
ปริมาณอะมิโลส (เปอร์เซ็นต์)	18-21
ขนาดอะมิโลส (Degree of polymerization)	4,100
อุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (Pasting temperature, ^{o}c)	82.7
ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity, RVU)	380
ความหนืดต่ำสุด (Final viscosity, RVU)	230
ความหนืดต่ำสุด (Trough viscosity, RVU)	170
อุณหภูมิเริ่มต้นเกิดเจลาทิไนซ์ (Onset temperature, T_o, ^{o}c)	60-67
อุณหภูมิสูงสุดที่เกิดเจลาทิไนซ์ (Peak temperature, T_p, ^{o}c)	70-77
เอนทาลปี (Enthalpy, ΔH, J/g)	10-16

จากการแบ่งประเภทแป้งตามกราฟแสดงพฤติกรรมความหนืด ตามวิธีของ Schoch and Maywald (1968) ซึ่งรูปแบบความหนืดของแป้งสุกจากแป้งชนิดต่างๆที่วัดด้วยเครื่อง Brabender viscoamylograph แบ่งได้ 4 แบบ ดังภาพที่ 2-5

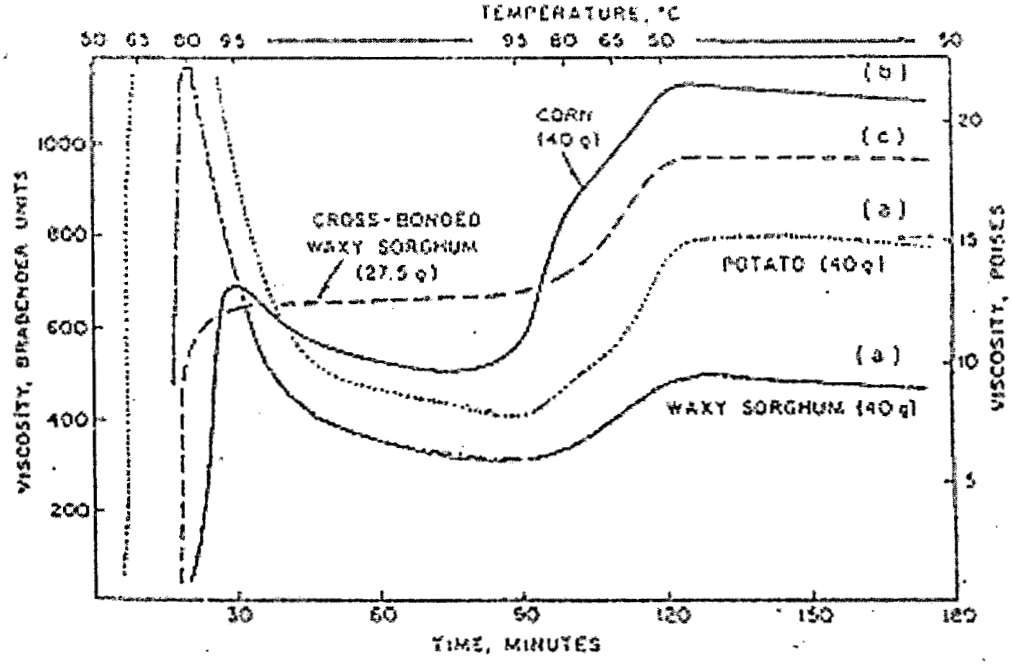
แบบ a เป็นลักษณะของกราฟที่ได้จากเม็ดแป้งที่มีการพองตัวสูงได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้ง waxy จากธัญพืช เมื่อให้ความร้อนแก่พืชเหล่านี้เม็ดแป้งจะมีการพองตัวมาก ทำให้แรงที่ยึดกันภายในโมเลกุลอ่อนตัวลงและเม็ดแป้งจะแตกออกเมื่อได้รับแรงเฉือน ดังนั้นลักษณะกราฟของความหนืดจึงสูงขึ้นแล้วลดลงอย่างรวดเร็วระหว่างการต้มสุก

แบบ b เป็นกราฟของเม็ดแป้งที่มีการพองตัวจำกัดได้แก่ แป้งจากธัญพืชทั่วไป เนื่องจากเม็ดแป้งจะไม่พองตัวมากถึงกับแตกออกลักษณะกราฟของความหนืดสูงขันน้อยกว่าและเกิดการสลายตัวระหว่างการต้มสุกน้อยกว่า

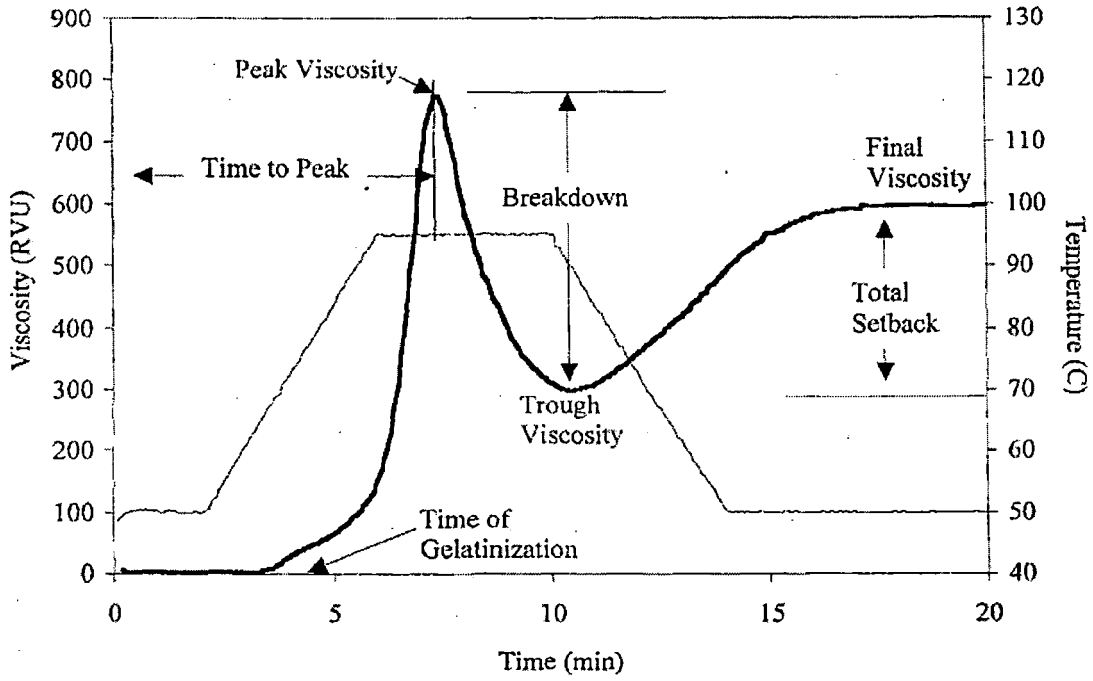
แบบ c เป็นกราฟของเม็ดแป้งที่มีการพองตัวจำกัดได้แก่ แป้งถั่วต่างๆ และแป้งแปรสภาพทางเคมีโดยการ cross-linked ภายในเม็ดแป้งทำให้การพองตัวและการละลายลดลงและยังทำให้เม็ดแป้งที่พองตัวมีเสถียรภาพมากขึ้น ดังนั้นลักษณะกราฟของความหนืดจึงไม่ปรากฏยอดสูงสุด แต่มีค่าความหนืดสูงซึ่งอาจจะคงที่หรือเพิ่มขึ้นระหว่างการต้มสุก

แบบ d เป็นกราฟของเม็ดแป้งที่มีการพองตัวน้อยมากได้แก่ แป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูง เช่น แป้งข้าวโพดที่มีปริมาณอะมิโลส 55-70 เปอร์เซ็นต์ (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)

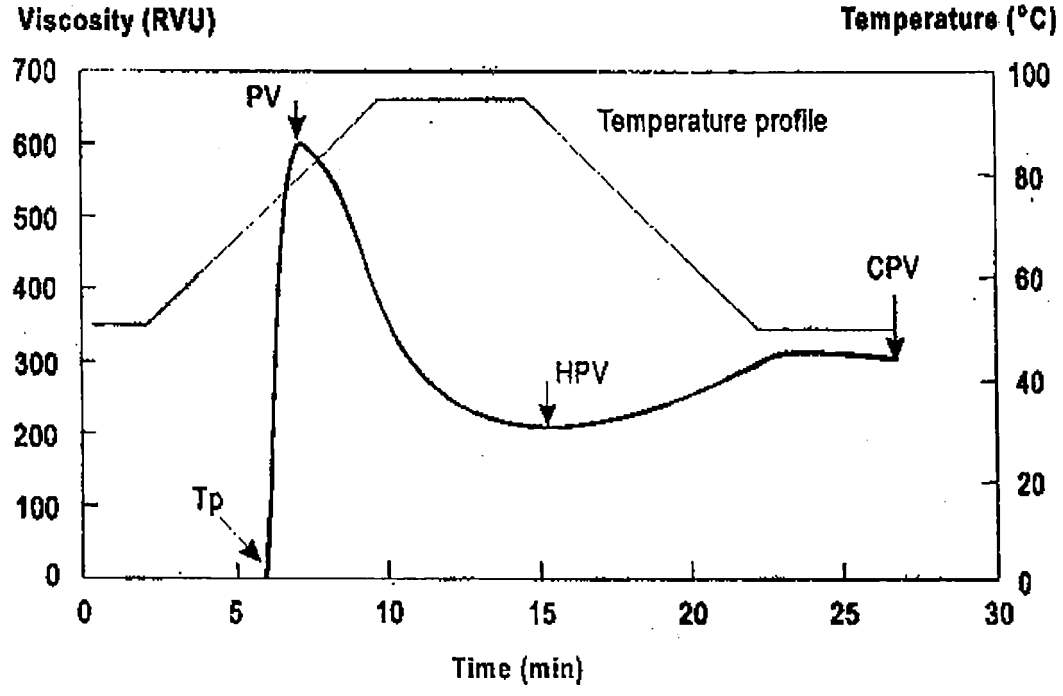
จากการศึกษาสมบัติด้านความหนืดของแป้งมันฝรั่งและแป้งมันเทศ พบว่า รูปแบบกราฟความหนืด(pasting propeties) ของแป้งมันฝรั่งและแป้งมันเทศที่วัดโดยใช้ด้วยเครื่อง Rapid Visco-Analyzer (RVA) แสดงดังภาพที่ 2-6 และภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-5 รูปแบบความหนืดของแป้งสุกจากแป้งชนิดต่างๆ (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)



ภาพที่ 2-6 รูปแบบความหนืดของแป้งมันฝรั่งที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Rapid Visco-Analyzer (Higley, Love, Price, Nelson, and Huber, 2003)



ภาพที่ 2-7 รูปแบบความหนืดของแป้งมันเทศที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Rapid Visco-Analyzer (Zhang, Christopher, Wheatley, and Corke, 2002)

การใช้ประโยชน์ของแป้ง

แป้งที่สกัดได้จากพืชชนิดต่างๆมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดหรือพันธุ์ของพืชเป็นหลัก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศ สภาวะในการปลูกและการเก็บเกี่ยว ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลไปยังองค์ประกอบของเม็ดแป้ง ในด้านขนาด รูปร่าง และส่วนประกอบทางเคมี ซึ่งส่งผลกระทบต่อไปยังคุณสมบัติต่างๆของแป้ง เช่น การเกิดความข้นหนืดเมื่อนำแป้งมาต้มกับน้ำ (วัชรินทร์ จันทร์สุวรรณ, 2544)

เมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์ของแป้งในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆทั่วโลก พบว่าใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปมากที่สุด (30 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำเป็นผง (25 เปอร์เซ็นต์) สำหรับอาหารเด็กอ่อน ขนมอบ และขนมหวานมีปริมาณเท่ากัน คือ 10 เปอร์เซ็นต์ทั้ง 3 ชนิด ส่วนที่เหลือเป็นอาหารผลิตภัณฑ์ประเภทผลิตโดยเครื่องเอ็กทรูดและผลิตภัณฑ์นมอีกอย่างละ 5 เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มในการใช้แป้งและแป้งดัดแปรในอนาคตจะเพิ่มมากขึ้น โดยผู้บริโภคจะคำนึงถึงประโยชน์ทางสุขภาพ และลักษณะปรากฏมากขึ้น การใช้แป้งในอุตสาหกรรมอาหารมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์นั้นๆ โดยทั่วไปแป้งที่เติมลงในอาหารทำหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

1. เพื่อเป็นตัวเพิ่มความข้นหนืดให้กับผลิตภัณฑ์ (Thickening agent) เช่น ในแป้งในซอส ซุปครีม ไส้พาย เป็นต้น
2. เพื่อเพิ่มความคงตัวของคอลลอยด์ (Colloid stabilizer) เช่น ในน้ำสลัด
3. เพื่อรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ (Moisture retention)
4. เพื่อให้เกิดลักษณะที่เป็นเจล (Gel-forming agent)
5. เพื่อเป็นตัวเชื่อมส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ (Binder)
6. เพื่อเป็นสารเคลือบและให้ความเป็นมันเงา (Coating & glazing agent)

การใช้แป้งเพื่อให้ความข้นหนืดนอกจากจะต้องการแป้งที่ให้ความหนืดสูงแล้ว บางกรณียังต้องการแป้งที่ให้ลักษณะของความหนืดเฉพาะแบบ เช่น แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลังและแป้ง waxy อาจให้ความหนืดสูง แต่ลักษณะของแป้งสุกจะเป็นแบบเหนียวหนืด เมื่อใช้ช้อนตักแป้งสุกจะยืดตัวออกและหดตัวกลับได้เรียกว่ามีคุณสมบัติ viscoelasticity เนื่องจากแป้งมีการพองตัวมากจนเม็ดแป้งแตกออก (ดุษฎี อุตภาพ และน้องนุช เจริญกูล, 2550)

เกลือ

โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride; NaCl)

เกลือที่ใช้ปรุงอาหาร มีชื่อทางเคมีว่าโซเดียมคลอไรด์ ในเกลือที่ไม่มีความชื้นอยู่เลยจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ 95.5 - 98.5 เปอร์เซ็นต์และมีสารอื่นเจือปนในปริมาณน้อย เช่น แมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม(Ca) และ ซัลเฟต (SO_4) เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรม

อาหารเนื่องจากราคาถูกและใช้ได้หลากหลายทั้งในการปรุงอาหารและถนอมอาหาร ในอดีตมีการใช้เกลือในด้านอื่นด้วย เช่น รักษาแผลและผสมปรุงยา เกลือจึงเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต หลายประเทศเคยมีการเก็บส่วยเกลือ สำหรับในด้านการแพทย์ เกลือแยกออกเป็นโซเดียมกับคลอไรด์ โซเดียมเป็นอิเลคโตรไลท์ที่สำคัญในการควบคุมความเข้มข้นของของเหลวภายนอกเซลล์และการกระจายของน้ำในร่างกายให้เกิดความสมดุล และมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ควบคุมการเต้นของหัวใจและชีพจร การส่งสัญญาณของระบบประสาทควบคุมสมดุลของกรดและด่างในเลือด สำหรับคลอไรด์เป็นส่วนสำคัญของกรดเกลือที่ใช้ย่อยอาหาร (นันทยา จงใจเทศ, ปิยนันท์ อึ้งทรงธรรม และภัทธิรา ยิ่งเลิศรัตนะกุล, 2554)

อันตรายต่อสุขภาพ

การบริโภคเกลือในปริมาณที่มากเกินไปมีผลต่อความดันโลหิต โดยมีรายงานว่าปริมาณเกลือเพียง 6 กรัมต่อวันที่บริโภคเข้าไปทำให้เกิดความดันโลหิตสูง ซึ่งจะส่งผลให้มีความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดสมองได้ 34 เปอร์เซ็นต์และหลอดเลือดหัวใจ 24 เปอร์เซ็นต์ และ Sacks et al. (2001) ได้ศึกษาผลของโซเดียมต่อความดันโลหิต พบว่า ปริมาณโซเดียมสูงมีผลทำให้ระดับความดันโลหิตสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า เกลือส่วนเกินในอาหารสามารถนำไปสู่การสูญเสียแคลเซียมมากเกินไปและทำให้เพิ่มความเสี่ยงของโรคกระดูกพรุน รวมทั้งเพิ่มความเสี่ยงของโรคมะเร็งกระเพาะอาหาร องค์การอนามัยโลก (WHO) มีคำแนะนำให้บริโภคโซเดียมไม่เกินวันละ 2000 มิลลิกรัม เนื่องจากอาหารในปัจจุบันนี้มีเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นส่วนประกอบอยู่มากดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ปริมาณโซเดียมในอาหารชนิดต่างๆ (World Heath Organization (WHO), 2012)

อาหาร	ปริมาณโซเดียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)
เกลือ ผงฟู เบคกิ้งโซดา	38,000
ซุปก้อน ซุปผง	20,000
ซอสถั่วเหลือง	7,000
ขนมขบเคี้ยว ป๊อปคอร์น	1,500
เบคอน	1,500
ซอสและสเปรด	1,200
เนยแข็ง	800
เนยสด มาร์การีน	500

จากตารางจะเห็นได้ว่าในผลิตภัณฑ์ซุปผงและซุปก้อนมีปริมาณเกลือโซเดียมสูงถึง 20,000 มิลลิกรัม/100กรัม ซึ่งถือได้ว่ามีปริมาณสูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ เนื่องจากซุปเป็นอาหารที่เหมาะสำหรับผู้ป่วย เด็ก และผู้สูงอายุ การลดปริมาณโซเดียมลงถือเป็นทางเลือกที่ดีให้กับผู้บริโภค โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคไต เป็นต้น (ปรียา ลีฬหกุล, 2553)

วิธีการลดปริมาณโซเดียมในอาหาร

1. ใช้เนื้อสัตว์สดปรุงอาหารแทนการใช้เนื้อสัตว์แปรรูป
2. ใช้ซีอิ้วญี่ปุ่นแทนน้ำปลา
3. ไม่เติมเครื่องปรุงรสที่ให้รสเค็มในอาหาร
4. ไม่กินน้ำแกงมากเมื่อกินอาหารประเภทน้ำๆ
5. จิ้มน้ำจิ้มน้อยๆ
6. เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ปรุงรสที่ให้รสเค็มแต่มีโซเดียมน้อยกว่าเช่น โพแทสเซียมคลอไรด์

โพแทสเซียมคลอไรด์ *(Potassium chloride*; KCl)

โพแทสเซียมเป็นเกลือแร่ตัวหนึ่งที่พบได้ในร่างกายของเรา มีประมาณ 150 กรัม การดูดซึมในทางเดินอาหารมีขีดจำกัดไม่สามารถถูกดูดซึมได้ทั้งหมด ร่างการควรได้รับโพแทสเซียมจากอาหารประมาณ 2000 มิลลิกรัม/วัน ส่วนใหญ่ขับถ่ายทิ้งทางปัสสาวะ การขาดโพแทสเซียมพบได้มากกว่าการขาดโซเดียม เช่น ท้องเสีย หรือ อาเจียนมากๆ หน้าที่ของโพแทสเซียมที่สำคัญคือควบคุมภาวะกรดด่างในร่างกาย และการทำงานของกล้ามเนื้อต่างๆ แหล่งที่พบเกลือโพแทสเซียมได้แก่ ผัก ผลไม้ สาหร่ายทะเล เป็นต้น โพแทสเซียมคลอไรด์สามารถใช้ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์เนื่องจากมีกลิ่นรสคล้ายกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ (ปรียา ลีฬหกุล, 2553)

อันตรายต่อสุขภาพ

การได้รับปริมาณเกลือโพแทสเซียมสูงเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ โดยอันตรายของระดับโพแทสเซียมสูงเป็นสภาพที่เรียกว่า hyperkalemia หรือ hyperpotassemia นี้อาจเป็นอันตรายหากไม่ได้รักษาในทันที การมีระดับโพแทสเซียมสูงทำให้เกิดอาการหัวใจเต้นผิดปกติ อัตราการเต้นของชีพจรช้า และ หายใจลำบาก (เอื้อมพร สกุลแก้ว, 2551)

พืชสมุนไพร

สมุนไพร ตามความหมายของพระราชบัญญัติยา หมายถึงยาที่ได้จากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ ซึ่งยังมิได้ผสมหรือแปรสภาพ เช่น พืชก็ยังคงเป็นส่วนของราก ลำต้น ใบ ดอก ผล ฯลฯ มนุษย์ในสมัยโบราณได้เสาะแสวงหาพืชเพื่อนำมาใช้เป็นอาหาร เชื้อเพลิง เครื่องนุ่งห่ม ที่พักอาศัยและใช้เป็นยา

ป้องกันบำบัดรักษาโรค พืชจึงเป็นเครื่องสนองความต้องการในการดำรงชีวิตเพื่อความอยู่รอด (นิจศิริ เรืองรังษี และพะยอม ตันติวัฒน์, 2534)

พืชสมุนไพรที่น่าสนใจนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ชุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งและชุปก้อนปรุงรส ได้แก่ มะรุม ใบบัวบก ขมิ้นชัน และขิง

มะรุม (Moringa หรือ drumstick tree)

มะรุม เป็นพืชที่พบได้ทุกภาคของประเทศไทย จึงมีชื่อเรียกมากมายแตกต่างกันไปตามภาษาท้องถิ่น อย่างเช่น ชาวอีสานเรียกว่า "ผักอีฮุม หรือ ผักอีฮึม" ชาวเหนือเรียกว่า "มะค้อนก้อน" เป็นต้น มะรุมพบมากในหลายประเทศ ไม่ว่าจะเป็นประเทศอินเดีย ศรีลังกา อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ อังกฤษ สหรัฐอเมริกา รวมถึงประเทศไทยเช่นกัน โดยมะรุมนั้นมีทั้งหมด 13 สายพันธุ์ แต่ที่มากพบในประเทศไทยคือสายพันธุ์ oleifera โดยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Moringa oleifera* Lamk ชื่อวงศ์ Moringaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะรุมเป็นไม้ต้น สูง 3-10 เมตร เปลือกต้นเรียบเกลี้ยง สีน้ำตาลอ่อนปนเทา กิ่งก้านหักง่าย ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก 3 ชั้น ออกอรูปรีเรียงสลับ ใบย่อยรูปไข่หรือรูปรี กว้าง 0.7-2 เซนติเมตร ยาว 1-3 เซนติเมตร ปลายใบมน โคนใบสอบ ขอบใบเรียบ แผ่นใบเรียบ สีเขียว เนื้อใบนิ่ม ดอกออกช่อตามซอกใบ มีสีขาว กลีบเลี้ยงสีเขียวมี 5 กลีบ รูปไข่กลับ ปลายมนดังภาพที่ 2-8 ผลเป็นฝักกลมรูปทรงกระบอก ยาว 40-50 เซนติเมตร ฝักเป็นร่องตื้นๆตามยาว ปลายแหลม ฝักแห้งแตกออกเป็น 3 ซีกดังภาพที่ 2-9 เมล็ดกลมมีปีก 3 ปีก (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2549)

ภาพที่ 2-8 ต้น ใบ และดอกมะรุมสายพันธุ์ oleifera (Tree for life international, 2007)

ภาพที่ 2-9 ฝักมะรุมสายพันธุ์ oleifera (Tree for life international, 2007)

สรรพคุณทางยา

มะรุมยังมีคุณสมบัติทางยาอีกมากมาย เช่น ต้านการอักเสบ ขับลม แก้ไข้ แก้เจ็บคอ ลดความดัน เป็นต้น เกือบทุกส่วนของมะรุม ได้แก่ ราก เปลือกต้น ยางไม้ ใบ ผล (ฝัก) ดอก เมล็ด และน้ำมันจากเมล็ด เคยใช้เป็นยาพื้นบ้านของทวีปเอเชียใต้ เช่น ใช้รักษาอาการอักเสบและติดเชื้อ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบทางเดินอาหาร และความผิดปกติของตับและไต น้ำมันที่สกัดจากเมล็ด (ben oil) สามารถใช้ทำอาหาร รักษาโรคปวดตามข้อ โรคเก๊าต์ รักษาโรครูมาติซัม และรักษาโรคผิวหนัง แก้ผิวแห้งใช้แทนยารักษาผิวให้ชุ่มชื้น รักษาโรคอันเกิดจากเชื้อรา เนื้อในเมล็ดมะรุมใช้แก้ไอได้ดี การรับประทานเนื้อในเมล็ดเป็นประจำสามารถเพิ่มภูมิต้านทานให้ร่างกายได้ ใบช่วยแก้เลือดออกตามไรฟัน แก้อักเสบ ใบสดมีฤทธิ์เป็นยาระบายอ่อนๆ เป็นต้น

คุณค่าทางโภชนาการและสารอาหารที่พบในมะรุม

ใบของมะรุมประกอบด้วยเบต้าแคโรทีน โปรตีน วิตามินซี แคลเซียม และโปแตสเซียมปริมาณสูง ซึ่งจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่ดี จึงช่วยยืดอายุของอาหารที่มีไขมันปริมาณสูงได้เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระที่หลากหลาย ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ ฟีนอลลิก และแคโรทีนอยด์ (Siddhuraju and Becker, 2003) ในประเทศฟิลิปปินส์ มะรุมถูกเรียกว่า mother's best friend เพราะสามารถช่วยกระตุ้นการสร้างน้ำนมในหญิงให้นมบุตรได้ และในบางครั้งก็อาจใช้สำหรับรักษาโลหิตจางด้วย (Estrella, Mantaring and David, 2000)

จากงานวิจัยของ Dolcas Biotect LLC (2006) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลมะรุมเปรียบเทียบกับใบมะรุมสดและแห้งดังตารางที่ 2-5 และจากการเปรียบเทียบคุณค่า

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

ทางอาหารของใบมะรุมกับอาหารชนิดอื่นพบว่าใบมะรุมมีวิตามินเอมากกว่าแครอท มีแคลเซียมมากกว่าน้ำนม มีธาตุเหล็กมากกว่าผักโขม มีวิตามินซีมากกว่าส้ม และมีโปแตสเซียมมากกว่ากล้วย เป็นต้น (Fahey, 2005)

เนื่องจากมะรุมเป็นพืชที่มีธาตุอาหารปริมาณสูงมาก ในบางประเทศมีการส่งเสริมให้นำมะรุมมารับประทานเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เพื่อป้องกันและรักษาภาวะทุพโภชนาการ ดังนั้นจึงมีการค้นคว้าและวิจัยอย่างกว้างขวางเพื่อที่จะนำพืชชนิดนี้มาใช้รักษาความเจ็บป่วยของมนุษย์

ตารางที่ 2-5 องค์ประกอบทางเคมีของผลมะรุมเปรียบเทียบกับใบมะรุมสดและแห้ง (Dolcas Biotech LLC, 2006)

คุณค่าทางโภชนาการ	ผล (ฝัก)	ใบสด	ใบแห้ง
ความชื้น (%)	86.9	75	7.5
พลังงาน (calories)	26	92.0	205.0
โปรตีน (กรัม)	2.5	6.7	27.1
ไขมัน (กรัม)	0.1	1.7	2.3
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	3.7	13.4	38.2
เส้นใย (กรัม)	4.8	0.9	19.2
เกลือแร่ (กรัม)	2.0	2.3	-
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	30.0	440.0	2003.0
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	24.0	24.0	368.0
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	110.0	70.0	204.0
โปแตสเซียม (มิลลิกรัม)	259.0	259.0	1324.0
ทองแดง (มิลลิกรัม)	3.1	1.1	0.6
เหล็ก (มิลลิกรัม)	5.3	0.7	28.2
กรดออกซาลิก (มิลลิกรัม)	10.0	101.0	0.0
กำมะถัน (มิลลิกรัม)	137	137	870

664.58
ก494
ฉ.3

334167

ตารางที่ 2-5 องค์ประกอบทางเคมีของผลมะรุมเปรียบเทียบกับใบมะรุมสดและแห้ง (ต่อ)

คุณค่าทางโภชนาการ	ผล (ฝัก)	ใบสด	ใบแห้ง
ปริมาณวิตามิน (Vitamin contents)			
วิตามินเอ-เบต้าแคโรทีน (มิลลิกรัม)	0.1	6.8	16.3
วิตามินบี-โคลีน (มิลลิกรัม)	423.0	423.0	-
วิตามินบี1 (มิลลิกรัม)	0.05	0.21	2.6
วิตามินบี2 (มิลลิกรัม)	0.07	0.05	20.5
วิตามินบี3 (มิลลิกรัม)	0.2	0.8	8.2
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	120	220.0	17.3
วิตามินอี (มิลลิกรัม)	-	-	113.0
ปริมาณกรดอะมิโน (Amino acid contents)			
อาร์จินีน (มิลลิกรัม)	360	406.6	1325
ฮีสติดีน (มิลลิกรัม)	110	149.8	613
ไลซีน (มิลลิกรัม)	150	342.4	1325
ทริปโตแฟน (มิลลิกรัม)	80	107	425
เมทไธโอนีน (มิลลิกรัม)	140	117.7	350
ธรีโอนีน (มิลลิกรัม)	390	117.7	1188
ลิวซีน (มิลลิกรัม)	650	492.2	1950
ไอโซลิวซีน (มิลลิกรัม)	440	299.6	825
วาลีน (มิลลิกรัม)	540	374.5	1063

คุณค่าทางยาและฤทธิ์ทางชีวภาพของมะรุม

มะรุม มีสารพฤกษเคมีที่หลากหลาย เช่น glucosinolates, isothiocyanates, alkaloids (moringine และ moringinine), flavonoids (kaemferol, rhamnetin, isoquercitrin และ kaempferitrin), β-sitosterol ซึ่งสารเหล่านี้ล้วนมีฤทธิ์ทางชีวภาพ จึงทำให้มะรุมมีฤทธิ์ชีวภาพที่น่าสนใจ เช่น ลดความดัน (antihypertensive) ลดไขมันในเส้นเลือด แก้ปวดเกร็งในช่องท้อง รักษาแผลในทางเดินอาหาร ป้องกันตับ ต้านแบคทีเรียและรา ต้านเนื้องอก ต้านมะเร็ง เป็นต้น มีรายงานพบว่าสาร Nitrile, mustard oil glycosides และ thiocarbamate glycosides ซึ่งสกัดแยกได้จากใบมะรุม มีฤทธิ์ลดระดับความดันโลหิต ซึ่งสารที่พบในกลุ่มนี้ทั้งหมดเป็นสารในกลุ่ม glycosides ที่ผ่านปฏิกิริยา acetylation และพบปริมาณน้อยในธรรมชาติ แต่มีความสำคัญทางเภสัชวิทยา และเมื่อทำการสกัดใบมะรุมด้วยตัวทำละลาย ethanol และแยกสารสำคัญ จากสารสกัดดังกล่าว พบว่าได้สารบริสุทธิ์ 4 ชนิด ได้แก่ niazinin A, niazinin B, niazimicin และ niazinin A+B ซึ่งทั้งหมดแสดงฤทธิ์ลดความดันโลหิตในหนูทดลอง (Jansakul, Wun-Noi, Croft and Byrne, 1997)

รวมไปถึงมีการศึกษาค้นคว้าฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดใบมะรุม ทั้งนี้มีแนวโน้มที่จะสนับสนุนให้มีการผลิตเพื่อเป็นยาสมุนไพร มีรายงานพบว่าใบมะรุม เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่ดี เนื่องจากพบกลุ่มของสารดังกล่าว เช่น vitamin C, α-tocopherol, flavonoids, phenolics, carotenoids ซึ่งชะลอความเสื่อมของเซลล์และป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังพบ สารกลุ่ม oestrogenics และ β-sitosterol อยู่เป็นปริมาณมาก ซึ่งแสดงถึงความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาใบมะรุม และฝักมะรุม เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Makkar and Becker, 1996)

ใบบัวบก (Asiatic pennywort)

ใบบัวบก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Centella asiatica* Urban ชื่อวงศ์ Umbelliferae (Apiaceae) เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็กที่ขึ้นบนดิน แต่มีลักษณะใบคล้ายกับใบบัว ซึ่งรู้จักกันดีว่าน้ำใบบัวบกช่วยแก้ช้ำใน และยังมีสรรพคุณอื่นๆอีกมาก ในบัวบกประกอบด้วยสารสำคัญหลายอย่างด้วยกัน อาทิเช่น ไตรเตอพีนอยด์ (อะซิเอติโคไซ) บราโมไซ บรามิโนไซ มาดิแคสโซไซ (เป็นไกลโคไซด์ที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ) กรดมาดิแคสซิค ไทอะมิน (วิตามินบี 1) ไรโบฟลาวิน (วิตามินบี2) ไพริดอกซิน(วิตามินบี6) วิตามินเค แอสพาเรต กลูตาเมต ซีริน ทรีโอนีน อลานีน ไลซีน ฮีสทีดิน แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียม เป็นต้น

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

บัวบกเป็นไม้ล้มลุกลำต้นเป็นไหลทอดเลื้อยไปตามดินที่ชื้นแฉะ ขึ้นง่าย มีรากฝอยออดตามข้อ ใบชูตั้งขึ้น มีไหลงอกออกจากต้นเดิม ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ รูปไต ขนาดกว้างและยาว 2-5 เซนติเมตร ปลายใบกลม โคนใบเว้า ขอบใบหยัก แผ่นใบสีเขียวมีขนเล็กน้อย ก้านใบยาวดังภาพที่ 2-10 ดอกออกเป็นช่อแบบซี่ร่มตามซอกใบ มีดอกย่อย 2-3 ดอก กลีบดอกมี 5 กลีบ สีม่วงอมแดงสลับกัน ผลเป็นผลแห้งแตกแบน เมล็ดสีดำ (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2549)

ภาพที่ 2-10 ใบบัวบก (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2549)

สรรพคุณทางยา

ใช้เป็นยาภายนอกรักษาแผลเปื่อย แผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก โดยใช้ใบสด 1 กำมือ ล้างให้สะอาด ตำละเอียด คั้นเอาน้ำทาบริเวณแผลบ่อย ๆ ใช้กากพอกด้วยก็ได้ แผลจะสนิทและเกิดแผลเป็นชนิดนูน (keloid) น้อยลง สารที่ออกฤทธิ์คือ กรด madecassic, กรด asiatic และ asiaticoside ซึ่งช่วยสมานแผลและเร่งการสร้างเนื้อเยื่อ ระงับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนองและลดการอักเสบ มีรายงานการค้นพบฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา อันเป็นสาเหตุของโรคกลากปัจจุบันมีการพัฒนายาเตรียมชนิดครีมให้ทารักษาแผลอักเสบจากการผ่าตัด น้ำต้มใบสดดื่มลดไข้ รักษาโรคปากเปื่อย ปากเหม็น เจ็บคอ ร้อนใน กระหายน้ำ ขับปัสสาวะ แก้ท้องเสีย เป็นต้น (นิดดา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

คุณค่าทางโภชนาการ

ใบบัวบกมีคุณค่าทางโภชนาการสูงทั้งแคลเซียมและฟอสฟอรัสดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 คุณค่าทางโภชนาการของใบบัวบกในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2545)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลลอรี่)	54
ความชื้น (%)	86
โปรตีน (กรัม)	1.8
ไขมัน (กรัม)	0.9
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	9.6
ไฟเบอร์ (กรัม)	2.6
เถ้า (กรัม)	1.7
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	146
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	30
เหล็ก (มิลลิกรัม)	3.9
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.24
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.09
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	0.8
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	15

ขมิ้นชัน (Turmeric)

ขมิ้นชัน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Curcuma longa* Linn. อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เป็นพืชพื้นเมืองของอินโดจีนและหมู่เกาะอินเดียตะวันออก ปัจจุบันปลูกทั่วไปในเมืองร้อน ขมิ้นชันใช้ทั้งเหง้าสดและเหง้าแห้ง เหง้าแห้งมักนิยมปั่นเป็นผงดังภาพที่ 9 เหง้าขมิ้นมีน้ำมันระเหย มีสารสีเหลืองส้มชื่อ Curcumin และ Resin จึงใช้แต่งสีอาหารหลายชนิดให้มีสีเหลือง เช่น แกงกะหรี่ แกงเหลือง ข้าวหมกไก่ และผงมัสตาร์ด เป็นสีที่ปลอดภัย ชอบ (นิจศิริ เรืองรังษี และพะยอม ตันติวัฒน์, 2534)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ขมิ้นชันเป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี มีเหง้าอยู่ใต้ดิน รูปทรงกระบอก แตกแขนงด้านข้าง 2 ข้างตรงข้ามกัน เหง้าสีเหลืองอมส้มดังภาพที่ 2-11 มีกลิ่นเฉพาะ ลำต้นเหนือพื้นดินเป็นลำต้นเทียม ใบเป็นใบเดี่ยวแทงออกจากเหง้า รูปใบหอกปลายใบแหลม กว้าง 12-15 เซนติเมตร ยาว 30-40 เซนติเมตร กาบใบหุ้มซ้อนกันเป็นลำ ต้นเทียมอยู่เหนือดิน กาบใบยาวเรียงซ้อนทับกัน ดอกออกเป็นช่อที่ปลายลำต้นเทียม รูปทรงกระบอก ก้านดอกยาวประมาณ 8-12 เซนติเมตร มีใบประดับสีเขียวอ่อนเรียงเวียน ผลเป็นรูปทรงกลม แตกเป็น 3 พลู (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2549)

ภาพที่ 2-11 เหง้าและผงขมิ้นชัน (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2549)

สรรพคุณทางยา

สารเคอร์คิวมิน (curcumin) หรือสารสีเหลืองส้มในขมิ้นมีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่งของกรดในกระเพาะอาหาร ช่วยขับน้ำดีบีบรัดตัวมากขึ้น ช่วยรักษาโรคนิ่วในถุงน้ำดี ขมิ้นมีคุณสมบัติต้านจุลินทรีย์ ใช้รักษาแผลและโรคผิวหนัง ผสมน้ำดื่มช่วยขับลม แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ แก้ไข้เรื้อรัง ผอมเหลือง แก้เสมหะ แก้ท้องร่วง แก้ธาตุพิการ แก้ผื่นคัน ขับกลิ่นและสิ่งสกปรกออกจากร่างกาย หยอดตาแก้ตาบวม ตาแดง พอกแก้ปวดข้อ และต้านมะเร็งลำไส้ใหญ่ (นิดดา หงส์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ, 2548)

คุณค่าทางโภชนาการ

คุณค่าทางโภชนาการของขมิ้นชันแสดงดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 คุณค่าทางโภชนาการของขมิ้นชัน 100 กรัม (กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2545)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	68
ความชื้น (กรัม)	83.8
โปรตีน (กรัม)	1.7
ไขมัน (กรัม)	1.4
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	12.1
ไฟเบอร์ (กรัม)	0.7
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	9
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	41
เหล็ก (มิลลิกรัม)	2.3
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.02
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.03
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	1.3
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	12

ขิง (Ginger)

ขิง มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวและมีสารชิงจิงเบอร์รีน (zingiberine) มีสรรพคุณช่วยระบายลม ช่วยย่อยอาหาร แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ขับเสมหะ ต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร และ ช่วยเจริญอาหาร (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540) โดยมีสาระสำคัญที่พบ ดังนี้ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของขิงเกิดจากน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) ในเหง้า ซึ่งมีสารสำคัญคือ Sesquiterpene hydrocarbon, Sesquiterpene alcohols, Monoterpenoids, Ester, Phenol รสเผ็ดร้อนและกลิ่นฉุนเกิดจากน้ำมันชัน (Oleoresin) นำมากลั่นได้น้ำมันหอมระเหย 1-3 เปอร์เซ็นต์ และ แป้งกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เหง้าเช่นเดียวกัน ส่วนประกอบอื่นๆ คือ แป้งและยางเมือก (Gum) นอกจากนี้ ขิงยังมีสารอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกายอีก คือ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม วิตามินเอ เป็นต้น (สุพจน์ คิลานเภสัช, 2543) มีรายงานว่าขิงแก่จะให้พลังงานมากกว่าขิงอ่อน โดยคุณค่าทางอาหารของขิงแก่ 100 กรัม มีดังนี้คือ พลังงาน 25 กิโลแคลอรี น้ำ 93.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4.4 กรัมโปรตีน 0.4

กรัม ไขมัน 0.6 กรัม เส้นใย 0.8 กรัมแคลเซียม 18 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 0.02 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.02 มิลลิกรัม ไนอาซิน 1 มิลลิกรัม และวิตามินซี 1 มิลลิกรัม (ยุวดี จอมพิทักษ์ และคณะ, 2539)

ส่วนประกอบอื่นๆ

พริกไทย (Black Pepper)

พริกไทยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Piper nigrum* Linn. วงศ์ Piperaceae พริกไทยเป็นพืชพื้นเมืองของอินเดีย อินโดจีน มาเลเซีย ไทย ฯลฯ ปัจจุบันปลูกทั่วๆไปในประเทศที่มีอากาศร้อนและชุ่มชื้น พริกไทยเป็นไม้เถามีดอกเป็นช่อ ผลเป็นพวงขนาดเล็ก เมื่ออ่อนสีเขียวแต่เมื่อสุกมีสีแดงสด เก็บผลเมื่อผลสุกมีสีแดง นำมาตากแดดหรือรมควันบางครั้งใช้น้ำเดือดลวก เมื่อแห้งแล้วมีสีน้ำตาลเข้มหรือดำผิวไม่เรียบ (นิจศิริ เรืองรังสี และพะยอม ตันติวัฒน์, 2534) สารที่พบในพริกไทย ได้แก่ แอลคาลอยด์ piperine และ chavicine เป็นยาธาตุและยาขับลม เป็นเครื่องเทศสำหรับชูรสอาหาร ดับกลิ่นคาว มักใช้กับไส้กรอก ตับบด ผลิตภัณฑ์เนื้อต่างๆ อาหารหมักดอง ซอสมะเขือเทศ เป็นต้น (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540)

โปรตีนถั่วเหลือง (Soy protein)

ผลิตจากแป้งถั่วเหลืองที่ไม่มีไขมันและมีค่าของการละลายโปรตีนสูงมาละลายน้ำและปรับด้วยด่างที่เจือจาง โดยรักษาอุณหภูมิให้อยู่ที่ 50-55 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาผ่านการแยกเอาส่วนที่ไม่ละลายน้ำออกไปโดยการกรอง ซึ่งโปรตีนส่วนใหญ่ก็จะตกตะกอน จากนั้นก็กรองเอาตะกอนออกและล้างตะกอนด้วยน้ำและปรับสภาพให้เป็นกลาง (neutralize) ก่อน แล้วจึงนำไปทำให้แห้งโดยการ spray dying ก็จะได้เป็นโปรตีนถั่วเหลือง ซึ่งมีประโยชน์ช่วยในการป้องกันรักษาโรคต่างๆ เช่น ช่วยลดปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือด ควบคุมอาการของผู้เป็นเบาหวาน และควบคุมน้ำหนักตัว ถั่วเหลืองเป็นแหล่งของ isoflavone 2 ชนิด คือ genistein และ daidzein ซึ่งมีหน้าที่ทางชีวภาพในร่างกายอย่างมากและยังช่วยรักษาสภาวะของหลอดเลือดอันเป็นการป้องกันโรคหัวใจขาดเลือด เพิ่มความแข็งแรงของกระดูก เป็นต้น (ยุพร พืชกมุทร, 2550)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งและซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพร มีดังนี้

ซุปก้อนเป็นเครื่องปรุงรสที่ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากสะดวกต่อการใช้งานและราคาไม่แพง มีกลิ่นรสให้เลือกหลากหลายประเภท เช่น ไก่ ผัก เนื้อ ปลา เป็ด มะเขือเทศและแกะ ส่วนผสมหลัก ของซุปก้อนได้แก่ เกลือ (30-70%) น้ำมันพืช (10-50%) เด็กซโทรส (0-30%) เครื่องเทศ สาร

ปรุงต่างกลิ่นรสและสี (0-15%) กรรมวิธีการผลิตซุปก้อนปรุงรสทำได้โดยผสมส่วนผสมแห้งทั้งหมดกับน้ำมัน บ่มส่วนผสมประมาณ 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิประมาณ 18-20 องศาเซลเซียส และให้มีความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 45% จากนั้นกดใส่พิมพ์ให้เป็นก้อนแล้วห่อ บรรจุภัณฑ์ควรกันน้ำมันได้ และรักษารสชาติ สี และความสดใหม่ของซุปก้อนได้ ซุปก้อนมักจำหน่ายในขนาดก้อนละ 4 หรือ 10 กรัม (Wikipedia, 2013; Maister, nd.)

ซุปก้อนปรุงรสที่ผลิตชนิดแรกมักมีปริมาณไขมันสูงถึงประมาณ 20-30% ซึ่งบางส่วนมาจากน้ำมันพืชที่ใช้ ซุปชนิดนี้ละลายได้ดีในน้ำร้อนแต่ข้อด้อยคือมักเกิดชั้นไขมันขึ้นหลังการละลาย จึงเกิดการพัฒนาซุปก้อนขึ้นผลิตโดยกดอัดผงปรุงรสภายใต้แรงกดสูงเพื่อให้ขึ้นรูปเป็นก้อน ซุปชนิดนี้มีปริมาณไขมันเพียง 1-10% แต่ใช้เวลาในการละลายในน้ำร้อนนานขึ้น การพัฒนาซุปก้อนในระยะหลังจึงใช้เทคนิคทำให้โครงสร้างของก้อนซุปเป็นรูพรุนเพื่อใช้เวลาน้อยลงในการละลาย ซึ่งอาจใช้เวลาเพียง 30 วินาทีเท่านั้นในการละลายได้ในน้ำร้อน (Herreid and Lippert, 2000)

ปวีณา เพี้ยงจันทร์ (2544) พัฒนาเครื่องปรุงรสจากผักโดยผลิตได้จากผักอบแห้งบดละเอียดชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นวัตถุดิบธรรมชาติ ใช้กระบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก เพื่อใช้ทดแทนผงชูรสที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคนอกจากเพิ่มรสชาติให้อาหารแล้ว ยังเป็นประโยชน์และปลอดภัยต่อผู้บริโภคอีกด้วยจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า มะเขือเทศ และหัวผักกาดเป็นผักที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยเครื่องปรุงรสที่ผลิตได้มีปริมาณกรดกลูตามิค 0.28 %

จรินทร์ สว่างแจ้ง (2544) ผลิตผงปรุงแต่งกลิ่นรสกุ้งที่เตรียมจากโปรตีนไฮโดรไลเสทจากหัวกุ้งแล้วนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตซุปกึ่งสำเร็จรูปรสกุ้งและซุปก้อนปรุงรสกุ้ง พบว่า ซุปก้อนรสกุ้งที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเตรียมได้จาก ผงปรุงแต่งรสกุ้ง 20% เกลือโซเดียมคลอไรด์ 26% น้ำมันปาล์ม 21% เนื้อกุ้งอบแห้ง 11% หัวหอมผง 2% ผงชูรส 15% และโปรตีนถั่วเหลือง 5% ซุปก้อนที่ได้มีโปรตีน 23.86 % ไขมัน 21.30% คาร์โบไฮเดรต 20.04 % ความชื้น 2.5 %และเถ้า 32.30 %

จิรนาถ บุญคง และนวลพรรณ เชาว์เครือ (2547) พัฒนาซุปเผือกเสริมสมุนไพรกึ่งสำเร็จรูป พบว่า สมุนไพรที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์และได้รับการยอมรับสูงสุด 3 อันดับแรก คือ หัวหอมใหญ่ 5% ขิง 5% และตะไคร้ 5%

Abeysinghe and Illeperuma (2006) ได้พัฒนาสูตรซุปผักกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งแบบไม่เติมผงชูรส ส่วนผสมหลักของซุปผักประกอบด้วย ผักอบแห้ง (แครอท มะเขือเทศ หอมใหญ่ กะหล่ำปลี เซเลอรี่) 32% แป้งมันฝรั่ง 10% แป้งข้าวโพด 9% แป้งถั่ว 12% และโปรตีนเวย์ 18% และส่วนผสมรอง ได้แก่ เกลือ น้ำตาล ไขมันพืช และเครื่องเทศ เพื่อเพิ่มรสชาติและความรู้สึกในปาก (mouth feel) ผลการศึกษาพบว่า มะเขือเทศเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ช่วยปรับปรุงรสชาติ เนื่องจากมะเขือเทศมีกรดกลูตามิก โดยมะเขือเทศสุกมีปริมาณกรดกลูตามิกสูงถึง 227 มิลลิกรัม ต่อ

100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อเทียบกับมะเขือเทศดิบ (28 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) หอมใหญ่ช่วยเพิ่มกลิ่นรสให้แก่ผลิตภัณฑ์ แครอทเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีน แป้งมันฝรั่งและแป้งข้าวโพดช่วยในด้านความข้นหนืดและเนื้อสัมผัสของซุป โปรตีนเวย์ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ประกอบด้วยโปรตีน 16.10% ไขมัน 4.10% เส้นใย 2.70% เถ้า 18.30% แคลเซียม 0.17% คาร์โบไฮเดรต 55% และเหล็ก 4.61 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

Photi (2008) พัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปก้อนเสริมสารอาหาร เนื่องจากมีเหตุผลว่าผู้บริโภคมีการใช้เครื่องปรุงรสประเภทซุปก้อนกันมากแต่สารอาหารไม่หลากหลาย ขาดวิตามินและแร่ธาตุ จึงเสริมสารอาหารต่างๆเพิ่มเข้าไป ได้แก่ วิตามินเอ ปาล์มิเตท และวิตามินเอ อะซีเตท วิตามินบี1 วิตามินบี 2 กรดโฟลิค สังกะสี และธาตุเหล็ก พบว่าซุปก้อนที่เสริมสารอาหารไม่มีความแตกต่างทางประสาทสัมผัสระหว่างซุปที่ไม่มีการเสริมสารอาหาร โดยซุปก้อนกลิ่นรสหมูและไก่เกิดกลิ่นหืนภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 และ 4 เดือน ตามลำดับอย่างไรก็ตามยังคงได้รับความชอบระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากผักและสมุนไพร และ ตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพร ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากผักและสมุนไพร

1. ศึกษาหาสูตรผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เหมาะสม

ในการทดลองนี้ต้องการพัฒนาสูตรซุปกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้สูตรและวิธีการทำซุปผักซึ่งดัดแปลงจาก Abeysinghe and Illeperumal (2006) และจันทรา วิมลภักตร์ (2550) ซึ่งมีส่วนประกอบดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ส่วนผสมและปริมาณส่วนผสมที่ใช้ทำซุปผัก

ส่วนผสม	ปริมาณ (%)
ผักอบแห้ง*	32
แป้งมันฝรั่ง	33
โปรตีนถั่วเหลือง	18
น้ำตาล	2
เกลือ	10
พริกไทย	1
ไขมันผง	4

*ผักอบแห้ง ประกอบด้วย มะเขือเทศผง 7 เปอร์เซ็นต์ หอมใหญ่ผง 10 เปอร์เซ็นต์ แครอทผง 10 เปอร์เซ็นต์ เห็ดหอมผง 5 เปอร์เซ็นต์

จากสูตรในตารางที่ 3-1 พบว่า ใช้ปริมาณแป้งมันฝรั่งสูงถึงร้อยละ 33 แต่เนื่องจากแป้งมันฝรั่งมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ในการทดลองนี้จึงทดลองใช้แป้งมันเทศซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายในประเทศและมีราคาถูก ประกอบกับมันเทศเป็นแหล่งของวิตามินเอ และใยอาหารจึงช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์

โดยมีวิธีดำเนินการทดลองดังนี้

1.1 ศึกษาปริมาณแป้งมันเทศที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนแป้งมันฝรั่ง

1.1.1 การเตรียมแป้งมันเทศและแป้งมันฝรั่ง

โดยนำหัวมันเทศและมันฝรั่งล้างน้ำ เพื่อกำจัดเศษดินที่ติดมากับเปลือก ปอกเปลือก สไลด์เป็นแผ่นบางโดยใช้เครื่องสไลด์ให้มีความหนา 1 มิลลิเมตร แช่สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำไปบดโดยใช้เครื่องบดที่มีขนาดรูตะแกรง 0.75 มิลลิเมตร และบดให้ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องบดที่มีขนาดรูตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร นำแป้งมันเทศและแป้งมันฝรั่งที่เตรียมได้มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช บรรจุในถุงฟอยด์ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส

1.1.2 การศึกษาปริมาณแป้งมันเทศที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนแป้งมันฝรั่ง

แปรปริมาณแป้งมันเทศที่ใช้ทดแทนแป้งมันฝรั่งใช้สูตรซุป 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแป้ง เตรียมซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งโดยชั่งส่วนผสมตามสูตร (ตารางที่ 3-1) บรรจุในถุงฟอยด์ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 $\pm$ 1 องศาเซลเซียส

เตรียมตัวอย่างซุปโดยนำซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง 50 กรัม เติมลงในน้ำปริมาณ 300 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือดนาน 7 นาที พร้อมทั้งคนตลอดเวลา นำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดังต่อไปนี้

1.1.2.1 การวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุป

วัดความหนืดของแป้งมันฝรั่ง แป้งมันเทศ โดยใช้แป้งมันฝรั่งและแป้งมันเทศอย่างละ 50 กรัมต่อน้ำ 300 มิลลิลิตร และผลิตภัณฑ์ซุปที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่นิยมรับประทานซุป (Lyly et al., 2004) และ 25 องศาเซลเซียส(อุณหภูมิห้อง) ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer) โดยใช้ชุด small adapter หัววัด SC4-18 (รายละเอียดการใช้เครื่องแสดงในภาคผนวก ก)

1.1.2.2 การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุป

นำผลิตภัณฑ์ซุปใส่ใน Petri dish เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ความลึก 1.5 เซนติเมตร วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รายงานค่าสีเป็นค่า L* (Lightness), a* (Red-Green) และ b* (Yellow-Blue) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และคำนวณหาค่า ΔE (เปรียบเทียบกับตัวอย่างซุปที่ไม่เติมแป้งมันเทศ) ดังนี้

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomized) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.1.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ซุปมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ 9-point hedonic scale

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นบล็อก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เลือกปริมาณแป้งมันเทศที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนแป้งมันฝรั่ง โดยพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

1.2 ศึกษาหาปริมาณเกลือโพแทสเซียมที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนเกลือโซเดียม

ในการทดลองนี้ต้องการศึกษาหาปริมาณเกลือโพแทสเซียมที่เหมาะสมสำหรับเติมในสูตรซุปเพื่อลดปริมาณเกลือโซเดียม เนื่องจากการใช้เกลือโพแทสเซียมในปริมาณที่มากเกินไปอาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสขมและไม่เป็นที่ยอมรับ (Harris and Davis, 1993) จากการศึกษาเบื้องต้นได้ทดลองหาปริมาณเกลือโพแทสเซียมที่ใช้ทดแทนเกลือโซเดียมในปริมาณ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเกลือ พบว่าเมื่อใช้ปริมาณเกลือโพแทสเซียมมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์ซุปที่ได้มีรสชาติเฝื่อนและขมซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับ จึงต้องปรับลดปริมาณเกลือโพแทสเซียมลง โดยแปรปริมาณเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ใช้ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเกลือ เตรียมซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งโดยใช้ปริมาณแป้งมันเทศที่เหมาะสมที่เลือกได้จากข้อ 1.1 และนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดังต่อไปนี้

1.2.1 การวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุป

วัดความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer) โดยใช้ชุด small adapter หัววัด SC4-18

1.2.2 การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุป

นำผลิตภัณฑ์ซุปใส่ใน Petri dish เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ความลึก 1.5 เซนติเมตร วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รายงานค่าสีเป็นค่า L* (Lightness), a* (Red-Green) และ b* (Yellow-Blue) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และคำนวณหาค่า ΔE (เปรียบเทียบกับตัวอย่างซุปที่ไม่เติมเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์)

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomized) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ซุปมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ 9-point hedonic scale

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นบล็อก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เลือกปริมาณเกลือโพแทสเซียมที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนเกลือโซเดียม โดยพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยรวม

2. ศึกษาหาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมสำหรับเติมในผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง

ศึกษาหาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมโดยใช้สมุนไพร 3 ชนิด คือ ใบมะรุมผง ใบบัวบกผง และขมิ้นชันผง

2.1 การเตรียมใบมะรุมผงและใบบัวบกผง

เตรียมมะรุมผงและใบบัวบกผง โดยนำใบมะรุมมาล้างน้ำให้สะอาด ส่วนใบบัวบกนำมาล้างน้ำให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปอบที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส บดให้เป็นผงละเอียด นำมาผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช บรรจุบรรจุในถุงฟอยด์ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส

2.2 ศึกษาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสม

เติมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดในสูตรซุปผักที่เลือกได้จากข้อ 1 จากการทดลองเบื้องต้นได้หาปริมาณสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดโดยแปรปริมาณสมุนไพร 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซุป พบว่าผลิตภัณฑ์ซุปมีกลิ่นรสของสมุนไพรมากเกินไป ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบจึงได้มีการปรับปริมาณสมุนไพรที่เติมในสูตรซุปผัก โดยแปรปริมาณมะรุมผงและใบบัวบกผง 0, 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซุปผง แปรปริมาณขมิ้นผง 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซุป เตรียมส่วนผสมซุปกึ่งสำเร็จรูป แล้วบรรจุในถุงฟอยด์ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างที่เตรียมได้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดังต่อไปนี้

2.2.1 การวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุป

วัดความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer) โดยใช้ชุด small adapter หัววัด SC4-18

2.2.2 การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุป

นำผลิตภัณฑ์ซุปใส่ใน Petri dish เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ความลึก 1.5 เซนติเมตร วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รายงานค่าสีเป็นค่า L* (Lightness), a* (Red-Green) และ b* (Yellow-Blue) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณหาค่า ΔE (เปรียบเทียบกับตัวอย่างซุปที่ไม่เติมสมุนไพรผง) และคำนวณค่า Hue angle (h) มีหน่วยเป็นองศา (°) และ Chroma (C) ดังนี้

$$\text{Hue angle} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

$$\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomized) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ซุปมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ 9-point hedonic scale

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นบล็อก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เลือกปริมาณที่เหมาะสมของสมุนไพรแต่ละชนิด โดยพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด

2.3 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง

นำตัวอย่างซุปผงกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เติมสมุนไพรแต่ละชนิดที่เลือกได้จากข้อ 2.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ A_w ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ตามวิธีของ AOAC (2000) เบต้าแคโรทีนตามวิธีของ Ranganna (1978) (รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ข)

3. การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)

การดำเนินงานขั้นตอนนี้ทำเพื่อประเมินผลการยอมรับของผู้บริโภค แสดงผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมส่วนหนึ่งถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ทำได้โดยนำซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ มาดำเนินการทดสอบโดยวิธีการทดสอบแบบนำผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ที่บ้าน (Home Use Test) กับผู้บริโภคจำนวน 50 คน กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายคือผู้สูงอายุ ซึ่งหมายถึงคนที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป รวมถึงผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ ออกแบบสอบถามให้ผู้บริโภคตอบคำถามด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคร่วมกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น

กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม (แบบประเมินผลที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในภาคผนวก ค) นำผลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการคำนวณค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. การตรวจสอบคุณภาพของซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ มาบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (ถุงชนิด LDPEเคลือบอะลูมิเนียมฟอยด์) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิระดับต่ำ (10 ±1 องศาเซลเซียส) ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา โดยสุ่มตรวจทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน ในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

- ค่าสี L* a* และ b* โดยเครื่อง Handy colorimeter
- ค่า Water activity โดยเครื่องวัด Water activity
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่า Thiobarbituric acid (TBA) (AOAC, 2000)
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000
- ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)
- ตรวจหาเชื้อ Coiform และ *E.coli* (AOAC, 2000)
- ทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

ตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพร

ในการทดลองตอนนี้ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงจากรสจากผักและสมุนไพรสำหรับผู้สูงอายุ ที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป โดยแนวความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ ซุปปรุงรสชนิดก้อนที่มีส่วนผสมของผักและสมุนไพรชนิดต่างๆ เช่น มะเขือเทศ หัวหอมใหญ่ เห็ดหอม หัวผักกาด ขิง ใบมะรุม ใบบัวบก และขมิ้นชัน เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้สูงอายุ มีคุณค่าทางอาหารและโภชนาการ เสริมสรรพคุณของสารสมุนไพร ไม่เติมสารสังเคราะห์ เช่น ผงชูรส สารปรุงแต่งกลิ่นรส หรือสารที่อาจเป็นอันตรายสะสมในร่างกายโดยเลือกใช้ส่วนผสมที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้สูงอายุ เช่น ไม่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ และน้ำมันปาล์ม เนื่องจากมีความเสี่ยงต่อการเพิ่มระดับโซเดียมและกรดไขมันชนิดอิ่มตัว แต่เลือกใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการเพิ่มระดับโซเดียม และใช้น้ำมันมะพร้าวบีบเย็นที่มีกรดลอริกสูงซึ่งมีประโยชน์เป็นภูมิคุ้มกันโรค และมีสรรพคุณต่อต้านอนุมูลอิสระ ได้เป็นผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงจากรสจากผักและ

สมุนไพรสำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สะดวกกับการใช้งาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพร แบ่งการทดลองออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้คือ

1. การพัฒนาแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product concept development)

จากการค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ชนิดของผักและสมุนไพรที่มีศักยภาพด้านคุณค่าทางอาหารและโภชนาการ มีสรรพคุณของสารสมุนไพร และมีความเข้ากันได้ที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพร ได้แก่ มะเขือเทศ หัวหอมใหญ่ เห็ดหอม หัวผักกาด ขิง ใบมะรุม ใบบัวบก และขมิ้นชัน อย่างไรก็ตามเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ใหม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย จึงดำเนินการพัฒนาแนวความคิดผลิตภัณฑ์ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นโดยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (Focus group discussion) กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายคือ ผู้สูงอายุ ซึ่งหมายถึงคนที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป รวมถึงผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ มาเป็นเครื่องมือในการดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ดังกล่าว กำหนดใช้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายกลุ่มละ 7 คน จำนวน 5 กลุ่ม ร่วมระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวความคิดผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรในด้านต่างๆ ได้แก่

1) ความเหมาะสมของชนิดของผักและสมุนไพรที่ใช้
2) กลิ่นรสและรสชาติของซุปก้อนปรุงรสที่ต้องการ
3) ชนิดของอาหารที่ต้องการนำซุปก้อนปรุงรสไปใช้
4) สิ่งที่ไม่พึงประสงค์จากซุปก้อนปรุงรส

นำผลที่ได้จากการ Focus group discussion มาสรุปเป็นแนวความคิดผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรแบบต่างๆ

2. การคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product idea screening)

นำแนวความคิดผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรแบบต่างๆ ที่ได้จากข้อ 1 มาดำเนินการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี pass/ fail screening ร่วมกับวิธีการสอบถามกับผู้บริโภคเป้าหมาย

- วิธี pass/ fail screening ทำได้โดยพิจารณาความเป็นไปได้ตามเกณฑ์ด้าน การผลิต คุณค่าทางโภชนาการ การตลาด และการเงิน ตัดแนวความคิดที่ไม่สอดคล้องตามเกณฑ์ออก

- วิธีการสอบถามกับผู้บริโภคเป้าหมาย ทำได้โดย ออกแบบสอบถาม และแจกให้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 50 คน ประเมินคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ที่สนใจ

3. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype product development)

3.1 การสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์ (Product profile)

เพื่อให้การดำเนินการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพร เป็นไปอย่างมีทิศทางที่ชัดเจนจำเป็นต้องมีการสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ เพื่อหาคุณลักษณะที่สำคัญตามความต้องการของผู้บริโภคโดยใช้หลักการของ Ideal Ratio Profile ซึ่งเป็นวิธีทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์

เพื่อพิจารณาลักษณะผลิตภัณฑ์ด้วยค่าสัดส่วน เป็นวิธีการที่ให้ผู้บริโภคแสดงความชอบหรือความเข้ม ของลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบกับลักษณะที่ผู้บริโภคต้องการ เพื่อ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนามีเค้าโครงลักษณะที่เหมือนหรือคล้ายกับที่ผู้บริโภคต้องการ ในการ สำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเค้าโครง ผลิต ผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรสูตรพื้นฐาน โดยดัดแปลงสูตรจากการผลิตซุปก้อนรสกุ้ง (จรินทร์ สว่างแจ้ง, 2544) โดยมีการปรับสูตรให้สอดคล้องกับแนวความคิดผลิตภัณฑ์ คือ ไม่เติมผงชู รส และสารปรุงแต่งกลิ่นรส ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์แทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ และใช้น้ำมัน มะพร้าว (แบบบีบเย็น) ร่วมด้วยปริมาณส่วนผสมซุปก้อนปรุงรสสูตรพื้นฐาน แสดงดังตารางที่ 3-2 วิธีการผลิตซุปก้อนทำได้โดย ผสมส่วนผสมแห้งเข้าด้วยกัน ได้แก่ กะหล่ำปลีผง เห็ดหอมผง หัวหอม ผง มะเขือเทศผง เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ โปรตีนถั่วเหลือง น้ำตาล และพริกไทย แล้วเติมน้ำมัน มะพร้าว และน้ำมันปาล์ม และซีอิ้วขาว ผสมให้เข้ากัน แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิ อุณหภูมิ 4 - 6 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักส่วนผสมที่บ่มได้ประมาณ 20 กรัม อัดลงในพิมพ์ สแตนเล สรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 2.5*2.5*1.5 เซนติเมตร แล้วกดให้แน่น (ปวีณา เพี้ยงจันทร์, 2544; Photi, 2008)

นำผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรสูตรพื้นฐาน มาทดสอบคุณภาพทาง ประสาทสัมผัส ทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ซึ่งเป็นวิธีที่ทดสอบเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ ในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านสี (สีน้ำตาล) กลิ่น (กลิ่นน้ำมันมะพร้าว กลิ่น เครื่องเทศ กลิ่นผัก กลิ่นซีอิ้ว) รสชาติ (รสเค็ม รสหวาน) กลิ่นรส (กลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว กลิ่นรสผัก กลิ่นรสเครื่องเทศ) เตรียมตัวอย่างโดยนำซุปก้อน 1 ก้อน (ประมาณ 20 กรัม) ละลายในน้ำ 500 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด ให้ผู้ทดสอบชิมแล้วให้ค่าความเข้มในอุดมคติ (I) และค่าความเข้มของ คุณลักษณะด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ ของตัวอย่าง (S) ทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน

ตารางที่ 3-2 ปริมาณส่วนผสมซุปก้อนปรุงรสสูตรพื้นฐาน

ชนิดส่วนผสม	ส่วนผสม	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
ผัก	เห็ดหอมผง	15
	หัวหอมผง	15
	กะหล่ำปลีผง	10
	มะเขือเทศผง	10
เครื่องปรุงรสและอื่นๆ	เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์	10
	น้ำมันปาล์ม	20
	น้ำมันมะพร้าว (แบบบีบเย็น)	5
	น้ำตาล	4
	ซีอิ๊วขาว	5
	พริกไทย	0.5
	โปรตีนถั่วเหลือง	5.5

จากการสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์จะทำให้ทราบทิศทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับ ในการกำหนดอัตราส่วนของผักและสมุนไพรที่ใช้ ทั้งนี้แนวทางการพัฒนาสูตรจะพิจารณาค่าสัดส่วนของค่าความเข้มของคุณลักษณะด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ ของตัวอย่าง กับค่าความเข้มในอุดมคติ (S/I) ดังนี้

- หากค่า S/I เท่ากับ 1.0 ± 0.2 หมายถึง ไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มของคุณลักษณะนั้น

- หากค่า S/I มากกว่า 1.0 ± 0.2 แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะนั้นคือต้องลดความเข้มของคุณลักษณะลง

- หากค่า S/I น้อยกว่า 1.0 ± 0.2 แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะนั้นคือต้องเพิ่มความเข้มของคุณลักษณะขึ้น

3.2 การศึกษาปริมาณการเติมน้ำมันมะพร้าวที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองโดยแปรอัตราส่วนของน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวในส่วนผสมเครื่องปรุงรส โดยกำหนดปริมาณรวมของน้ำมันที่ใช้ในสูตรเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ปริมาณผักผงที่ใช้กำหนดไว้เท่ากับในสูตรพื้นฐาน รายละเอียดดังตารางที่ 3-3 ดำเนินการผลิตซุปก้อนปรุงรสตามวิธีในข้อ 3.1 เตรียมตัวอย่างโดยนำซุปก้อน 1 ก้อน (ประมาณ 20 กรัม) ละลายในน้ำ 500 มิลลิลิตร ต้มให้

เดือด แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านกลิ่นน้ำมันมะพร้าวและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว ให้ผู้ทดสอบให้ค่าความเข้มในอุดมคติ (I) และค่าความเข้มของคุณลักษณะของตัวอย่าง (S) ร่วมกับการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นบล็อก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เลือกสูตรที่ทำให้ได้ค่า S/I ด้านกลิ่นน้ำมันมะพร้าวและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว เท่ากับ 1.0 ± 0.2 และ ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอย่างน้อย 6 คะแนน

ตารางที่ 3-3 ปริมาณส่วนผสมเครื่องปรุงรสเมื่อแปรปริมาณน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว

ส่วนผสมเครื่องปรุงรส	สูตรที่ 1 (ควบคุม)	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์	10	10	10	10	10
น้ำมันปาล์ม	20	21	22	23	24
น้ำมันมะพร้าว	5	4	3	2	1
น้ำตาล	4	4	4	4	4
ซีอิ๊วขาว	5	5	5	5	5
พริกไทย	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
โปรตีนถั่วเหลือง	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5

3.3 การศึกษาปริมาณการเติมน้ำตาลและซีอิ๊วขาวที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองโดยแปรปริมาณน้ำตาลเป็น 5 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และซีอิ้วขาวเป็น 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมซึ่งใช้น้ำตาลและซีอิ๊วขาวเท่ากับ 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณผักผงที่ใช้กำหนดไว้เท่ากับในสูตรพื้นฐาน รายละเอียดดังตารางที่ 3-4 ดำเนินการผลิตซุปก้อนปรุงรสตามวิธีในข้อ 3.1 เตรียมตัวอย่างโดยนำซุปก้อน 1 ก้อน (ประมาณ 20 กรัม) ละลายในน้ำ 500 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านรสเค็มและรสหวาน ให้ผู้ทดสอบให้ค่าความเข้มในอุดมคติ (I) และค่าความเข้มของคุณลักษณะของตัวอย่าง (S) ร่วมกับการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-

point hedonic scale ด้านลักษณะลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นบล็อก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เลือกสูตรที่ทำให้ได้ค่า S/I ด้านรสเค็มและรสหวานเท่ากับ 1.0 ± 0.2 และ ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอย่างน้อย 6 คะแนน

ตารางที่ 3-4 ปริมาณส่วนผสมเครื่องปรุงรสเมื่อแปรปริมาณน้ำตาลและซีอิ๊วขาว

ส่วนผสมเครื่องปรุงรส	สูตรที่ 1 (ควบคุม)	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์	10	10	10	10	10
น้ำมันปาล์ม	23	23	23	23	23
น้ำมันมะพร้าว	2	2	2	2	2
น้ำตาล	4	5	5	6	6
ซีอิ๊วขาว	5	6	7	6	7
พริกไทย	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
โปรตีนถั่วเหลือง	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5

3.4 การศึกษาปริมาณการเติมพริกไทยที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองโดยแปรปริมาณพริกไทยเป็น 0.5 1.0 1.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ปริมาณผักผงที่ใช้กำหนดไว้เท่ากับในสูตรพื้นฐาน รายละเอียดดังตารางที่ 3-5 ดำเนินการผลิตซุปก้อนปรุงรสตามวิธีในข้อ 3.1 เตรียมตัวอย่างโดยนำซุปก้อน 1 ก้อน (ประมาณ 20 กรัม) ละลายในน้ำ 500 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านกลิ่นเครื่องเทศ และกลิ่นรสเครื่องเทศ ให้ผู้ทดสอบให้ค่าความเข้มในอุดมคติ (I) และค่าความเข้มของคุณลักษณะของตัวอย่าง (S) ร่วมกับการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นบล็อก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

โดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เลือกสูตรที่ทำให้ได้ค่า S/I ด้านกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศ เท่ากับ 1.0 ± 0.2 และ ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอย่างน้อย 6 คะแนน

3.5 การศึกษาหาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสม

ศึกษาหาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมโดยใช้สมุนไพร 2 ชนิด คือ ใบบัวบกผงและขิงผง โดยแปรปริมาณการเติมเพิ่มเข้าไปในสูตร 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผักผงทั้งหมด การเตรียมใบบัวบกผงและขิงผงทำได้โดยนำวัตถุดิบมาล้างน้ำให้สะอาด ใช้เฉพาะส่วนที่บริโภคได้ ล้างน้ำให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนได้ความชื้น 7-8 เปอร์เซ็นต์ บดให้เป็นผงละเอียด นำมาผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช บรรจุบรรจุในถุงฟอยด์ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้งาน ดำเนินการผลิตซุปก้อนปรุงรสตามวิธีในข้อ 3.1 เตรียมตัวอย่างโดยนำซุปก้อน 1 ก้อน (ประมาณ 20 กรัม) ละลายในน้ำ 500 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน เลือกสูตรที่ทำให้ได้คะแนนความชอบโดยรวมอย่างน้อย 6 คะแนน นอกจากนี้วิเคราะห์คุณภาพของซุปก้อนปรุงรสด้านต่างๆ ดังนี้

- ความสามารถในการละลาย (ดัดแปลงจากจรินทร์ สว่างแจ้ง, 2544) โดยนำซุปก้อนปรุงรส 20 กรัม ละลายในน้ำเดือด 500 ม.ม. โดยใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ใช้เครื่องกวนสารที่ความเร็วระดับ 5 จับเวลาที่ซุปก้อนละลายหมด
- ค่าสี L* a* และ b* โดยเครื่อง Handy colorimeter
- ค่า Water activity โดยเครื่องวัด Water activity
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพและวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นบล็อก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 3-5 ปริมาณส่วนผสมซุปก้อนปรุงรสสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสมเครื่องปรุงรส	สูตรที่ 1 (ควบคุม)	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์	10	10	10	10
น้ำมันปาล์ม	23	23	23	23
น้ำมันมะพร้าว	2	2	2	2
น้ำตาล	6	6	6	6
ซีอิ๊วขาว	6	6	6	6
พริกไทย	0.5	1.0	1.5	2.0
โปรตีนถั่วเหลือง	5.5	5.5	5.5	5.5

4. การวิเคราะห์คุณภาพของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาแล้ว

นำซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ ดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)
- ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)
- ปริมาณเส้นใยหยาบ (AOAC, 2000)
- ค่า Thiobarbituric acid (TBA) (AOAC, 2000)
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)
- ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)
- ตรวจหาเชื้อ Coiform และ *E.coli* (AOAC, 2000)

5. การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)

การดำเนินงานขั้นตอนนี้ทำเพื่อประเมินผลการยอมรับของผู้บริโภค แสดงผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมส่วนหนึ่งถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ทำได้โดยนำซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้แต่ละก้อนมาห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ แล้วบรรจุในถุงPolypropylene (PP) ถุงละ 6 ก้อน ดำเนินการทดสอบโดยวิธีการทดสอบแบบนำผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ที่บ้าน (Home Use Test) กับผู้บริโภคจำนวน 50 คน กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายคือผู้สูงอายุ ซึ่งหมายถึงคนที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป รวมถึงผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ ออกแบบสอบถามให้ผู้บริโภคตอบคำถามด้านการ

ยอมรับผลิตภัณฑ์ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคร่วมกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ แล้วให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม นำผลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการคำนวณค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. การตรวจสอบคุณภาพของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้แต่ละก้อนมาห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ แล้วบรรจุในถุงPolypropylene (PP) ถุงละ 6 ก้อน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิระดับต่ำ (10 ±1 องศาเซลเซียส) ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษาโดยสุ่มตรวจทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน ในด้านต่างๆ ต่อไปนี้

- ความสามารถในการละลาย (ดัดแปลงจากจรินทร์ สว่างแจ้ง, 2544) โดยนำซุปก้อนปรุงรส 20 กรัม ละลายในน้ำเดือด 500 ม.ม. โดยใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ใช้เครื่องกวนสารที่ความเร็วระดับ 5 จับเวลาที่ซุปก้อนละลายหมด
- ค่าสี L* a* และ b* โดยเครื่อง Handy colorimeter
- ค่า Water activity โดยเครื่องวัด Water activity
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ค่า Thiobarbituric acid (TBA) (AOAC, 2000)
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1998)
- ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 1998)
- ตรวจหาเชื้อ *E.coli* (AOAC, 1998)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

ตอนที่ 1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากผักและสมุนไพร

1. ผลการศึกษาหาสูตรผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เหมาะสม

1.1 ผลการศึกษาปริมาณแป้งมันเทศที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนแป้งมันฝรั่ง

จากการแปรปริมาณแป้งมันเทศที่ใช้ทดแทนแป้งมันฝรั่งในสูตรซุป 5 ระดับ คือ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแป้ง แล้วเตรียมตัวอย่างซุปโดยนำซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง 50 กรัม เติมลงในน้ำปริมาณ 300 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือดนาน 7 นาที พร้อมทั้งคนตลอดเวลา แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้ผลดังนี้

1.1.1 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุป

จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งมันฝรั่ง แป้งมันเทศ และผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศในปริมาณ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแป้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่นิยมรับประทานซุป (Lyly et al., 2004) และ 25 องศาเซลเซียส ได้ผลดังตารางที่ 4-1 และ 4-2

ตารางที่ 4-1 ค่าความหนืดของแป้งมันฝรั่ง และแป้งมันเทศที่อุณหภูมิประมาณ 60 และ 25 องศาเซลเซียส

ชนิดของแป้ง	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 60 °C (cP)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 25 °C (cP)
แป้งมันฝรั่ง	445.16±3.95	401.87±6.25
แป้งมันเทศ	264.34±3.62	223.45±4.12

จากผลการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งมันฝรั่ง และแป้งมันเทศ ที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4-1) พบว่า ที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส แป้งมันฝรั่งมีความหนืดสูงกว่าแป้งมันเทศ เนื่องจากแป้งมันฝรั่งและแป้งมันเทศมีคุณสมบัติความหนืดแตกต่างกัน กล่าวคือ เมื่อให้ความร้อนและมีการกวนอย่างสม่ำเสมอเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวขยายใหญ่ขึ้น น้ำบริเวณรอบๆเม็ดแป้งเหลือน้อยลง ทำให้เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยาก เกิดความหนืดขึ้น อุณหภูมิที่เริ่ม

เกิดความหนืด เรียกว่า อุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (pasting temperature) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นความหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่มีความหนืดสูงสุด (peak viscosity) หลังจากนั้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาต่อไปอีก รวมทั้งมีการกวนอย่างต่อเนื่อง จะทำให้โครงสร้างภายในแตกออก ความหนืดลดลง ต่อมาลดอุณหภูมิลงจนถึง 60 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เราวัดความหนืดของแป้งทั้งสองชนิด พบว่า ความหนืดของแป้งมันฝรั่งและแป้งมันเทศมีค่าเท่ากับ 445.16 และ 264.32 cP จะเห็นว่า แป้งมันฝรั่งมีความหนืดสูงกว่าแป้งมันเทศมากซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zaidul, Norulaini, Omar, Yamauchi and Noda (2007) ที่ศึกษาสมบัติด้านความหนืดของสตาร์ชมันฝรั่งและสตาร์ชมันเทศที่ความเข้มข้นเท่ากัน (6 เปอร์เซ็นต์) พบว่า แป้งมันฝรั่งมีอุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด 69.1 องศาเซลเซียสซึ่งต่ำกว่าแป้งมันเทศ (81.5 องศาเซลเซียส) แต่มีค่าความหนืดสูงสุด 543.9 RVU และความหนืดสุดท้าย (ที่ 50 องศาเซลเซียส) 204.8 RVU ซึ่งสูงกว่าแป้งมันเทศ (132.8 RVU และ 139.1 RVU ตามลำดับ) โดยในช่วงของการลดอุณหภูมิโมเลกุลของอะมิโลสที่อยู่ใกล้กันจะเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล เกิดเป็นร่างแหสามมิติ โครงสร้างใหม่นี้สามารถอุ้มน้ำและไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก มีความหนืดคงตัวมากขึ้น เกิดลักษณะเจลเหนียวคล้ายฟิล์มหรือผลึก ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) หรือการคืนตัว (setback) เมื่อลดอุณหภูมิต่ำลงไปอีกลักษณะการเรียงตัวของโครงสร้างจะแน่นมากขึ้น โมเลกุลอิสระของที่อยู่ภายในจะถูกบีบออกมานอกเจล เรียกว่า syneresis ปรากฏการณ์นี้จะทำให้เจลมีลักษณะขาวขุ่นและมีความหนืดเพิ่มขึ้น (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546) เมื่ออุณหภูมิของซุปลดลงจนถึง 25 องศาเซลเซียส กลไกการคืนตัวของแป้งจะเกิดการตกตะกอน สารละลายมีลักษณะเหลวและความหนืดลดลง

นอกจากนี้ การที่แป้งมันฝรั่งมีความหนืดสูงกว่าแป้งมันเทศนั้น อาจเนื่องจากแป้งมันฝรั่งเป็นแป้งจากพืชหัวที่มีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสประมาณ 0.3 ถึง 0.4 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสภายในแป้งอยู่ในรูปฟอสเฟตเชื่อมกับหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 และ 6 (C_3 และC_6) ของหน่วยกลูโคส แป้งมันฝรั่งมีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสจึงทำให้มีประจุพื้นผิวเป็นลบ แรงผลักระหว่างประจุจะทำให้แป้งมันฝรั่งมีคุณสมบัติพองตัวง่าย และมีความหนืดสูงกว่าแป้งชนิดอื่นๆ (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2546)

จากผลการวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศในปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4-2) พบว่า ปริมาณแป้งมันเทศมีผลต่อความหนืดของซุป โดยเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศมากขึ้น ทำให้ซุปมีความหนืดลดลง ดังนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศเพื่อใช้ทดแทนแป้งมันฝรั่งมากขึ้น ทำให้ความหนืดของซุปลดลงซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดความหนืดของแป้งมันเทศ (ตารางที่ 4-1) ที่พบว่าแป้งมันเทศมีความหนืดต่ำกว่าแป้งมันฝรั่ง

ตารางที่ 4-2 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศในปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส

ปริมาณแป้งมันเทศ (%)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 60 °C (cP)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 25 °C (cP)
0	532.95±11.13[a]	495.67±6.23[a]
25	487.43±6.56[b]	442.49±8.62[b]
50	436.72±14.20[b]	398.05±2.13[c]
75	392.18±6.25[c]	358.98±4.23[d]
100	362.84±8.67[d]	329.03±8.75[e]

a, b, c,... หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

1.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุป

จากการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศปริมาณต่างๆ ในสูตรซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งได้ซุปซึ่งมีลักษณะปรากฏดังภาพที่ 4-1 จากการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศในปริมาณ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแป้งได้ผลดังตารางที่ 4-3

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปผง (ตารางที่ 4-3) พบว่า ซุปผงที่มีการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งมันฝรั่งมีค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ค่าความเป็นสีแดง (a*) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศมากขึ้นจะทำให้ค่าความสว่างลดลง และค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจาก แป้งมันเทศมีค่าความสว่างน้อยกว่าแป้งมันฝรั่ง โดยแป้งมันเทศมีลักษณะปรากฏเป็นสีเหลือง ในขณะที่แป้งมันฝรั่งมีสีที่อ่อนกว่า (ภาพที่ 4-1) ดังนั้น เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศมากขึ้นจึงทำให้ค่าความสว่างลดลง และค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แป้งมันเทศยังมีประมาณเบต้าแคโรทีน (β-carotene) ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลืองสูง (Onuh, Akpapunam and Iwe, 2004) จึงทำให้เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศมากขึ้นจึงทำให้ค่าความเป็นสีเหลืองของซุปเพิ่มขึ้นด้วย และจากการคำนวณ ΔE ของผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมแป้งมันเทศปริมาณ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับซุปที่ไม่เติมแป้งมันเทศ (0 เปอร์เซ็นต์) พบว่ามีค่า ΔE เท่ากับ 1.20 2.02 2.32 และ 2.27 ตามลำดับ แสดงว่าการเติมแป้งมันเทศทุกระดับ มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์ซุปแตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่เติมแป้งมันเทศ เนื่องจาก ΔE ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งเป็นความ

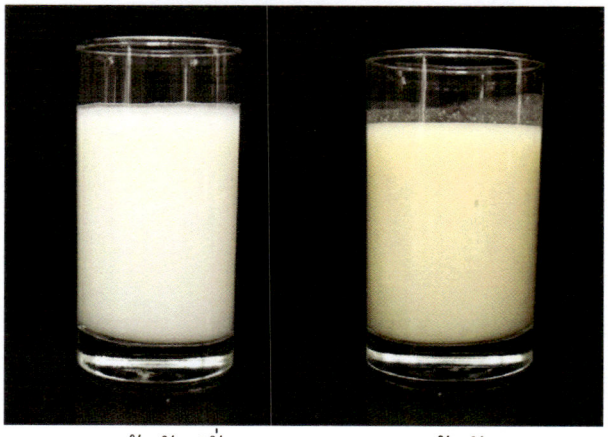
แตกต่างของสีที่สายตาสามารถมองเห็นได้ (Upton, 2005) แสดงว่าการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ซุปมีสีที่แตกต่างจากซุปที่ไม่เติมเกลือโพแทสเซียม

ตารางที่ 4-3 ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) และ ΔE ของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศในปริมาณต่างๆ

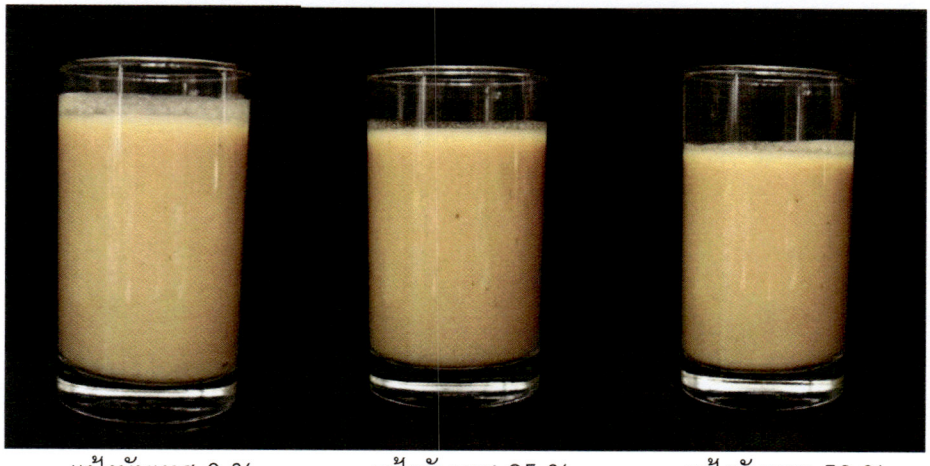
ปริมาณแป้งมันเทศ (%)	ค่าสี			ΔE
	L*	a*^{ns}	b*	
0	53.18±0.34^{a}	6.70±0.43	28.92±0.35^{b}	-
25	52.57±0.12^{a}	7.09±0.51	29.88±0.47^{ab}	1.20
50	52.20±0.29^{b}	7.82±0.37	30.29±0.83^{ab}	2.02
75	51.34±0.37^{c}	7.36±0.82	30.17±0.51^{ab}	2.32
100	52.46±0.47^{d}	7.47±0.28	30.93±0.34^{a}	2.27

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ตัวเลขในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)



แป้งมันฝรั่ง แป้งมันเทศ



แป้งมันเทศ 0 % แป้งมันเทศ 25 % แป้งมันเทศ 50 %

แป้งมันเทศ 75 % แป้งมันเทศ 100 %

ภาพที่ 4-1 ลักษณะปรากฏของซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศปริมาณต่างๆ

1.1.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศในปริมาณ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแป้ง โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุป ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งมันเทศในปริมาณต่างๆ

ปริมาณแป้งมันเทศ (%)	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.97±0.95^{a}	6.63±1.08^{a}	5.43±1.45^{bc}	5.53±1.48^{c}	5.83±1.16^{bc}
25	7.10±0.98^{a}	6.60±1.20^{a}	5.93±1.15^{ab}	5.63±1.38^{c}	6.27±1.15^{ab}
50	7.07±1.06^{a}	6.47±0.96^{a}	6.07±1.41^{a}	5.87±1.33^{bc}	6.53±1.20^{a}
75	6.43±1.14^{b}	6.43±1.02^{a}	5.83±1.29^{abc}	6.33±1.25^{ab}	5.73±1.34^{c}
100	5.47±1.18^{c}	5.97±1.22^{b}	5.33±1.44^{c}	6.53±1.31^{a}	5.60±1.14^{c}

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อใช้แป้งมันเทศเพิ่มขึ้น (0 - 50 เปอร์เซ็นต์) ซุปได้คะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากแป้งมันเทศมีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าแป้งมันฝรั่ง ทำให้รสชาติของซุปมีความหวานเพิ่มขึ้น ส่วนคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) แต่เมื่อใช้ปริมาณแป้งมันเทศเพิ่มขึ้นเป็น 75 - 100 เปอร์เซ็นต์ คะแนนความชอบเกือบทุกด้านมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นด้านเนื้อสัมผัสที่มีคะแนนเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากเมื่อใช้ปริมาณแป้งมันเทศทดแทนแป้งมันฝรั่งมากเกินไป ทำให้ซุปมีสีเหลืองเข้มเกินไป และมีรสชาติหวานเกินไป แต่ผู้ทดสอบชอบซุปที่มีความหนืดลดลง โดยซุปที่เติมแป้งมันเทศ 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ดังนั้นจึงเลือกปริมาณแป้งมันเทศ 50 เปอร์เซ็นต์ มาใช้ทดแทนแป้งมันฝรั่งที่เติมในผลิตภัณฑ์ซุปผงกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง เนื่องจาก ต้องการทดแทนแป้งมันฝรั่งด้วยแป้งเทศปริมาณสูงที่สุดเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต นอกจากนี้แป้งมันเทศมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต

วิตามินเอ วิตามินซี และเบต้าแคโรทีนสูง การใช้แป้งมันเทศในปริมาณที่สูงกว่าจึงช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์

1.2 ผลการศึกษาหาปริมาณเกลือโพแทสเซียมที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนเกลือโซเดียม

จากการแปรปริมาณเกลือโพแทสเซียมที่ใช้ทดแทนเกลือโซเดียม 5 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเกลือ แล้วเตรียมตัวอย่างซุปโดยนำซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง 50 กรัมเติมลงในน้ำปริมาณ 300 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือดนาน 7 นาที พร้อมทั้งคนตลอดเวลา แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้ผลดังนี้

1.2.1 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุป

จากการวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนเกลือโซเดียมด้วยเกลือโพแทสเซียมปริมาณ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเกลือ ที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส ได้ผลดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนเกลือโซเดียมด้วยเกลือโพแทสเซียมปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส

ปริมาณเกลือ KCl (%)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 60 °C^{ns} (cP)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 25 °C^{ns} (cP)
0	442.28±10.34	402.54±9.06
10	451.84±3.76	396.35±7.88
20	449.81±9.44	398.09±10.12
30	423.04±6.49	386.10±13.12
40	436.95±11.15	395.95±4.67
50	456.40±8.67	5403.58±9.85

^{ns} หมายถึง ตัวเลขในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดผลิตภัณฑ์ซุปที่ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (ตารางที่ 4-4) พบว่า ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปทุกตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แสดงว่าเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ใช้ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุป

1.2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุป

จากการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนเกลือโซเดียมด้วยเกลือโพแทสเซียมปริมาณ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเกลือ ได้ผลดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) และ ΔE ของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนเกลือโซเดียมด้วยเกลือโพแทสเซียมปริมาณต่างๆ

ปริมาณเกลือ KCl	ค่าสี			
(%)	L*	a*	b*	ΔE
0	53.72±0.11^{a}	5.35±0.63^{ab}	27.25±0.63^{bc}	-
10	53.94±0.20^{a}	5.39±0.46^{ab}	27.96±0.37^{ab}	0.74
20	54.16±0.28^{a}	5.31±0.49^{ab}	28.00±0.43^{ab}	0.87
30	53.74±0.16^{a}	5.91±0.41^{a}	28.20±0.27^{ab}	1.10
40	53.08±0.26^{b}	4.40±0.62^{b}	26.73±0.58^{c}	1.25
50	53.82±0.12^{a}	5.88±0.53^{a}	28.81±0.39^{a}	1.65

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปที่ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ปริมาณ 0-50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4-6) พบว่า ค่าความสว่าง (*L) ค่าความเป็นสีแดง (*a) และค่าความเป็นสีเหลือง (*b) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาค่าสีที่วิเคราะห์ได้ พบว่า ค่าความสว่าง (53.08-54.16) ค่าความเป็นสีแดง (4.40-5.91) และค่าความเป็นสีเหลือง (26.73-28.81) มีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ΔE ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของสีเมื่อเทียบกับตัวอย่างซุปที่ไม่เติมเกลือโพแทสเซียมมีค่าน้อย (0.74-1.65) โดยค่าΔE น้อยกว่า 1 แสดงถึงความแตกต่างของสีที่สายตาไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ (Upton, 2005) สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่พบว่าคะแนนการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ทุกระดับไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4-7) แสดงว่าการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีในผลิตภัณฑ์ซุป ซึ่งโดยปกติเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์มีสมบัติคล้ายกับเกลือโซเดียมคลอไรด์และมักนิยมใช้ทดแทนเกลือโซเดียมในผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้ง (Harris and Davis, 1993)

1.2.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนเกลือโซเดียมด้วยเกลือโพแทสเซียมปริมาณ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเกลือ โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุป ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการทดแทนเกลือโซเดียมด้วยเกลือโพแทสเซียมปริมาณต่างๆ โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

ปริมาณเกลือ KCl (%)	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส				
	สี[ns]	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส[ns]	ความชอบโดยรวม
0	6.07±1.36	6.00±1.18[ab]	5.33±1.40[ab]	5.27±1.46	5.57±1.45[a]
10	6.03±1.33	6.17±1.16[a]	4.87±1.69[abc]	5.10±1.40	5.43±1.31[ab]
20	5.80±1.11	6.13±1.18[a]	5.47±1.84[a]	5.30±1.39	5.67±1.66[a]
30	5.90±1.14	6.10±1.19[a]	5.23±1.73[ab]	5.13±1.33	5.50±1.38[ab]
40	5.87±1.48	5.60±1.23[b]	4.43±1.63[c]	5.30±1.59	5.00±1.48[b]
50	5.93±1.29	5.63±1.17[b]	4.77±1.63[bc]	4.90±1.42	5.03±1.25[b]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

[ns] หมายถึง ตัวเลขในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

การใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ทุกระดับ (0-50 เปอร์เซ็นต์) ไม่มีผลต่อความชอบในด้านสี และลักษณะเนื้อสัมผัสของซุป โดยซุปที่เติมโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ทุกระดับมีคะแนนความชอบในด้านสี และลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) เมื่อปริมาณโพแทสเซียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น คะแนนความชอบในทุกด้านมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการใช้เกลือโพแทสเซียมในปริมาณที่มากเกินไปอาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสขม มีกลิ่นโลหะ (Metallic off-flavor) และไม่เป็นที่ยอมรับ (Harris and Davis, 1993; Heidolph, 2011) เมื่อนำมาเติมในผลิตภัณฑ์ซุปในปริมาณมากเกินไปจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ซุปมีกลิ่นและรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับ โดยซุปที่

เติมโพแทสเซียมคลอไรด์ 30 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดและไม่แตกต่างกับตัวอย่างที่ไม่เติมโพแทสเซียมคลอไรด์ (0 เปอร์เซ็นต์)

2. ผลการศึกษาหาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมสำหรับเติมในผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง

จากการแปรปริมาณสมุนไพรผง 3 ชนิด เพื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง คือ ใบมะรุมผง ใบบัวบกผง ปริมาณ 0 1 2 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ และขมิ้นชันผง ปริมาณ 0 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ แล้วเตรียมตัวอย่างซุปโดยนำซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง 15 กรัม เติมลงในน้ำปริมาณ 300 มิลลิลิตร นำไปต้มจนเดือดนาน 7 นาที พร้อมทั้งคนตลอดเวลา แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้ผลดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุป

จากการวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบมะรุมผง ใบบัวบกผง และขมิ้นชันผง ในปริมาณต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 4-8, 4-9 และ 4-10

ตารางที่ 4-8 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีเติมใบมะรุมผงปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส

ปริมาณใบมะรุมผง (%)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 60 °C (cP)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 25 °C (cP)
0	435.49±17.42^{e}	404.26±8.98^{d}
1	443.54±14.78^{d}	400.43±9.06^{d}
2	463.95±10.36^{c}	425.53±14.70^{c}
3	477.04±5.02^{b}	443.66±5.87^{b}
4	483.94±13.84^{a}	459.94±17.20^{a}

a, b, c,... หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4-9 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบบัวบกผงปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส

ปริมาณใบบัวบกผง (%)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 60 °C[ns] (cP)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 25 °C[ns] (cP)
0	420.39±17.56	394.65±14.85
1	423.35±10.27	395.40±10.39
2	424.58±7.49	394.49±16.49
3	432.42±6.06	396.01±10.93
4	420.73±7.65	401.69±8.92

[ns] หมายถึง ตัวเลขในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4-10 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมขมิ้นชันผงปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิ 60 และ 25 องศาเซลเซียส

ปริมาณขมิ้นชันผง (%)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 60 °C[ns] (cP)	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 25 °C[ns] (cP)
0	467.39±13.82	422.02±16.20
0.5	453.29±18.49	428.59±19.53
1.0	457.47±19.65	410.30±14.23
1.5	478.83±10.39	429.05±16.44
2.0	469.61±12.23	418.78±9.13

[ns] หมายถึง ตัวเลขในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบมะรุมผงปริมาณต่างๆ (ตารางที่ 4-8) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณใบมะรุมผงมากขึ้น ทำให้ซุปมีความหนืดมากขึ้น อาจเนื่องจากใบมะรุมผงมีองค์ประกอบที่เป็นเส้นใยและโปรตีนสูง (Dolcas Biotect LLC, 2006) ซึ่งเส้นใยหยาบ (crude fiber) ประกอบด้วยเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่ไม่ละลายน้ำ และมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ดี (Tietyen and Klopfendtein, 1995) ส่วนโปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีคุณสมบัติในการจับกับน้ำ (Water binding capacity/ hydration capacity)

สามารถดูดซับน้ำและพองตัวได้ (Damodaran, 1996) จึงอาจทำให้เกิดการต้านการไหลของสารละลาย ทำให้ผลิตภัณฑ์ซุปมีความหนืดเพิ่มขึ้น

ส่วนผลการวิเคราะห์ความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบบัวบกผงและขมิ้นชันผงปริมาณต่างๆ ที่อุณหภูมิประมาณ 60 และ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4-9) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณใบบัวบกผงและขมิ้นชันผง ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุปไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แสดงว่าปริมาณใบบัวบกและขมิ้นชันผงที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์ซุป

2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุป

จากการนำสมุนไพร 3 ชนิด คือ ใบมะรุมผง ใบบัวบกผง ขมิ้นชันผง ปริมาณต่างๆ เติมลงในสูตรซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งได้ซุปซึ่งมีลักษณะปรากฏดังภาพที่ 4-2, 4-3 และ 4-4

จากการนำสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด มาวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ได้ผลดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) Hue angle และ Chroma ของใบมะรุมผงใบบัวบกผง และขมิ้นชันผง

ชนิดของสมุนไพร	ค่าสี			h(°)	C
	L*	a*	b*		
ใบมะรุมผง	46.45±0.26^{c}	-8.44±0.00^{c}	29.57±0.10^{b}	97.70±0.00^{a}	28.34±1.10^{b}
ใบบัวบกผง	52.10±0.32^{b}	-5.38±0.02^{b}	29.83±0.08^{b}	91.36±0.42^{b}	29.34±0.00^{b}
ขมิ้นชัน	55.00±0.56^{a}	27.71±0.60^{a}	56.66±2.13^{a}	71.04±1.15^{c}	63.07±1.12^{a}

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4-12 ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ΔE Hue angle และ Chroma ของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบมะรุมผงปริมาณต่างๆ

ปริมาณใบมะรุมผง (%)	ค่าสี			ΔE	h(°)	C
	L*	a*	b*			
0	51.23±0.32[a]	10.69±0.38[a]	32.60±0.37[a]	-	79.83±1.02[d]	34.31±1.08[a]
1	48.27±0.21[b]	5.71±0.10[b]	30.83±0.16[c]	6.06	88.34±0.81[c]	31.35±2.40[b]
2	47.25±0.07[c]	4.32±0.08[c]	32.08±0.27[b]	7.53	91.48±1.05[b]	32.37±0.43[b]
3	46.36±0.11[d]	3.53±0.09[d]	30.60±0.24[cd]	8.89	92.69±0.05[a]	30.80±0.78[c]
4	45.19±0.11[e]	3.02±0.08[e]	30.48±0.25[d]	9.99	93.71±1.55[a]	30.63±2.13[c]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปผงที่มีการเติมใบมะรุมผงปริมาณต่างๆ (ตารางที่ 4-12) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณใบมะรุมผงมากขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) และความเข้มสี (Chroma) ลดลง แต่มีค่ามุมของเฉดสี (Hue angle, h) เพิ่มขึ้น โดยซุปที่ไม่เติมใบมะรุมผง (0 เปอร์เซ็นต์) มีค่า Hue angle 79.83 องศา สีของผลิตภัณฑ์ซุปอยู่ในเฉดสีเหลืองเนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ทำซุป ได้แก่ แป้งมันเทศ และแครอทผง ประกอบด้วยเบต้า-แคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุสีเหลืองส้ม แต่เมื่อเติมใบมะรุมผงซึ่งมีลักษณะปรากฏสีเขียวเข้ม จึงทำให้ซุปมีสีเขียวมากขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมใบมะรุมผงปริมาณ 1-4 เปอร์เซ็นต์มีค่ามุมอยู่ในช่วง 88.34-93.71 องศา แสดงถึงสีของผลิตภัณฑ์ซุปอยู่ในช่วงเฉดสีเขียว (ภาพที่ 4-2) สอดคล้องกับผลการวัดค่าสีของใบมะรุมผง (ตารางที่ 4-11) ที่พบว่าค่า Hue angle มีค่า 97.70 องศา ซึ่งอยู่ในเฉดสีเขียว ดังนั้นการเพิ่มปริมาณใบมะรุมผง จึงอาจทำให้ซุปที่เติมใบมะรุมผงในปริมาณที่สูงขึ้นมีค่า Hue angle เพิ่มขึ้น และจากการคำนวณค่า C (Chroma) พบว่าเมื่อปริมาณใบมะรุมผงเพิ่มมากขึ้นค่า C มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่า Chroma ของใบมะรุมผง (28.34) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่า Chroma ของซุปที่ไม่เติมใบมะรุมผง นอกจากนี้ค่า ΔE ของผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมใบมะรุมผงปริมาณ 1-4 เปอร์เซ็นต์ มีค่าซึ่งมากกว่า 1 (6.06-9.99) ซึ่งเป็นความแตกต่างของสีที่สายตาสามารถมองเห็นได้ (Upton, 2005) แสดงว่าการเติมใบมะรุมผงทุกระดับ มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์ซุปแตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่เติมใบมะรุมผง

ตารางที่ 4-13 ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ΔE Hue angle และ Chroma ของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบบัวบกผงปริมาณต่างๆ

ปริมาณใบบัวบกผง (%)	ค่าสี			ΔE	h(°)	C
	L*	a*	b*			
0	51.20±0.11[a]	10.14±0.10[a]	31.50±0.15[a]	-	80.17±2.50[d]	33.09±0.64[a]
1	45.72±0.09[b]	7.02±0.22[b]	30.83±0.20[b]	6.34	85.75±0.65[c]	31.62±1.43[b]
2	44.56±0.17[c]	5.95±0.08[c]	32.08±0.27[c]	7.87	88.38±0.10[b]	32.62±1.26[a]
3	43.18±0.10[d]	4.70±0.09[d]	28.64±0.29[d]	10.10	89.64±1.10[b]	29.02±3.70[c]
4	42.22±0.12[e]	3.93±0.14[e]	28.02±0.27[e]	11.46	91.13±0.23[a]	28.29±1.03[c]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปผงที่มีการเติมใบบัวบกผงปริมาณต่างๆ (ตารางที่ 4-12) พบว่า ให้ผลในทำนองเดียวกับค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมใบมะรุมผง โดยเมื่อเพิ่มปริมาณใบบัวบกผงมากขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) และความเข้มสี (Chroma) ลดลง แต่มีค่ามุมของเฉดสี (Hue angle, h) เพิ่มขึ้น โดยซุปที่ไม่เติมใบบัวบกผง (0 เปอร์เซ็นต์) มีค่า Hue angle 80.17 องศา สีของผลิตภัณฑ์ซุปอยู่ในเฉดสีเหลือง ส่วนผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมใบบัวบกผงมีค่ามุมอยู่ในช่วง 85.75-91.13 องศา สีของผลิตภัณฑ์ซุปอยู่ในช่วงเฉดสีเขียวเหลือง (ภาพที่ 4-3) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่าสีของใบบัวบกผง (ตารางที่ 4-11) ที่พบว่าค่า Hue angle มีค่า 91.36 องศา ซึ่งอยู่ในเฉดสีเขียว ดังนั้นการเพิ่มปริมาณใบบัวบกผง จึงอาจทำให้ซุปที่เติมใบบัวบกผงในปริมาณที่สูงขึ้นมีค่า Hue angle เพิ่มขึ้น และจากการคำนวณค่า C (Chroma) พบว่าเมื่อปริมาณใบบัวบกผงเพิ่มมากขึ้นค่า C มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่า Chroma ของใบบัวบกผง (29.34) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่า Chroma ของซุปที่ไม่เติมใบบัวบกผง ส่วนค่า ΔE ของผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมใบบัวบกผงปริมาณ 1 2 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ เทียบมาตรฐานกับซุปที่ไม่เติมใบบัวบกผง พบว่ามีค่า ΔE เท่ากับ 6.34 7.87 10.10 และ 11.46 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 ซึ่งเป็นความแตกต่างของสีที่สายตาสามารถมองเห็นได้ (Upton, 2005) แสดงว่าการเติมใบบัวบกผงทุกระดับ มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์ซุปแตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่เติมใบบัวบกผง

ตารางที่ 4-14 ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ΔE Hue angle และ Chroma ของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมขมิ้นชันผงปริมาณต่างๆ

ปริมาณขมิ้นชันผง (%)	ค่าสี			ΔE	h(°)	C
	L*	a*	b*			
0	51.09±0.14[a]	10.34±0.18[e]	31.51±0.26[e]	-	79.81±1.19[d]	33.16±0.68[d]
0.5	49.25±0.10[b]	11.24±0.16[d]	57.37±0.16[d]	25.94	87.68±1.04[a]	58.46±1.03[c]
1.0	48.13±0.17[c]	13.39±0.21[c]	58.24±0.86[c]	27.06	85.61±0.83[b]	59.76±2.94[c]
1.5	47.14±0.20[d]	14.05±0.14[b]	60.79±0.51[b]	30.59	85.54±0.65[b]	62.39±2.55[b]
2.0	46.96±0.90[e]	15.44±0.11[a]	61.62±0.59[a]	30.00	84.37±0.58[c]	63.52±2.53[a]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปผงที่มีการเติมขมิ้นผงปริมาณต่างๆ(ตารางที่ 4-14) พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณขมิ้นชันผง ทำให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง แต่มีค่าความเป็นสีแดง(a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น โดยซุปที่ไม่เติมขมิ้นชันผง (0 เปอร์เซ็นต์) มีค่ามุม 79.81 องศา สีของผลิตภัณฑ์ซุปอยู่ในเฉดสีเหลืองส้ม ส่วนผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมขมิ้นชันผงปริมาณ 0.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามุมอยู่ในช่วง 84.37-87.68 องศา สีของผลิตภัณฑ์ซุปอยู่ในช่วงเฉดสีเหลือง (ภาพที่ 4-4) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่าสีของขมิ้นชันผง (ตารางที่ 4-11) ที่พบว่าค่า Hue angle มีค่า 71.04 องศา ซึ่งอยู่ในเฉดสีเหลือง ดังนั้นการเพิ่มปริมาณขมิ้นชันผง จึงอาจทำให้ซุปที่เติมขมิ้นชันผงในปริมาณที่สูงขึ้นมีค่า Hue angle เพิ่มขึ้น และจากการคำนวณค่า C (Chroma) พบว่าเมื่อปริมาณขมิ้นชันเพิ่มมากขึ้นค่า C มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่า Chroma ของขมิ้นชันผง (63.07) ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่า Chroma ของซุปที่ไม่เติมขมิ้นชันผง ทั้งนี้อาจเนื่องจากขมิ้นชันประกอบด้วยเคอร์คิวมินอยด์ (curcuminoids) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลือง และจากการคำนวณ ΔE ของผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมขมิ้นชันผงปริมาณ 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ เทียบมาตรฐานกับซุปที่ไม่เติมขมิ้นชันผง พบว่ามีค่า ΔE เท่ากับ 25.94 27.06 30.59 และ 30.00 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 ซึ่งเป็นความแตกต่างของสีที่สายตาสามารถมองเห็นได้ (Upton, 2005) แสดงว่าการเติมขมิ้นชันผงทุกระดับ มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์ซุปแตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่เติมขมิ้นชันผง

2.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบมะรุมผง ใบบัวบกผง และขมิ้นชันผง ในปริมาณต่างๆ โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุป ดังตารางที่ 4-15, 4-16 และ 4-17

ตารางที่ 4-15 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบมะรุมผง ปริมาณต่างๆ โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

ปริมาณใบมะรุมผง (%)	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	7.30±0.46^{a}	7.20±0.60^{a}	7.10±0.83^{a}	7.00±0.63^{a}	7.40±0.49^{a}
1	6.10±0.94^{b}	6.00±1.09^{b}	6.00±1.10^{b}	6.00±1.00^{b}	6.10±0.83^{b}
2	6.20±0.90^{b}	6.00±0.66^{b}	6.10±0.75^{b}	6.00±0.80^{b}	6.30±0.92^{b}
3	5.70±0.74^{c}	5.40±0.44^{c}	5.20±0.70^{c}	5.40±0.63^{c}	5.50±0.46^{c}
4	5.00±0.50^{d}	4.80±0.75^{d}	4.60±0.80^{d}	5.00±1.00^{d}	5.00±0.77^{c}

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4-16 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมใบบัวบกผงปริมาณต่างๆ โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

ปริมาณใบบัวบกผง (%)	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	7.20±0.75^{a}	7.10±0.94^{a}	6.80±0.75^{a}	7.10±0.54^{a}	7.50±0.70^{a}
1	5.80±0.75^{bc}	5.50±1.28^{bc}	5.70±1.42^{bc}	5.80±1.47^{bc}	5.70±1.10^{c}
2	5.60±0.92^{b}	5.90±0.64^{b}	6.10±1.02^{b}	6.10±1.11^{b}	6.50±1.11^{b}
3	5.90±0.83^{c}	5.30±1.22^{cd}	5.40±1.22^{cd}	5.40±0.94^{c}	5.30±0.92^{cd}
4	5.30±0.64^{d}	4.90±1.04^{d}	5.10±1.04^{d}	4.80±0.98^{d}	4.70±0.98^{d}

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

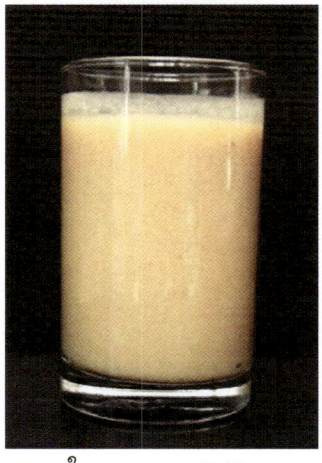
ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซุปที่เติมใบบัวบกผงให้ผลเช่นเดียวกับการเติมใบมะรุมผง คือ เมื่อเพิ่มปริมาณใบบัวบกผง (0-4 เปอร์เซ็นต์) คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านมีแนวโน้มลดลง โดยซุปที่เติมใบบัวบกผง 2 เปอร์เซ็นต์ได้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับความชอบเล็กน้อย (6.50 คะแนน) รองจากซุปที่ไม่เติมใบบัวบกผง (0 เปอร์เซ็นต์) ที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดในระดับความชอบปานกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณใบบัวบกผงมากเกินไปอาจทำให้กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ซุปมีกลิ่นของใบบัวบกซึ่งมีลักษณะเหม็นเขียวชัดเจนมากขึ้น รวมทั้งมีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านสี และเนื้อสัมผัสซึ่งเป็นผลจากลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของใบบัวบก

ตารางที่ 4-17 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมขมิ้นชันผงปริมาณต่างๆ โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

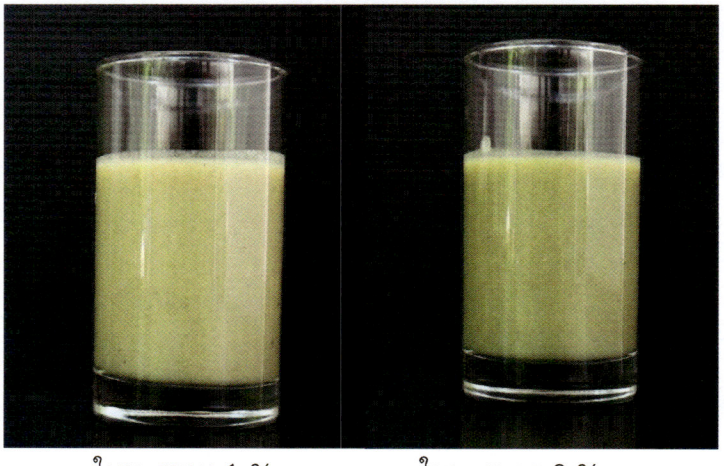
ปริมาณผงขมิ้นชัน (%)	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.80±0.60[a]	6.70±1.19[a]	6.60±0.80[a]	7.30±0.64[a]	7.50±0.67[a]
0.5	6.00±1.00[bc]	5.50±1.02[bc]	5.80±0.87[b]	5.70±1.00[c]	5.70±0.78[c]
1.0	5.80±1.08[cd]	5.20±0.98[c]	4.90±1.37[c]	5.30±1.27[d]	5.30±1.19[d]
1.5	6.20±0.75[b]	5.70±1.00[b]	6.00±0.89[b]	6.20±0.98[b]	6.50±0.67[b]
2.0	5.60±1.02[d]	5.20±1.16[c]	5.00±0.77[c]	4.80±1.08[c]	4.70±1.00[c]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

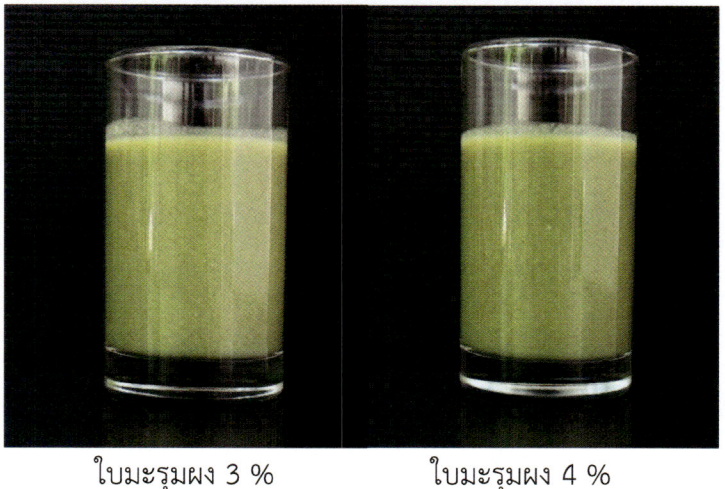
ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซุปที่เติมขมิ้นชันผงในปริมาณต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณขมิ้นชันผง คะแนนการยอมรับทางประสาทในทุกด้านมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเติมขมิ้นชันผงในปริมาณที่มากเกินไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านสีและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลจากขมิ้นชันเป็นพืชสมุนไพรที่ประกอบด้วยรงควัตถุสีเหลือง (Curcuminoids) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์สีเหลืองเข้ม และมีกลิ่นรสของสมุนไพร (Prucksunand และ Indrasukhsri, 1986) โดยซุปที่เติมขมิ้นชันผง 1.5 เปอร์เซ็นต์ได้คะแนนความชอบรวมในระดับชอบเล็กน้อย (6.50 คะแนน) รองจากซุปที่ไม่เติมขมิ้นชันผงที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (7.50 คะแนน)



ใบมะรุมผง 0 %



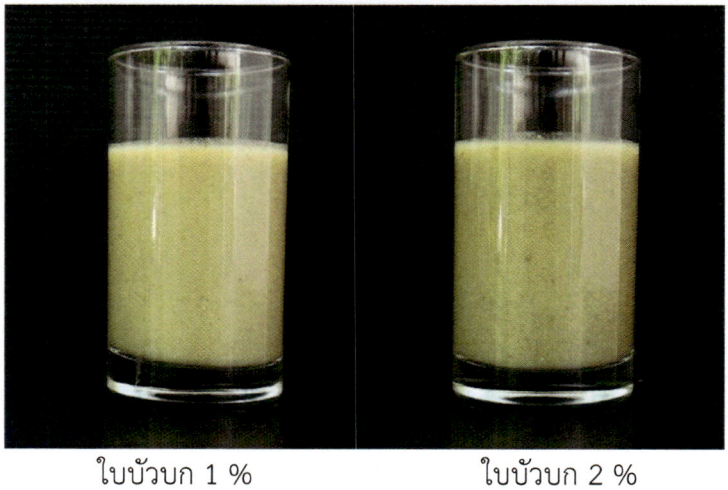
ใบมะรุมผง 1 %　　ใบมะรุมผง 2 %



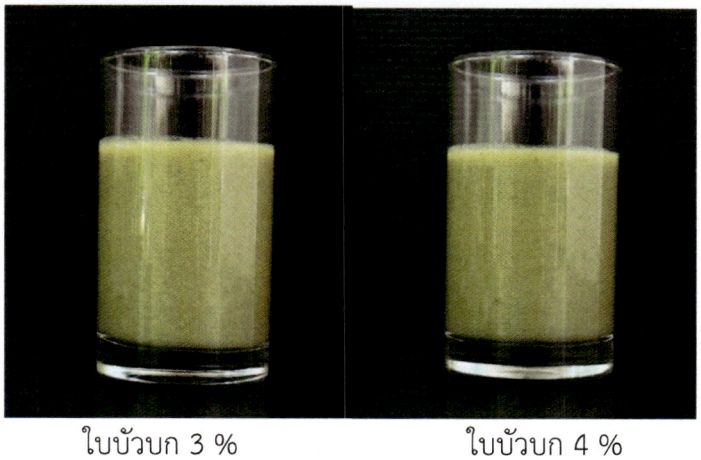
ใบมะรุมผง 3 %　　ใบมะรุมผง 4 %

ภาพที่ 4-2 ลักษณะปรากฏของซุปที่มีการเติมใบมะรุมผงปริมาณต่างๆ

ใบบัวบก 0 %

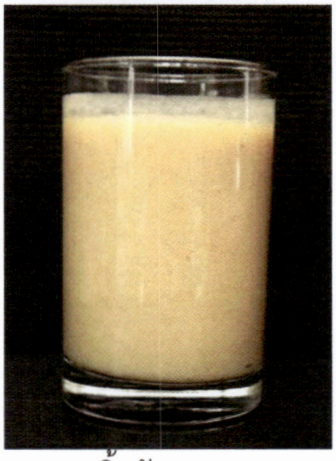


ใบบัวบก 1 %　　ใบบัวบก 2 %

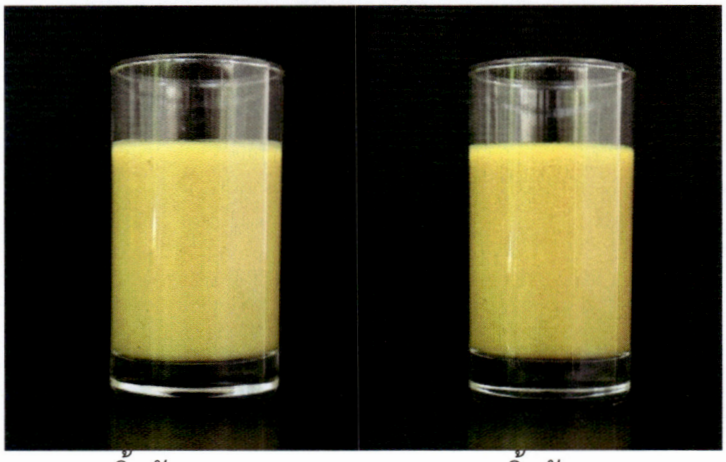


ใบบัวบก 3 %　　ใบบัวบก 4 %

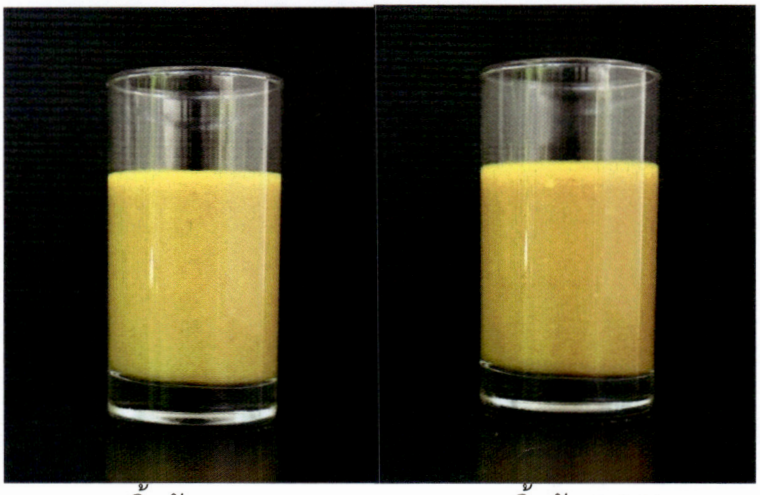
ภาพที่ 4-3 ลักษณะปรากฏของซุปที่มีการเติมใบบัวบกผงปริมาณต่างๆ



ขมิ้นชันผง 0 %



ขมิ้นชัน 0.5 %　　ขมิ้นชัน 1.0 %



ขมิ้นชัน 1.5 %　　ขมิ้นชัน 2.0 %

ภาพที่ 4-4 ลักษณะปรากฏของซุปที่มีการเติมขมิ้นชันผงปริมาณต่างๆ

2.3 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้ง

จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่ไม่เติมสมุนไพร เปรียบเทียบกับซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เติมใบมะรุมผง ใบบัวบกผง และขมิ้นชันผง ปริมาณ 2, 2 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่ไม่เติมสมุนไพรผง เปรียบเทียบกับซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เติมสมุนไพรผงปริมาณต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี	ซุปที่ไม่เติมสมุนไพรผง	ซุปที่เติมใบมะรุมผง 2 %	ซุปที่เติมใบบัวบกผง 2 %	ซุปที่เติมขมิ้นชันผง 1.5 %
a_w (%)	0.51±0.00	0.52±0.00	0.52±0.00	0.55±0.00
ความชื้น (%โดยน้ำหนักเปียก)	6.97±0.61	7.34±0.10	6.89±0.08	8.30±0.01
โปรตีน (%โดยน้ำหนักแห้ง)	8.23±0.80	33.25±0.56	12.76±0.64	11.13±0.52
คาร์โบไฮเดรต (%โดยน้ำหนักแห้ง)	76.64±0.26	53.33±0.46	70.26±0.33	71.91±0.51
ไขมัน (%โดยน้ำหนักแห้ง)	0.20±0.02	0.22±0.03	0.20±0.02	0.22±0.02
เส้นใยหยาบ (%โดยน้ำหนักแห้ง)	1.67±0.01	7.23±0.44	2.74±0.01	2.52±0.00
เถ้า (%โดยน้ำหนักแห้ง)	13.26±0.61	13.13±0.10	14.04±0.44	14.22±0.72
แคลเซียม (mg/100g)	6.68±0.47	13.10±2.16	11.25±0.47	7.33±0.47
เบต้าแคโรทีน (mg/100g)	13.49±0.59	17.80±0.32	14.60±0.25	13.94±0.20

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่ไม่เติมสมุนไพรเปรียบเทียบกับซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เติมใบมะรุมผง 2 เปอร์เซ็นต์ ใบบัวบกผง 2 เปอร์เซ็นต์ และขมิ้นชันผง 1.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ซุปที่เติมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ แคลเซียม และเบต้าแคโรทีน สูงกว่าซุปที่ไม่เติมสมุนไพรผง โดยซุปที่เติมใบมะรุมผง 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ แคลเซียม และเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้น 304.01 332.93 96.11 และ 31.95 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซุปที่เติมใบบัวบกผง 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ แคลเซียม และเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้น 55.04 64.07 68.42 และ 8.22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และซุปที่เติมขมิ้นชันผง 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ แคลเซียม และเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้น 35.24 50.90 9.73 และ 3.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จะเห็นว่า ซุปที่เติมใบมะรุมผง 2 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณโปรตีน เส้นใยหยาบ และแคลเซียมเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับซุปที่เติมใบบัวบกผง 2

เปอร์เซ็นต์ และขมิ้นชัน 1.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นภาลัย ประสิทธิ์เขตร์กิจ (2554) พบว่า ในใบมะรุมผงเป็นแหล่งของโปรตีน เส้นใย และแคลเซียม โดยใบมะรุมผงประกอบด้วยโปรตีน 26.20 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยหยาบ 5.91 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียม 1580.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ส่วนใบบัวบกผง พบว่า ประกอบด้วยโปรตีน 16.26 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยหยาบ 2.28 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียม 100.65 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (Samy and Ignacimuthu, 2000) และขมิ้นชันผง พบว่า ประกอบด้วยโปรตีน 11.04 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยหยาบ 1.55 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียม 5.72 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (Hamill, Apio and Mubiru, 2003)

จากการทดลอง จะเห็นว่าใบมะรุมผง ใบบัวบกผง และขมิ้นชันผงอุดมไปด้วยสารอาหารหลากหลายชนิด ดังนั้นการเติมใบมะรุมผง ใบบัวบกผง และขมิ้นชันผงลงในผลิตภัณฑ์ซุปผงจึงช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนาการของซุปจากสูตรปกติให้มีคุณค่าทางด้านโภชนาการมากขึ้น

3. ผลการศึกษาการทดสอบผู้บริโภค

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อแสดงถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ โดยนำซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ มาดำเนินการทดสอบโดยวิธีการทดสอบแบบนำผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ที่บ้าน (Home Use Test) กับผู้บริโภคจำนวน 50 คน กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายคือผู้สูงอายุ ซึ่งหมายถึงคนที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป รวมถึงผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ ออกแบบสอบถามให้ผู้บริโภคตอบคำถามด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคร่วมกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม ได้ผลดังตารางที่ 4-19 ถึงตารางที่ 4-21

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 50 คน (ตารางที่ 4-19) พบว่า ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์) ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยผู้สูงอายุซึ่งมีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป 52 เปอร์เซ็นต์ และผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ 48 เปอร์เซ็นต์ซึ่งส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็น 45.83 เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายต่ำกว่ามัธยม คิดเป็น 64 เปอร์เซ็นต์ ประกอบอาชีพอื่นๆ 24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคืออาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว 22 เปอร์เซ็นต์ และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001-10,000 บาท คิดเป็น 26 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบผู้บริโภคต่อการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เติมสมุนไพรผงที่พัฒนาได้ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้คิดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อถามถึงการตัดสินใจซื้อ พบว่า ผู้บริโภคที่ตัดสินใจซื้อคิดเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ ไม่

แน่ใจ 30 เปอร์เซ็นต์ และไม่ซื้อ 30 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายอาจไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ประเภทซุป

ตารางที่ 4-19 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการทดสอบผู้บริโภค

	ลักษณะทางประชากรศาสตร์	เปอร์เซ็นต์
เพศ	ชาย	20
	หญิง	80
สถานะ	ผู้สูงอายุ	52
	ผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ	48
อายุของผู้ปรุงอาหาร	น้อยกว่า 20	4.17
	21-30 ปี	29.17
	31-40 ปี	20.83
	41-50 ปี	45.83
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่ามัธยม	64
	มัธยม	10
	ปวช./ ปวส.	14
	ปริญญาตรี	12
อาชีพ	นักเรียน/ นิสิต/ นักศึกษา	4
	เกษตรกร/ ประมง	18
	ข้าราชการ/ พนักงานรัฐไวรัสหกิจ	16
	พนักงานบริษัทเอกชน	16
	ค้าขาย/ ธุรกิจส่วนตัว	22
	อื่นๆ	24
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	น้อยกว่า 5000 บาท	10
	5001-10000 บาท	26
	10001-15000 บาท	12
	15001-20000 บาท	24
	20001-25000 บาท	18
	มากกว่า 25000 บาท	10

ตารางที่ 4-20 การยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปชนิดแห้งที่เติมสมุนไพรผงที่พัฒนาได้

ปัจจัยที่ศึกษา		เปอร์เซ็นต์
การยอมรับ	ยอมรับ	70
	ไม่ยอมรับ	30
การตัดสินใจซื้อ	ซื้อ	40
	ไม่แน่ใจ	30
	ไม่ซื้อ	30

ตารางที่ 4-21 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการเติมสมุนไพรชนิดต่างๆ โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

ตัวอย่างซุป	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส						
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	กลิ่นรส^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบโดยรวม^{ns}
ซุปที่เติมใบมะรุมผง 2 %	5.80 ±0.86 ^{b}	5.72 ±0.76 ^{b}	5.54 ±0.99 ^{b}	5.56 ±0.95	5.60 ±0.93 ^{a}	5.68 ±1.30	5.98 ±1.08
ซุปที่เติมใบบัวบกผง 2 %	5.64 ±0.83 ^{b}	5.58 ±0.84 ^{b}	5.88 ±1.00 ^{a}	5.86 ±1.09	5.66 ±1.21 ^{a}	5.88 ±1.10	6.18 ±1.14
ซุปที่เติมขมิ้นชันผง 1.5 %	6.30 ±1.02 ^{a}	6.22 ±0.97 ^{a}	6.10 ±1.02 ^{a}	5.70 ±0.91	5.06 ±0.89 ^{b}	5.98 ±0.96	5.86 ±0.95

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (ตารางที่ 4-21) พบว่า ซุปที่เติมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดได้คะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบในระดับชอบเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ประเภทซุป อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการของซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เติมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด พบว่า ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เติมใบมะรุมผงมีปริมาณโปรตีน เส้นใย และแคลเซียมสูงกว่าซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เติมใบบัวบกผง และขมิ้นชันผง จึงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เติมใบมะรุมผงไปตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาในขั้นตอนต่อไป

4. ผลการตรวจสอบคุณภาพของซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษา

จากการตรวจสอบคุณภาพของซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ในระหว่างการเก็บรักษา โดยนำผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ มาบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (ถุงชนิด LDPEเคลือบอะลูมิเนียมฟอยด์) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิระดับต่ำ (10±1 องศาเซลเซียส) ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา โดยสุ่มตรวจทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (2 เดือน) ในด้านต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 4-22 ถึงตารางที่ 4-24

ตารางที่ 4-22 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิห้อง (30±1°C)				อุณหภูมิระดับต่ำ (10±1°C)			
	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE
0	79.04 ± 0.20	5.02 ± 0.06	22.82 ± 0.52	-	79.04 ± 0.20	5.02 ± 0.06	22.82 ± 0.52	-
1	79.29 ± 0.25	4.04 ± 0.16	22.44 ± 0.60	1.08	79.53 ± 0.19	4.49 ± 0.21	20.97 ± 0.57	1.99
2	79.74 ± 0.24	3.06 ± 0.28	22.56 ± 0.46	2.10	79.97 ± 0.17	3.91 ± 0.45	21.06 ± 0.27	2.28
3	77.34 ± 0.08	3.50 ± 0.03	24.13 ± 0.10	2.63	76.80 ± 0.03	4.83 ± 0.03	20.89 ± 0.04	2.96
4	77.55 ± 0.00	3.04 ± 0.03	24.38 ± 0.05	2.93	76.94 ± 0.00	4.74 ± 0.03	21.70 ± 0.03	2.40
5	77.37 ± 0.04	2.66 ± 0.01	24.45 ± 0.05	3.32	76.87 ± 0.03	4.49 ± 0.01	21.34 ± 0.02	2.68
6	77.20 ± 0.05	2.74 ± 0.02	24.74 ± 0.02	3.50	76.40 ± 0.03	4.68 ± 0.02	22.43 ± 0.03	2.69
7	77.41 ± 0.03	2.27 ± 0.01	24.24 ± 0.07	3.50	77.38 ± 0.04	4.39 ± 0.01	21.34 ± 0.04	2.31
8	77.09 ± 0.03	2.41 ± 0.02	24.74 ± 0.08	3.78	76.99 ± 0.04	4.34 ± 0.02	21.76 ± 0.06	2.41

ตารางที่ 4-23 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิห้อง (30±1°C)			อุณหภูมิระดับต่ำ (10±1°C)		
	ความชื้น (%)	a_w	TBA (mg MLD/kg)	ความชื้น (%)	a_w	TBA (mg MLD/kg)
0	3.92 ± 0.40	0.304 ± 0.002	0.609 ± 0.007	3.92 ± 0.40	0.304 ± 0.002	0.609 ± 0.007
1	3.39 ± 0.00	0.306 ± 0.003	-	3.11 ± 0.07	0.309 ± 0.001	-
2	3.90 ± 0.15	0.301 ± 0.001	-	3.29 ± 0.62	0.312 ± 0.002	-
3	3.10 ± 0.05	0.298 ± 0.006	-	3.26 ± 0.24	0.295 ± 0.004	-
4	3.43 ± 0.57	0.296 ± 0.002	0.500 ± 0.033	2.94 ± 0.00	0.308 ± 0.016	0.659 ± 0.038
5	3.57 ± 0.29	0.319 ± 0.001	-	3.73 ± 0.22	0.294 ± 0.000	-
6	3.54 ± 0.27	0.290 ± 0.001	-	3.66 ± 0.38	0.298 ± 0.001	-
7	2.06 ± 0.04	0.319 ± 0.008	-	2.09 ± 0.00	0.302 ± 0.010	-
8	3.30 ± 0.03	0.304 ± 0.006	0.679 ± 0.008	3.31 ± 0.23	0.302 ± 0.006	0.694 ± 0.021

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่ได้วิเคราะห์

ตารางที่ 4-24 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิห้อง (30±1°C)			อุณหภูมิระดับต่ำ (10±1°C)		
	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Cfu/g)	*E. Coli* (Cfu/g)	ปริมาณยีสต์และรา Cfu/g)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Cfu/g)	*E. Coli* (Cfu/g)	ปริมาณยีสต์และรา (Cfu/g)
0	6.2×10^2	nd	4.3×10^3	1.0×10^3	nd	5.8×10^3
1	7.7×10^3	nd	6.2×10^3	6.3×10^3	nd	5.0×10^3
2	1.8×10^3	nd	3.1×10^3	3.4×10^3	nd	3.1×10^3
3	6.3×10^3	nd	8.3×10^3	4.4×10^3	nd	3.6×10^3
4	6.0×10^3	nd	3.7×10^3	3.7×10^3	nd	5.3×10^3
5	5.1×10^3	nd	2.9×10^3	7.5×10^3	nd	4.5×10^3
6	4.9×10^3	nd	2.9×10^3	5.3×10^3	nd	3.6×10^3
7	4.9×10^3	nd	4.6×10^3	4.2×10^3	nd	4.2×10^3
8	3.2×10^3	nd	3.8×10^3	5.9×10^3	nd	5.1×10^3

หมายเหตุ : nd หมายถึง วิเคราะห์ไม่พบ

จากผลการวิเคราะห์ค่าสี (ตารางที่ 4-22) พบว่า ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีแดง (a*) ของซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มีการเปลี่ยนแปลงน้อยเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่วนค่าความสว่างของซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิระดับต่ำ (10±1 องศาเซลเซียส) มีแนวโน้มลดลง แต่ค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเขียวมีการเปลี่ยนแปลงน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณค่าความแตกต่างของสี (ΔE) เปรียบเทียบกับตัวอย่างเริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0) พบว่า ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่า ΔE สูงกว่าซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งแสดงว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของตัวอย่างมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สอดคล้องกับ Singh, Ghosh and Patil (2003) รายงานว่า ซุปผงเสริมเห็ดและเวย์โปรตีนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 45 องศาเซลเซียส มีค่าการสะท้อนแสง (Reflectance value) ลดลงหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 8 เดือน แสดงว่าตัวอย่างมีค่าความสว่างลดลง โดยตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส มีค่าการสะท้อนแสงต่ำกว่าตัวอย่างที่เก็บที่ 30 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (ตารางที่ 4-23) พบว่า ปริมาณความชื้น ค่า a_w และค่า TBA ของซุปกึ่งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ทั้ง 2 สภาวะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากซุปกึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้นต่ำและเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานซุปกึ่งสำเร็จรูป มอก. 462-2548 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533; กระทรวงอุตสาหกรรม, 2548) ที่กำหนดให้มีปริมาณความชื้นไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ซุปกึ่งสำเร็จรูปยังมีค่า a_w ต่ำ ซึ่งค่า a_w แสดงถึงปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ จุลินทรีย์จะเริ่มเจริญเมื่อ a_w ค่ามีค่าประมาณ 0.6 (Labuza et al., 2010) ส่วนค่า TBA แสดงถึงการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน พบว่าค่า TBA มีการเปลี่ยนแปลงน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากซุปกึ่งสำเร็จรูปที่พัฒนาได้มีไขมันผงเป็นส่วนประกอบน้อย (4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด) และมีค่า a_w ต่ำ (0.290-0.319) โดยอัตราการเกิดออกซิเดชันของลิปิดลดลง ในช่วงค่า a_w 0.2-0.3 (Labuza et al., 2010)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (ตารางที่ 4-24) พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในซุปกึ่งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ทั้ง 2 สภาวะมีค่าอยู่ในช่วง 6.2×10^2 – 7.5×10^3 cfu/g ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานซุปกึ่งสำเร็จรูป มอก. 462-2548 (ไม่เกิน 10^6 cfu/g) นอกจากนี้ยังตรวจไม่พบ *E. Coli* ในตัวอย่างซุปกึ่งสำเร็จรูป ส่วนปริมาณยีสต์และราที่ตรวจพบในตัวอย่าง พบว่าส่วนใหญ่เป็นยีสต์ ส่วนรามีปริมาณน้อยกว่า 10^2 cfu/g เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ที่สภาวะการเก็บทั้ง 2 สภาวะ

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพร

1. ผลการพัฒนาแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product concept development)

จากการดำเนินการอภิปรายกลุ่ม (Focus group discussion) กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายคือผู้สูงอายุ และผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ กลุ่มละ 7 คน จำนวน 5 กลุ่ม รวมจำนวน 35 คน ประกอบด้วยผู้ร่วมอภิปรายที่เป็นผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปี ขึ้นไป) จำนวน 11 คน และผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ จำนวน 24 คน แบ่งตามอายุได้ดังนี้ อายุต่ำกว่า 20 ปี จำนวน 2 คน อายุ 21-30 ปี จำนวน 10 คน อายุ 31-40 ปี จำนวน 8 คน อายุ 41-50 ปี จำนวน 4 คน ร่วมระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวความคิดผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรในด้านต่างๆ ได้ผลดังนี้คือ ด้านชนิดของผักและสมุนไพร ผู้ร่วมอภิปรายให้ความสนใจกับการใช้ผักและสมุนไพรสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรส โดยเสนอชนิดของผักและสมุนไพรจำนวน 17 ชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี แครอท หัวไชเท้า เห็ดหอม มะเขือเทศ คะน้า กวางตุ้ง แตงกวา ฟักทอง สะระแหน่ ขิง ขมิ้น ตะไคร้ หอมแดง โหระพา ใบบัวบก และกระเพรา ด้านกลิ่นรสและรสชาติของซุปก้อนปรุงรสที่ต้องการ ผู้ร่วมอภิปรายส่วนใหญ่ต้องการให้เป็นกลิ่นรสและรสชาติตามธรรมชาติของส่วนผสมผักและสมุนไพรที่ใช้ แต่หากจำเป็นต้องมีการปรุง

แต่งก็ให้ใช้ปริมาณน้อย โดยต้องการนำซุปก้อนปรุงรสไปใช้ในการปรุงอาหารไทย ประเภทแกงจืด แกงเลียง หรือต้มยำ ทั้งนี้สิ่งที่ไม่พึงประสงค์จากซุปก้อนปรุงรสเรียงลำดับตามความถี่จากไม่พึงประสงค์มากที่สุดไปน้อยที่สุด ได้แก่ มีการใช้วัสดุปรุงแต่งกลิ่น กลิ่นรส หรือรสชาติ เช่น ใช้กลิ่นรสสังเคราะห์ ใช้ผงชูรส มีการใช้วัตถุกันเสียร่วมด้วย และรสชาติไม่อร่อย

ผลสรุปจาก Focus group discussion เพื่อใช้เป็นแนวความคิดผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรมีดังนี้คือ ผลิตซุปก้อนปรุงรสที่มีส่วนผสมของผักและสมุนไพร ได้แก่ กะหล่ำปลี แครอท หัวไชเท้า เห็ดหอม มะเขือเทศ คะน้า กวางตุ้ง แตงกวา ฟักทอง สะระแหน่ ขิง ขมิ้น ตะไคร้ หอมแดง โหระพา ใบบัวบก และกระเพรา โดยให้มีกลิ่นรสและรสชาติตามธรรมชาติของส่วนผสมผักและสมุนไพรที่ใช้มากที่สุด แต่หากจำเป็นต้องมีการปรุงแต่งก็ให้ใช้ปริมาณน้อย โดยสามารถใช้ซุปก้อนปรุงรสสำหรับอาหารไทยได้ สิ่งที่ควรระวังในการพัฒนาสูตรคือ ไม่ควรใช้วัสดุปรุงแต่งและวัตถุกันเสีย และควรพัฒนาสูตรให้มีรสชาติเป็นที่ยอมรับ

2. ผลการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product idea screening)

ผลการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธี pass / fail screening แสดงดังตารางที่ 4-25 พบว่า ผักและสมุนไพรที่ผ่านการคัดเลือกตามเกณฑ์ด้านความเข้ากันได้กับผลิตภัณฑ์ซุปก้อน ความยากง่ายในการจัดหาวัตถุดิบ/ผลิต และคุณค่าทางโภชนาการ มีจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี แครอท หัวไชเท้า เห็ดหอม มะเขือเทศ ขิง ขมิ้น ตะไคร้ หอมแดง และใบบัวบก ลักษณะของซุปก้อนที่ผ่านการคัดเลือก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยม สามารถละลายน้ำได้ดี มีรสธรรมชาติ และปรุงแต่งรสชาติเล็กน้อย

ตารางที่ 4-25 การคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ด้านชนิดของผักสมุนไพรและลักษณะของซุปก้อน โดยใช้วิธี pass / fail screening

	ประเด็นพิจารณา	ความเข้ากันได้	ความยากง่าย	คุณค่าทางโภชนาการ	สรุป
ชนิดของผักสมุนไพร	กะหล่ำปลี	P	P	P	P
	แครอท	P	P	P	P
	หัวไชเท้า	P	P	P	P
	เห็ดหอม	P	P	P	P
	มะเขือเทศ	P	P	P	P
	คะน้า	F	P	P	F
	กวางตุ้ง	F	P	P	F
	แตงกวา	F	P	P	F
	ฟักทอง	F	P	P	F
	สะระแหน่	F	P	P	F
	ขิง	P	P	P	P
	ขมิ้น	P	P	P	P
	ตะไคร้	P	P	P	P
	หอมแดง	P	P	P	P
	โหระพา	F	P	P	F
	ใบบัวบก	P	P	P	P
	กระเพรา	F	P	P	F
ลักษณะของซุปก้อน	ก้อนกลม	P	F	P	F
	ก้อนสี่เหลี่ยม	P	P	P	P
	ละลายน้ำได้ง่าย	P	P	P	P
	รสธรรมชาติ	P	P	P	P
	ปรุงรสชาติเล็กน้อย	P	P	P	P
	ใช้กลิ่นรสสังเคราะห์	P	P	F	F
	มีคุณค่าทางโภชนาการ	P	P	P	P

หมายเหตุ P หมายถึง Pass (ผ่าน) และ F หมายถึง Fail (ไม่ผ่าน)

เมื่อนำมาสอบถามกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายได้แก่ ผู้สูงอายุ และผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ จำนวน 50 คน โดยการทำแบบสอบถาม พบว่า ผักและสมุนไพรที่ผู้บริโภคเลือกมีความใกล้เคียงกันกับผลที่ได้จากวิธี pass / fail screening แต่เหลือจำนวนชนิดผักและผลไม้น้อยลง ได้แก่ กะหล่ำปลี เห็ดหอม มะเขือเทศ ขิง และใบบัวบก โดยลักษณะของซุปก้อนที่ผู้บริโภคเลือกเหมือนกับผลที่ได้จากวิธี pass / fail screening รายละเอียดผลการดำเนินการดังนี้

1) ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

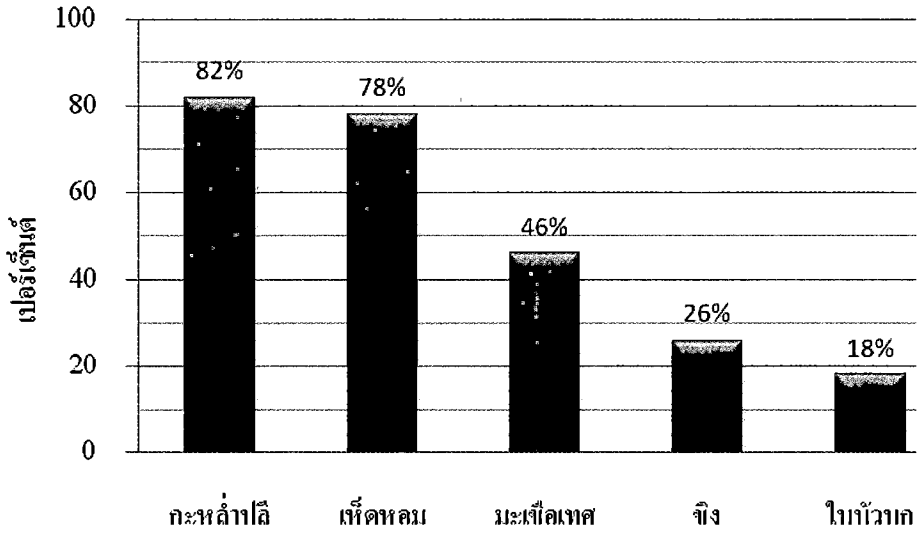
ผลการสำรวจลักษณะทางประชากรศาสตร์ของของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นตัวแทนของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย แสดงดังตารางที่ 4-26 พบว่า ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ 62 เปอร์เซ็นต์ แบ่งตามอายุได้ดังนี้ อายุต่ำกว่า 20 ปี 6 เปอร์เซ็นต์ อายุ 21-30 ปี จำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ อายุ 31-40 ปี 40 เปอร์เซ็นต์ อายุ 41-50 ปี 34 เปอร์เซ็นต์ อายุระหว่าง 21-40 ปี 53.57เปอร์เซ็นต์ และ ผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) 38เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาตั้งแต่มัธยมศึกษาขึ้นไป 52% ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพในกลุ่มเกษตรกร พนักงานบริษัทเอกชน และค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว 78เปอร์เซ็นต์ และมีรายได้มากกว่า 10,000 บาท/เดือน คิดเป็น 78 เปอร์เซ็นต์

2) ความต้องการด้านชนิดผักสมุนไพรและลักษณะของซุปก้อน

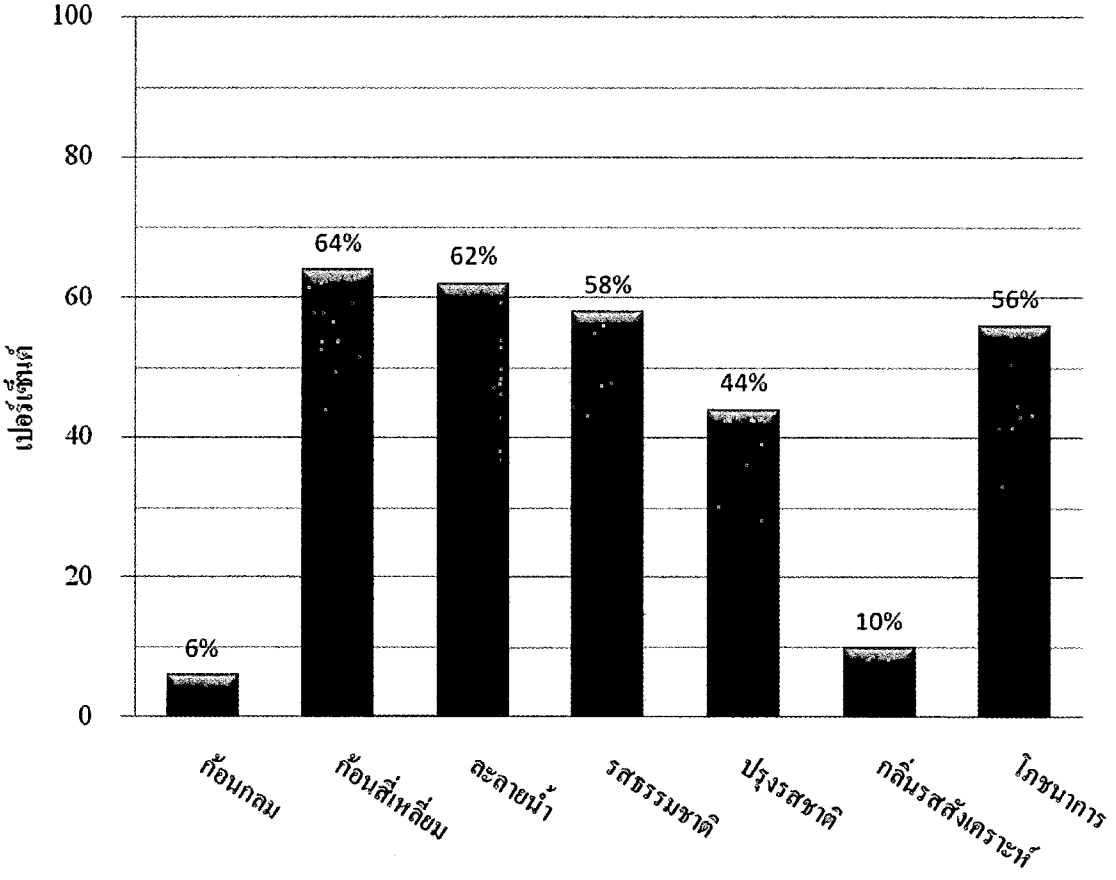
ชนิดผักสมุนไพรที่ผู้บริโภคต้องการให้ใช้เป็นส่วนประกอบในซุปก้อนมากที่สุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ กะหล่ำปลี (82%) รองลงมาได้แก่ เห็ดหอม (78%) มะเขือเทศ (46%) ขิง (26%) และใบบัวบก (18%) ตามลำดับ โดยลักษณะของซุปก้อนที่ผู้บริโภคต้องการยังคงสอดคล้องกับผลที่ได้จากการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธี pass / fail screening โดยลักษณะของซุปก้อนที่ผู้บริโภคต้องการเรียงลำดับจากการให้ความสำคัญมากไปน้อยได้ดังนี้ ต้องการให้ผลิตภัณฑ์ซุปก้อนมีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมขนาดใกล้เคียงกับที่จำหน่ายในท้องตลาด (64%) สามารถละลายน้ำได้ดี (62%) มีรสธรรมชาติ (58%) มีคุณค่าทางโภชนาการ (56%) สามารถปรุงแต่งรสชาติได้เล็กน้อย (44%) สามารถใช้กลิ่นรสสังเคราะห์ได้ (10%) และมีลักษณะก้อนกลม (6%) แสดงดังภาพที่ 4-5 และภาพที่ 4-6

ตารางที่ 4-26 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภค

	ลักษณะทางประชากรศาสตร์	เปอร์เซ็นต์
เพศ	ชาย	25
	หญิง	75
สถานะ	ผู้สูงอายุ	38
	ผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ	62
อายุของผู้ปรุงอาหาร	น้อยกว่า 20	6
	21-30 ปี	20
	31-40 ปี	40
	41-50 ปี	34
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่ามัธยม	48
	มัธยม	12
	ปวช./ ปวส.	10
	ปริญญาตรี	22
	สูงกว่าปริญญาตรี	8
อาชีพ	นักเรียน/ นิสิต/ นักศึกษา	6
	เกษตรกร/ ประมง	26
	ข้าราชการ/ พนักงานรัฐไวรัสหกิจ	10
	พนักงานบริษัทเอกชน	30
	ค้าขาย/ ธุรกิจส่วนตัว	22
	อื่นๆ	6
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	น้อยกว่า 5000 บาท	6
	5001-10000 บาท	18
	10001-15000 บาท	36
	15001-20000 บาท	22
	20001-25000 บาท	2
	มากกว่า 25000 บาท	18



ภาพที่ 4-5 ชนิดผักสมุนไพรที่ผู้บริโภคต้องการ

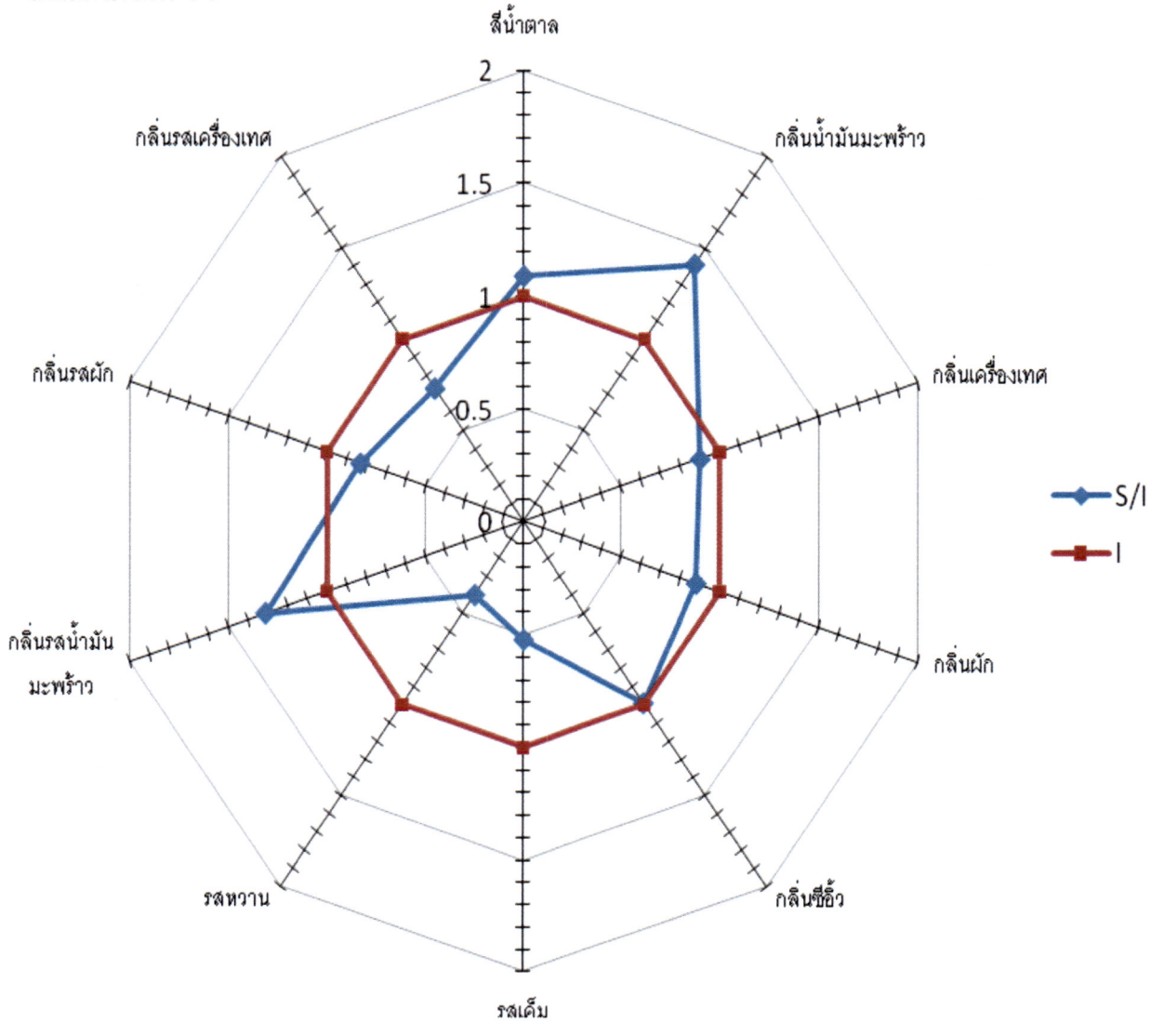


ภาพที่ 4-6 ลักษณะของซุปก้อนที่ผู้บริโภคต้องการ

3. ผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype product development)

3.1 ผลการสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์ (Product profile)

จากการผลิตซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรสูตรต้นแบบ โดยมีการปรับสูตรให้สอดคล้องกับแนวความคิดผลิตภัณฑ์ และนำผลิตภัณฑ์มาละลายในน้ำแล้วต้มเดือดได้เป็นน้ำซุป แล้วทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี RPT เพื่อทดสอบเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ด้านสี (สีน้ำตาล) กลิ่น (กลิ่นน้ำมันมะพร้าว กลิ่นเครื่องเทศ กลิ่นผัก กลิ่นซีอิ้ว) รสชาติ (รสเค็ม รสหวาน) กลิ่นรส (กลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว กลิ่นรสผัก กลิ่นรสเครื่องเทศ) (S) ร่วมกับการให้ผู้ทดสอบให้ค่าความเข้มในอุดมคติ (I) ได้ผลดังภาพที่ 4-7



ภาพที่ 4-7 เค้าโครงผลิตภัณฑ์ (S/I) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธี RPT กับผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสสูตรต้นแบบ

จากภาพที่ 4-7 แสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์จากค่าสัดส่วนของค่าความเข้มของคุณลักษณะด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ของตัวอย่างกับค่าความเข้มในอุดมคติ (S/I) ซึ่งมีค่าดังนี้ สีน้ำตาลเท่ากับ 1.09 กลิ่นน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 1.41 กลิ่นเครื่องเทศเท่ากับ 0.9 กลิ่นผักเท่ากับ0.88 กลิ่นซีอิ้วเท่ากับ 0.99 รสเค็มเท่ากับ 0.52 รสหวานเท่ากับ 0.40 กลิ่นรสน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 1.31 กลิ่นรสผักเท่ากับ 0.83 และกลิ่นรสเครื่องเทศเท่ากับ 0.73 โดยหากพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าหากค่า S/I เท่ากับ 1.0 ± 0.2 หมายถึง ไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มของคุณลักษณะนั้น หากค่า S/I มากกว่า 1.0 ± 0.2 แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะนั้นคือต้องลดความเข้มของคุณลักษณะลง และหากค่า S/I น้อยกว่า 1.0 ± 0.2 แนวทางการพัฒนาคุณลักษณะนั้นคือต้องเพิ่มความเข้มของคุณลักษณะขึ้น ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าควรปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ดังนี้คือ

- กลิ่นน้ำมันมะพร้าว ควรลดความเข้มลง โดยลดปริมาณน้ำมันมะพร้าว
- กลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว ควรลดความเข้มลง โดยลดปริมาณน้ำมันมะพร้าว
- รสเค็ม ควรเพิ่มความเข้มขึ้น โดยเพิ่มปริมาณซีอิ๊วขาว
- รสหวาน ควรเพิ่มความเข้มขึ้น โดยเพิ่มปริมาณน้ำตาล
- กลิ่นรสเครื่องเทศ ควรเพิ่มความเข้มขึ้น โดยเพิ่มปริมาณพริกไทย

3.2 ผลการศึกษาปริมาณการเติมน้ำมันมะพร้าวที่เหมาะสม

จากการแปรอัตราส่วนของน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวในส่วนผสมเครื่องปรุงรสที่ใช้ในการผลิตซุปก้อนปรุงรส ในอัตราส่วนน้ำมันปาล์มต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 20:5 (สูตรควบคุม) 21:4 22:3 23:2 และ 24:1 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำซุปก้อน ละลายในน้ำ ต้มให้เดือด แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านกลิ่นน้ำมันมะพร้าวและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว ร่วมกับการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติและความชอบโดยรวม ได้ผลดังตารางที่ 4-27 และตารางที่ 4-28

ตารางที่ 4-27 พบว่า จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธี RPT ค่า S/I ด้านกลิ่นน้ำมันมะพร้าวและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าวให้ผลสอดคล้องกัน กล่าวคือซุปก้อนสูตรที่มีค่า S/I อยู่ในช่วง 1.0 ± 0.2 ได้แก่สูตรที่ใช้น้ำมันปาล์มต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 22:3 23:2 และ 24:1 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่า S/I อยู่ในช่วง 0.96-1.10 และ 0.91-1.13 สำหรับกลิ่นน้ำมะพร้าวและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มค่า S/I ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4-28 พบว่า การแปรปริมาณน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวแตกต่างกันไม่มีผลต่อความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และรสชาติของซุปก้อนปรุงรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีผลต่อความชอบด้านกลิ่น กลิ่นรสและความชอบโดยรวม โดยพบว่าซุปก้อนปรุงรสที่ใช้น้ำมันปาล์มต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 23:2 และ 24:1 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมสูงที่สุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยซุปก้อนปรุงรสที่ใช้น้ำมันปาล์มต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 23:2 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมมีคะแนนเท่ากับ 7.61 7.53 และ 7.24 ตามลำดับ และซุปก้อนปรุงรสที่ใช้น้ำมันปาล์มต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 24:1 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมมีคะแนนเท่ากับ 7.58 7.24 และ 7.12 ตามลำดับ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการลดปริมาณน้ำมันมะพร้าวเหลือเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้แนวโน้มการยอมรับลดลงเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากมีกลิ่นและกลิ่นรสจางเกินไปจนผู้บริโภคไม่สามารถรับรู้ได้ว่าเป็นกลิ่นอะไร

จากเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ว่าเลือกสูตรที่ทำให้ได้ค่า S/I ด้านกลิ่นน้ำมันมะพร้าวและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าวอยู่ในช่วง 1.0 ± 0.2 และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอย่างน้อย 6 คะแนน จึงเลือกสูตรที่ใช้น้ำมันปาล์มต่อน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 23:2 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีค่า S/I ด้านกลิ่นน้ำมันมะพร้าวและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าวเท่ากับ 1.02 และ 0.99 ตามลำดับ และได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมสูงที่สุดโดยมีคะแนนเท่ากับ 7.61 7.53 และ 7.24 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบปานกลาง

ตารางที่ 4-27 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวโดยใช้วิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านกลิ่นน้ำมันมะพร้าวและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว

น้ำมันปาล์ม (%)	น้ำมันมะพร้าว (%)	กลิ่นน้ำมันมะพร้าว			กลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว		
		S	I	S/I	S	I	S/I
20	5	8.12±0.10	5.67±0.12	1.43±0.80^{b}	7.87±0.15	5.92±0.09	1.33±0.49^{d}
21	4	7.08±0.12	5.67±0.12	1.27±0.87^{b}	7.11±.09	5.92±0.09	1.27±0.81^{c}
22	3	6.24±1.01	5.67±0.12	1.10±0.89^{ab}	6.71±1.10	5.92±0.09	1.13±0.27^{b}
23	2	5.76±0.67	5.67±0.12	1.02±0.78^{a}	5.86±0.89	5.92±0.09	0.99±0.78^{a}
24	1	5.45±0.59	5.67±0.12	0.96±1.10^{a}	5.41±1.01	5.92±0.09	0.91±1.14^{a}

a, b, c,... หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4-28 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

น้ำมันปาล์ม (%)	น้ำมันมะพร้าว (%)	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส					
		ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น	กลิ่นรส	รสชาติ^{ns}	ความชอบโดยรวม
20	5	6.54±0.78	7.24±0.89	5.75±0.80^{d}	5.12±0.81^{c}	6.10±1.01	5.01±0.74^{d}
21	4	6.49±0.66	7.41±1.12	6.10±0.87^{c}	6.15±1.10^{b}	6.12±1.16	6.07±0.71^{c}
22	3	6.74±0.81	7.04±0.74	6.95±1.37^{b}	6.45±1.04^{b}	6.24±0.90	6.54±0.38^{b}
23	2	6.42±0.69	7.12±0.61	7.61±0.89^{a}	7.53±1.01^{a}	6.19±0.97	7.24±0.12^{ab}
24	1	6.38±0.70	7.11±0.81	7.58±0.77^{a}	7.24±0.98^{a}	6.21±0.67	7.12±0.78^{a}

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ตัวเลขในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

3.3 ผลการศึกษาปริมาณการเติมน้ำตาลและซีอิ๊วขาวที่เหมาะสม

จากการแปรปริมาณน้ำตาลเป็น 5 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และซีอิ้วขาวเป็น 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนผสมเครื่องปรุงรสที่ใช้ในการผลิตซุปก้อนปรุงรสและเปรียบเทียบกับการใช้น้ำตาลและซีอิ๊วขาว เท่ากับ 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สูตรควบคุม) แล้วนำซุปก้อน ละลายในน้ำ ต้มให้เดือด แล้ว นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านรสเค็มและ รสหวาน ร่วมกับการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติและความชอบโดยรวม ได้ผลดังตารางที่ 4-29 และตารางที่ 4-30

ตารางที่ 4-29 พบว่า จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธี RPT ค่า S/I ด้านรสเค็ม พบว่า การเพิ่มปริมาณซีอิ๊วขาวจาก 5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ความเข้มด้านรส เค็มเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่า S/I มีค่าเพิ่มขึ้นจนอยู่ในช่วง 1.01-1.20 โดยมีค่า S/I ไม่แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ สำหรับด้านรสหวานพบว่า การเพิ่มปริมาณน้ำตาลจาก 4 เปอร์เซ็นต์ เป็น 6 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ความเข้มด้านรสหวานเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่า S/I มีค่าเพิ่มขึ้นจนอยู่ในช่วง 0.91-0.93 โดยมีค่า S/I ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ตารางที่ 4-30 พบว่า การแปรปริมาณ น้ำตาลและซีอิ๊วขาวแตกต่างกันไม่มีผลต่อความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และกลิ่นรสของซุป ก้อนปรุงรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีผลต่อความชอบด้านรสชาติและความชอบ โดยรวม โดยพบว่าซุปก้อนปรุงรสที่ใช้น้ำตาลร่วมกับซีอิ๊วขาวอย่างละ 6 เปอร์เซ็นต์ และที่ใช้น้ำตาล ร่วมกับซีอิ๊วขาวเท่ากับ 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงที่สุดไม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เท่ากับ 7.10 และ 7.01 ตามลำดับ และพบว่าซุป ก้อนปรุงรสจำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ใช้น้ำตาลร่วมกับซีอิ๊วขาว 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ใช้ น้ำตาลร่วมกับซีอิ๊วขาว 6 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ใช้น้ำตาลร่วมกับซีอิ๊วขาว 6 และ 7 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เท่ากับ 7.41 7.45 และ 7.40 ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำตาลและซีอิ๊วขาว เพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุมมีแนวโน้มทำให้ผู้บริโภคยอมรับในรสชาติของซุปก้อนปรุงรสมากขึ้น อย่างไรก็ ตามสัดส่วนของน้ำตาลและซีอิ๊วขาวซึ่งให้รสหวานและเค็มต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสมกันด้วย จาก ผลการทดลองจะเป็นได้ว่าการใช้น้ำตาลและซีอิ๊วขาวในสัดส่วน 1:1 สามารถปรับปรุงรสชาติให้เ ยอมรับมากกว่าสัดส่วนอื่น

จากเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ว่าเลือกสูตรที่ทำให้ได้ค่า S/I ด้านรสเค็มและรสหวานอยู่ ในช่วง 1.0 ± 0.2 และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอย่างน้อย 6 คะแนน จึงเลือกสูตรที่ใช้น้ำตาล และซีอิ๊วขาวอย่างละ 6 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน เนื่องจากมีค่า S/I ด้านรสเค็มและรสหวานเท่ากับ 1.01 และ 0.93 ตามลำดับ และได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุดโดยมี คะแนนเท่ากับ 7.10 และ 7.45 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบปานกลาง

3.4 ผลการศึกษาปริมาณการเติมพริกไทยที่เหมาะสม

จากการแปรปริมาณพริกไทยเป็น 0.5 (ควบคุม) 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนผสมเครื่องปรุงรสที่ใช้ในการผลิตซุปก้อนปรุงรส แล้วนำซุปก้อน ละลายในน้ำ ต้มให้เดือด แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทดสอบโดยวิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศร่วมกับการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติและความชอบโดยรวม ได้ผลดังตารางที่ 4-31 และตารางที่ 4-32

ตารางที่ 4-31 พบว่า จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธี RPT ค่า S/I ด้านกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศให้ผลสอดคล้องกัน กล่าวคือซุปก้อนที่มีการเติมพริกไทยมากขึ้นมีแนวโน้มความเข้มกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศมากขึ้นทำให้เข้าใกล้ค่าในอุดมคติมากขึ้น โดยพบว่า สูตรที่เติมพริกไทย 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่า S/I ด้านกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศใกล้เคียง 1.0 มากที่สุด สำหรับซุปก้อนปรุงรสที่เติมพริกไทย 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่า S/I ด้านกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศ เท่ากับ 0.97 และ 1.04 ตามลำดับ ส่วนซุปก้อนปรุงรสที่เติมพริกไทย 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่า S/I ด้านกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศ เท่ากับ 1.12 และ 1.20 ตามลำดับ ตารางที่ 4-32 พบว่า การแปรปริมาณพริกไทยแตกต่างกันไม่มีผลต่อความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และรสชาติของซุปก้อนปรุงรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่มีผลต่อความชอบด้านกลิ่น กลิ่นรสและความชอบโดยรวม โดยพบว่าซุปก้อนปรุงรสที่เติมพริกไทยปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($p<0.05$) โดยได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมมีคะแนนเท่ากับ 7.69 7.84 และ 7.85 ตามลำดับ จากเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้ว่าเลือกสูตรที่ทำให้ได้ค่า S/I ด้านกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศอยู่ในช่วง 1.0 ± 0.2 และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอย่างน้อย 6 คะแนน จึงเลือกสูตรที่เติมพริกไทย 1.5 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน เนื่องจากมีค่า S/I ด้านกลิ่นเครื่องเทศ และกลิ่นรสเครื่องเทศใกล้เคียง 1 มากที่สุดและได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นเครื่องเทศ กลิ่นรสเครื่องเทศและความชอบโดยรวมสูงที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลาง

ตารางที่ 4-29 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณน้ำตาลและซีอิ๊วขาวโดยใช้วิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านรสเค็มและรสหวาน

น้ำตาล (%)	ซีอิ๊วขาว (%)	รสเค็ม			รสหวาน		
		S	I	S/I	S	I	S/I
4	5	2.11±0.21	4.02±0.32	0.52±0.85[b]	2.61±0.11	7.11±0.10	0.37±0.49[c]
5	6	4.12±0.18	4.02±0.32	1.01±0.17[a]	5.41±.08	7.11±0.10	0.77±0.81[b]
5	7	4.22±0.17	4.02±0.32	1.04±0.81[a]	5.51±0.11	7.11±0.10	0.76±0.27[b]
6	6	4.13±0.72	4.02±0.32	1.01±0.29[a]	6.51±0.91	7.11±0.10	0.93±0.78[a]
6	7	4.91±0.51	4.02±0.32	1.20±0.45[a]	6.50±0.08	7.11±0.10	0.91±1.14[a]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4-30 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณน้ำตาลและซีอิ๊วขาวโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

น้ำตาล (%)	ซีอิ๊วขาว (%)	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส					
		ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	กลิ่นรส^{ns}	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
4	5	6.54±0.78	7.24±0.89	7.47±1.10	7.53±0.82	6.10±1.11^{b}	7.15±0.74^{b}
5	6	6.49±0.66	7.41±1.12	7.54±0.81	7.25±1.00	6.45±1.06^{b}	7.27±0.71^{b}
5	7	6.74±0.81	7.04±0.74	7.49±0.71	7.45±1.12	6.56±0.92^{b}	7.41±0.38^{a}
6	6	6.42±0.69	7.12±0.61	7.60±0.79	7.51±1.10	7.10±0.94^{a}	7.45±0.12^{a}
6	7	6.38±0.70	7.11±0.81	7.59±0.79	7.41±0.99	7.01±0.69^{a}	7.40±0.78^{a}

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ตัวเลขในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่าง

ตารางที่ 4-31 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณพริกไทยโดยใช้วิธี Ratio Profile Test (RPT) ด้านกลิ่นเครื่องเทศและกลิ่นรสเครื่องเทศ

พริกไทย (%)	กลิ่นเครื่องเทศ			กลิ่นรสเครื่องเทศ		
	S	I	S/I	S	I	S/I
0.5	2.50±0.21	2.78±0.15	0.90±0.67^{b}	3.10±0.29	4.25±0.16	0.73±0.21^{c}
1.0	2.61±0.24	2.78±0.15	0.94±0.21^{b}	3.61±0.12	4.25±0.16	0.85±0.19^{b}
1.5	2.72±0.25	2.78±0.15	0.97±0.27^{b}	4.42±0.23	4.25±0.16	1.04±0.45^{b}
2.0	3.10±0.52	2.78±0.15	1.12±0.24^{a}	5.12±0.42	4.25±0.16	1.20±0.81^{a}

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4-32 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่แปรปริมาณพริกไทยโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

พริกไทย (%)	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ[ns]	สี[ns]	กลิ่น	กลิ่นรส	รสชาติ[ns]	ความชอบโดยรวม
0.5	6.42±0.69	7.12±0.63	7.60±0.79[b]	7.51±0.18[b]	7.10±0.84	7.45±0.29[b]
1.0	6.44±0.66	7.14±0.82	7.54±0.81[b]	7.55±0.40[b]	7.12±0.96	7.47±0.23[b]
1.5	6.54±0.89	7.24±0.24	7.69±0.71[a]	7.84±0.82[a]	7.26±0.94	7.85±0.18[a]
2.0	6.49±0.79	7.32±0.41	7.50±0.79[b]	7.41±0.18[b]	7.14±0.14	7.43±0.19[a]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

[ns] หมายถึง ตัวเลขในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4-33 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมและเติมใบบัวบกผงและขิงผงโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

ชนิดของสมุนไพร	ปริมาณสมุนไพร (%น้ำหนักผักผง)	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส					
		ลักษณะปรากฏ[ns]	สี	กลิ่น	กลิ่นรส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
ไม่เติม	ไม่เติม	6.55±0.81	7.19±0.21[a]	7.20±0.25[a]	7.64±0.26[a]	7.14±0.54[a]	7.43±0.38[a]
ใบบัวบกผง	5	6.55±0.72	6.28±0.44[c]	6.01±0.54[c]	6.35 ± 0.25[c]	5.42 ± 0.91[d]	5.98 ± 0.81[d]
	10	6.45±0.61	6.10±1.50[c]	5.50±0.82[d]	5.23 ± 0.59[d]	5.13 ± 0.46[e]	5.12 ± 0.39[e]
ขิงผง	5	6.64±0.91	6.50±1.04[b]	7.01±0.57[a]	7.14 ± 0.48[ab]	6.02 ± 0.42[b]	6.48 ± 0.89[b]
	10	6.42±0.60	6.38±1.11[b]	6.85±0.41[b]	7.16 ± 0.56[ab]	5.72 ± 0.36[c]	6.12 ± 0.57[c]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

[ns] หมายถึง ตัวเลขในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

5. ผลการศึกษาหาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสม

จากการเติมสมุนไพร 2 ชนิด คือ ใบบัวบกผงและขิงผง โดยแปรปริมาณการเติมเพิ่มเข้าไปในสูตร 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผักผงทั้งหมด ผลิตซุปก้อนตามวิธีที่กำหนด เตรียมตัวอย่างโดยนำซุปก้อนมาละลายในน้ำ ต้มให้เดือด แล้วนำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ได้ผลดังตารางที่ 4-33 จากตารางพบว่า ชนิดและปริมาณการเติมสมุนไพรมีผลต่อความชอบของซุปที่เตรียมจากซุปก้อนทุกด้าน ยกเว้นด้านลักษณะปรากฏ ($p < 0.05$) โดยซุปก้อนปรุงรสสูตรควบคุมที่ไม่เติมสมุนไพรเพิ่ม ได้รับคะแนนความชอบทุกด้านสูงที่สุด แต่จากแนวความคิดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเติมสมุนไพรลงไปในส่วนผสมด้วยและจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าเลือกสูตรที่ทำให้ได้คะแนนความชอบโดยรวมอย่างน้อย 6 คะแนนขึ้นไป ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบให้คะแนนระดับชอบเล็กน้อย พบว่า ซุปก้อนปรุงรสที่เติมขิงผง 5% ของน้ำหนักผักผงทั้งหมด ได้รับคะแนนความชอบทุกด้านสูงกว่าซุปก้อนปรุงรสสูตรอื่นที่เติมสมุนไพรผงเพิ่ม ($p<0.05$) โดยได้คะแนนอยู่ในช่วง 6.02-7.14 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.48) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขิงมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวซึ่งเกิดจากมีส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งมีสารสำคัญพวก Sesquiterpene hydrocarbon Sesquiterpene alcohols และ Monoterpenoids อย่างไรก็ตามหากใช้ขิงในปริมาณมากอาจรู้สึกถึงความเผ็ดร้อนและกลิ่นฉุน ซึ่งเป็นผลจากขิงมีสาร Oleoresin ด้วย (สุพจน์ คิลานเภสัช, 2543) พบแนวโน้มว่าการเติมใบบัวบกผงเพิ่มขึ้นทำให้ได้รับคะแนนความชอบลดลง โดยเฉพาะด้านกลิ่นและกลิ่นรส เนื่องมาจากใบบัวบกมีลักษณะเหม็นเขียวเล็กน้อย ผู้ทดสอบจึงรับรู้ถึงกลิ่นและกลิ่นรสดังกล่าวได้

ความสามารถในการละลายเป็นคุณภาพหนึ่งที่มีความสำคัญกับการใช้งานซุปก้อนปรุงรส ในการทดลองนี้พิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการละลายซุปก้อนปรุงรสในน้ำเดือด หากใช้เวลาน้อยในการละลายซุปก้อนจนหมด โดยซุปไม่มีการเกาะตัวกัน แสดงถึงซุปก้อนปรุงรสมีความสามารถในการละลายดี จากผลการทดลองพบว่า ซุปก้อนปรุงรสสามารถละลายได้ดีน้ำเดือด จากตารางที่ 4-34 พบว่าทุกซุปก้อนที่เติมสมุนไพรใช้เวลาในการละลายหมดอยู่ในช่วง 275 – 330 วินาที แต่อย่างไรก็ตามใช้เวลาในการละลายมากกว่าซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมสมุนไพรที่พบว่าใช้เวลาในการละลายหมดประมาณ 240 วินาที อาจเนื่องมาจากซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนานี้มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นของแข็งพวกผักและสมุนไพรผง ซึ่งสามารถจับตัวกันเป็นก้อนแน่นโดยมีน้ำมันเป็นตัวเชื่อมผสาน ในขณะที่ซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมสมุนไพรมีส่วนผสมที่เป็นของแข็งในปริมาณน้อยกว่า จากผลการทดลองพบว่าการเติมใบบัวบกผงและขิงผงเพิ่มในซุปก้อนในปริมาณ 10% ของน้ำหนักผักผงทั้งหมด ทำให้ใช้เวลาในการละลายมากกว่าสิ่งทดลองอื่น อาจเนื่องมาจากการเติมส่วนผสมที่เป็นของแข็งเพิ่มเข้าไปในสูตร ทำให้ไปรวมตัวกับส่วนผสมอื่นๆและโดยจับกันแน่นขึ้น ทำให้ต้องใช้เวลาในการละลายเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบข้อสังเกตว่าซุปก้อนปรุงรสที่ผลิตได้ไม่สามารถละลายได้ในน้ำที่อุณหภูมิห้อง อาจเนื่องมาจาก

มีส่วนผสมของน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว ทำให้ยังคงจับตัวกันเป็นก้อน ไม่แตกตัวแม้ละลายน้ำ จึงต้องนำมาละลายในน้ำเดือด จากตารางที่ 4-35 ซุปก้อนปรุงรสทุกสิ่งทดลองมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 5.22-6.22% ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเติมผงสมุนไพรเพิ่มขึ้นในสูตรมีผลให้ซุปก้อนปรุงรสมีปริมาณความชื้นลดลง ($p<0.05$) อาจเป็นผลเนื่องจากเป็นการเพิ่มปริมาณของแข็งให้ส่วนผสมทำให้มีโอกาสไปรวมตัวกับน้ำอิสระที่มีอยู่ในส่วนผสม ทำให้ปริมาณน้ำอิสระลดลง จึงวิเคราะห์ปริมาณความชื้นได้ลดลง ทั้งนี้สอดคล้องกับค่า a_w ที่พบว่า การเติมผงสมุนไพรเพิ่มขึ้นในสูตรมีผลให้ซุปก้อนปรุงรสมีค่า a_w ลดลง ($p<0.05$) จาก 0.68 เหลือประมาณ 0.63 จากตารางที่ 4-36 พบว่า การเติมใบบัวบกผงเพิ่มขึ้นทำให้ซุปก้อนมีค่าสีเขียว (a*ติดลบ) เพิ่มขึ้น ในขณะที่การเติมขิงผงเพิ่มขึ้นทำให้ซุปก้อนมีค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น สำหรับค่าความสว่าง พบว่า ซุปก้อนที่เติมขิงผงมีค่าความสว่าง (L*) มากกว่าที่เติมใบบัวบกผง ทั้งนี้เป็นผลจากใบบัวบกผงมีสีเขียว การเติมเพิ่มในซุปก้อนจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์ซุปก้อนมีสีเขียวเพิ่มขึ้น ในขณะที่ขิงผงมีสีเหลืองอ่อน และมีความสว่าง การเติมเพิ่มในซุปก้อนจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์ซุปก้อนมีสีเหลืองและความสว่างเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4-34 ความสามารถในการละลายของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมและเติมใบบัวบกและขิงผง

ชนิดของสมุนไพร	ปริมาณสมุนไพร (%น้ำหนักผักผง)	ความสามารถในการละลาย (วินาที)
ไม่เติม	ไม่เติม	240 ± 10^{a}
ใบบัวบกผง	5	290 ± 12^{b}
	10	330 ± 15^{c}
ขิงผง	5	275 ± 21^{b}
	10	310 ± 19^{c}

$^{a, b, c,...}$ หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4-35 ปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมและเติมใบบัวบกผงและขิงผง

ชนิดของสมุนไพร	ปริมาณสมุนไพร (%น้ำหนักผักผง)	ความชื้น (%)	a_w
ไม่เติม	ไม่เติม	6.22 ± 1.12 [a]	0.680 ± 0.011 [a]
ใบบัวบกผง	5	6.27 ± 1.01 [a]	0.671 ± 0.011 [a]
	10	5.30 ± 1.21 [b]	0.665 ± 0.005 [b]
ขิงผง	5	6.32 ± 1.31 [a]	0.674 ± 0.008 [a]
	10	5.22 ± 1.24 [b]	0.632 ± 0.004 [b]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4-36 ค่าสี L* a* และ b* ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่ไม่เติมและเติมใบบัวบกผงและขิงผง

ชนิดของสมุนไพร	ปริมาณสมุนไพร (% น้ำหนักผักผง)	L*	a*	b*
ไม่เติม	ไม่เติม	27.54 ± 0.15 [a]	5.31 ± 0.22 [a]	13.87 ± 0.11 [b]
ใบบัวบกผง	5	19.50 ± 0.35 [b]	-2.27 ± 0.41 [b]	10.01 ± 0.24 [c]
	10	19.45 ± 0.25 [b]	-4.30 ± 0.54 [c]	9.98 ± 0.32 [c]
ขิงผง	5	26.54 ± 0.53 [a]	5.35 ± 0.31 [a]	12.30 ± 0.61 [b]
rtrtyr	10	25.31 ± 0.41 [a]	5.42 ± 0.45 [a]	19.32 ± 0.45 [a]

[a, b, c,...] หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาแล้ว

ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ที่เลือกได้จากข้อ 3 ซึ่งมีการเติมขิงผง 5% ของน้ำหนักผักผงทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 4-8 และสามารถสรุปสูตรซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้แสดงดังตารางที่ 4-37 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 4-38 และ 4-39 ตามลำดับ

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 4-8 ลักษณะของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้ (ก) เมื่อห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ (ข) และน้ำซุปที่ได้จากการนำมาละลายกับน้ำเดือด (ค)

ตารางที่ 4-37 ปริมาณส่วนผสมซุปก้อนปรุงรสสูตรที่พัฒนาได้

ชนิดส่วนผสม	ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
ผัก	เห็ดหอมผง	15	14.1
	หัวหอมผง	15	14.1
	กะหล่ำปลีผง	10	9.4
	มะเขือเทศผง	10	9.4
สมุนไพร	ขิงผง	2.5	2.3
เครื่องปรุงรส	เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์	10	9.4
และอื่นๆ	น้ำมันปาล์ม	23	21.6
	น้ำมันมะพร้าว (แบบบีบเย็น)	2	1.9
	น้ำตาล	6	5.6
	ซีอิ๊วขาว	6	5.6
	พริกไทย	1.5	1.4
	โปรตีนถั่วเหลือง	5.5	5.2
รวม		106.5	100

ตารางที่ 4-38 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้

คุณภาพทางเคมี	ซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้
ความชื้น (%โดยน้ำหนักเปียก)	6.27±1.01
โปรตีน (%โดยน้ำหนักแห้ง)	18.11±0.42
คาร์โบไฮเดรต (%โดยน้ำหนักแห้ง)	29.28±0.08
ไขมัน (%โดยน้ำหนักแห้ง)	17.42±0.05
เส้นใยหยาบ (%โดยน้ำหนักแห้ง)	33.19±0.02
เถ้า (%โดยน้ำหนักแห้ง)	23.12±0.05
Thiobarbituric acid (มิลลิกรัมมาโลนาลดีไฮด์/กิโลกรัม)	0.27±0.01

ตารางที่ 4-39 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้

คุณภาพทางจุลินทรีย์	ซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	1.4×10^3
ปริมาณยีสต์และรา (cfu/g)	1.2×10^2
ปริมาณ *E.coli* (Cfu/g)	Nd

nd หมายถึง ตรวจไม่พบ

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมีของซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้ พบว่า มีเส้นใยหยาบเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ รองลงมาคือคาร์โบไฮเดรท เถ้า โปรตีนและไขมัน หากพิจารณาในส่วนผสมของซุปก้อน มีส่วนประกอบของผักต่างๆและขิงในปริมาณเกือบ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นแหล่งที่ดีของเส้นใยจึงมีผลให้มีเส้นใยหยาบสูง โดยองค์ประกอบของซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้ยังเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เทียบเคียงคือ ซุปกึ่งสำเร็จรูป (มอก.462-2533 และ มอก.462-2548) คือ มีความชื้นไม่เกิน 6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนไม่น้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ และไขมันไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เนื่องจากมีการเติมน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าวในส่วนผสมด้วย ในการทดลองตอนนี้จึง

ได้วิเคราะห์ค่า Thiobarbituric acid หรือ TBA ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกความหืนของผลิตภัณฑ์ได้ โดยเมื่อไขมันถูกออกซิไดซ์ทำให้เกิดมาโลนัลดีไฮด์ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริคจะเกิดสารประกอบสีแดง โดยผู้บริโภคจะสามารถรับรู้ถึงกลิ่นหืนได้เมื่อค่า TBA มากกว่า 3 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง (Tanikawa, 1985) โดยผลการทดสอบในตารางที่ 4-38 แสดงให้เห็นว่าซุปก้อนปรุงรสที่ได้ยังคงมีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นหืน คือ มีค่า TBA ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ด้านปริมาณจุลินทรีย์ในตารางที่ 4-39 พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เทียบเคียงคือ ซุปกึ่งสำเร็จรูป (มอก.462-2533 และ มอก. 462-2548) ที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^5 cfu/g

5. ผลการทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยนำซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนามาดำเนินการทดสอบโดยวิธีการทดสอบแบบนำผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ที่บ้าน (Home Use Test) กับผู้บริโภคจำนวน 50 คน กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายคือผู้สูงอายุ ซึ่งหมายถึงคนที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป รวมถึงผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ ออกแบบสอบถามให้ผู้บริโภคตอบคำถามด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ และการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคร่วมกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม ได้ผลดังตารางที่ 4-40 ถึงตารางที่ 4-42

จากลักษณะทางประชากรศาสตร์ของของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงดัง พบว่า ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ทำแบบสอบถามส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นผู้สูงอายุ 62เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาต่ำกว่าระดับมัธยมศึกษา 64 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพหรือเป็นแม่บ้าน 24 เปอร์เซ็นต์ และมีรายได้มากกว่า 5,000 บาท/เดือน คิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดสอบผู้บริโภคแสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่ยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ และไม่ยอมรับ 40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้มีเหตุผลของการไม่ยอมรับ เช่น ไม่แน่ใจในความปลอดภัยเนื่องจากยังไม่มีการรับรองจากองค์การอาหารและยา เป็นต้น โดยผู้ทดสอบจะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หากมีจำหน่ายคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่แน่ใจ 30 เปอร์เซ็นต์ และไม่ซื้อ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเหตุผลที่ไม่ซื้อ เช่น ไม่จำเป็นต้องใช้ซุปก้อนปรุงรสในการปรุงอาหาร และต้องขอพิจารณาราคาที่จะจำหน่ายจริงก่อนตัดสินใจ และผลการประเมินทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่า ซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้รับคะแนนความชอบทุกด้านอยู่ในช่วง 6.05-7.15 หมายถึงระดับความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง โดยผู้ทดสอบมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นและกลิ่นรสมากว่าด้านอื่น ทั้งนี้ผู้ทดสอบให้ความเห็นเพิ่มเติมว่าซุปที่เตรียมจากซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้มีกลิ่นและกลิ่นรสของขิง จึงทำให้ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ โดยได้รับความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.35 หมายถึงระดับความชอบเล็กน้อย

ตารางที่ 4-40 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการทดสอบผู้บริโภค

	ลักษณะทางประชากรศาสตร์	เปอร์เซ็นต์
เพศ	ชาย	20
	หญิง	80
สถานะ	ผู้สูงอายุ	52
	ผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ	48
อายุของผู้ปรุงอาหาร	น้อยกว่า 20	4.17
	21-30 ปี	29.17
	31-40 ปี	20.83
	41-50 ปี	45.83
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่ามัธยม	64
	มัธยม	10
	ปวช./ ปวส.	14
	ปริญญาตรี	12
อาชีพ	นักเรียน/ นิสิต/ นักศึกษา	4
	เกษตรกร/ ประมง	18
	ข้าราชการ/ พนักงานรัฐวิสาหกิจ	16
	พนักงานบริษัทเอกชน	16
	ค้าขาย/ ธุรกิจส่วนตัว	22
	อื่นๆ เช่น ไม่ได้ประกอบอาชีพ, แม่บ้าน	24
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	น้อยกว่า 5000 บาท	10
	5001-10000 บาท	26
	10001-15000 บาท	12
	15001-20000 บาท	24
	20001-25000 บาท	18
	มากกว่า 25000 บาท	10

ตารางที่ 4-41 การยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้

ปัจจัย	การตัดสินใจ	เปอร์เซ็นต์
การยอมรับ	ยอมรับ	60
	ไม่ยอมรับ	40
การตัดสินใจซื้อ	ซื้อ	50
	ไม่แน่ใจ	30
	ไม่ซื้อ	20

ตารางที่ 4-42 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ ± SD
ลักษณะปรากฏ	6.65 ± 0.58
สี	6.60 ± 0.45
กลิ่น	7.10 ± 0.59
กลิ่นรส	7.15 ± 0.88
รสชาติ	6.05 ± 0.82
ความชอบโดยรวม	6.35 ± 0.85

6. ผลการตรวจสอบคุณภาพของซุปก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้ระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาได้แต่ละก้อนมาห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ แล้วบรรจุในถุง Polypropylene (PP) ถุงละ 6 ก้อน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิระดับต่ำ (10±1 องศาเซลเซียส) ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา โดยสุ่มตรวจทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (2 เดือน) ในด้านต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 4-43 ถึงตารางที่ 4-46

ตารางที่ 4-43 ความสามารถในการละลาย (วินาที) ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	ความสามารถในการละลาย (วินาที)	
	อุณหภูมิห้อง (30±1°C)	อุณหภูมิระดับต่ำ (10±1°C)
0	275 ± 21	278 ± 21
1	278 ± 11	279 ± 12
2	274 ± 10	272 ± 20
3	270 ± 22	280 ± 21
4	281 ± 18	283 ± 11
5	279 ± 19	279 ± 15
6	282 ± 20	281 ± 20
7	285 ± 20	289 ± 21
8	287 ± 11	289 ± 10

ตารางที่ 4-44 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิห้อง (30±1°C)			อุณหภูมิระดับต่ำ (10±1°C)		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	26.54 ± 0.50	5.36 ± 0.31	12.30 ± 0.72	26.54 ± 0.50	5.36 ± 0.31	12.30 ± 0.72
1	25.24 ± 0.21	5.31 ± 0.21	12.19 ± 0.60	25.21 ± 0.11	5.29 ± 0.20	12.29 ± 0.12
2	26.51 ± 0.10	5.30 ± 0.31	12.34 ± 0.02	26.50 ± 0.12	5.33 ± 0.05	12.30 ± 0.06
3	26.05 ± 0.53	5.56 ± 0.34	12.35 ± 0.84	25.88 ± 0.23	5.04 ± 0.14	14.63 ± 0.13
4	25.75 ± 0.32	6.98 ± 0.16	16.06 ± 0.11	24.27 ± 0.36	4.98 ± 0.06	15.97 ± 0.25
5	25.54 ± 0.04	6.84 ± 0.04	16.63 ± 0.24	24.16 ± 0.40	6.02 ± 0.24	15.52 ± 0.79
6	25.57 ± 0.17	6.49 ± 0.10	16.15 ± 0.27	24.84 ± 0.25	6.85 ± 0.10	16.92 ± 0.43
7	26.02 ± 0.07	7.28 ± 0.03	17.18 ± 0.41	25.74 ± 0.53	6.11 ± 0.17	16.83 ± 0.22
8	24.37 ± 0.75	7.59 ± 0.19	17.36 ± 0.42	25.64 ± 0.51	6.01 ± 0.05	16.13 ± 0.25

ตารางที่ 4-45 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิห้อง (30±1°C)			อุณหภูมิระดับต่ำ (10±1°C)		
	ความชื้น (%)	a_w	TBA (mg MLD/kg)	ความชื้น (%)	a_w	TBA (mg MLD/kg)
0	6.27 ± 0.10	0.601 ± 0.002	0.271 ± 0.008	6.27 ± 0.10	0.603 ± 0.003	0.271 ± 0.008
1	6.23 ± 0.09	0.600 ± 0.002	-	6.31 ± 0.09	0.601 ± 0.001	-
2	6.21 ± 0.03	0.612 ± 0.001	-	6.26 ± 0.04	0.612 ± 0.001	-
3	5.97 ± 0.15	0.608 ± 0.001	-	6.17 ± 0.10	0.608 ± 0.002	-
4	6.01 ± 0.03	0.601 ± 0.001	0.276 ± 0.049	6.03 ± 0.08	0.602 ± 0.001	0.269 ± 0.009
5	5.76 ± 0.11	0.602 ± 0.002	-	5.86 ± 0.13	0.608 ± 0.001	-
6	5.47 ± 0.08	0.603 ± 0.001	-	5.75 ± 0.09	0.613 ± 0.001	-
7	4.57 ± 0.03	0.602 ± 0.001	-	4.88 ± 0.08	0.605 ± 0.001	-
8	4.34 ± 0.11	0.608 ± 0.002	0.296 ± 0.017	4.49 ± 0.10	0.600 ± 0.001	0.291± 0.019

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่ได้วิเคราะห์

ตารางที่ 4-46 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิห้อง (30±1°C)			อุณหภูมิระดับต่ำ (10±1°C)		
	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Cfu/g)	*E. Coli* (Cfu/g)	ปริมาณยีสต์และรา (Cfu/g)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Cfu/g)	*E. Coli* (Cfu/g)	ปริมาณยีสต์และรา (Cfu/g)
0	1.4×10^3	nd	1.2×10^2	1.4×10^3	nd	1.2×10^2
1	1.5×10^3	nd	1.9×10^2	1.5×10^3	nd	1.6×10^2
2	1.9×10^3	nd	2.2×10^2	1.9×10^3	nd	1.9×10^2
3	7.0×10^3	nd	2.9×10^2	5.4×10^3	nd	1.8×10^2
4	7.2×10^3	nd	3.2×10^2	5.9×10^3	nd	2.5×10^2
5	7.8×10^3	nd	5.0×10^2	6.2×10^3	nd	3.0×10^2
6	7.4×10^3	nd	7.2×10^2	6.2×10^3	nd	3.2×10^2
7	9.0×10^3	nd	3.2×10^3	8.2×10^3	nd	4.7×10^2
8	1.4×10^4	nd	6.7×10^3	9.9×10^3	nd	5.8×10^2

หมายเหตุ: nd หมายถึง ตรวจไม่พบ

จากตารางที่ 4-43 ตลอดระยะเวลาการเก็บซุปก้อนปรุงรสทั้งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำ พบว่า เมื่อนำซุปก้อนปรุงรสมาละลายในน้ำเดือดใช้เวลาในการละลายหมดอยู่ในช่วง 270 – 289 วินาที โดยพบว่าเมื่อเก็บซุปก้อนปรุงรสไว้นานขึ้นมีแนวโน้มให้ความสามารถในการละลายลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระหว่างการเก็บอาจมีการสูญเสียความชื้นไปบางส่วนทำให้ซุปก้อนมีแนวโน้มแห้งลง เมื่อนำมาละลายส่วนผสมที่เป็นของแห้งในซุปก้อนจึงต้องใช้เวลาในการดูดน้ำกลับและละลายในน้ำมากขึ้นเล็กน้อย จากตารางที่ 4-44 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นมีแนวโน้มให้ ค่าสี L* ลดลง แต่ทำให้ค่า a* และ b* เพิ่มขึ้น แสดงถึงซุปก้อนปรุงรสมีสีคล้ำลง (ความสว่างลดลง) และมีสีออกแดงและเหลืองมากขึ้น โดยพบว่าการเก็บซุปก้อนที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสีดังกล่าวมากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิระดับต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในระหว่างการเก็บอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในซุปก้อนซึ่งมีส่วนผสมที่เอื้อต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าวสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ โปรตีนและน้ำตาลเป็นสารตั้งต้นของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ รงควัตถุในผักมักไม่คงตัวสามารถสลายตัวได้ เป็นต้น โดยการเก็บที่อุณหภูมิห้องมีโอกาสเร่งให้เกิดการปฏิกิริยาต่างๆได้เร็วและมากกว่าการเก็บที่อุณหภูมิระดับต่ำ จากตารางที่ 4-45 แสดงผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บซุปก้อนปรุงรสทั้งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำ พบว่า ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดลงจากประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ เหลือประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ การห่อซุปก้อนปรุงรสด้วยอลูมิเนียมฟอยด์และบรรจุในถุงชนิด PP อาจไม่สามารถรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ให้คงที่ตลอดการเก็บได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ยังคงมีโอกาสสัมผัสกับบรรยากาศแวดล้อมได้ จึงทำให้มีการสูญเสียความชื้นบางส่วนไปได้ อย่างไรก็ตามค่า a_w ซึ่งแสดงถึงปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงอายุการเก็บหรือเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มคงที่มีค่าประมาณ 0.6 ตลอดการเก็บรักษา สำหรับค่า TBA ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกความหืนของผลิตภัณฑ์ได้ พบว่ามีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยโดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากประมาณ 0.27 เป็น 0.29 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง อย่างไรก็ตามยังมีค่าไม่เกิน 3 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง ซึ่งเป็นระดับที่ผู้บริโภคจะสามารถรับรู้ถึงกลิ่นหืนได้ (Tanikawa, 1985) และจากตารางที่ 4-46 แสดงผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บซุปก้อนปรุงรสทั้งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิระดับต่ำ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณ *E.coli* และปริมาณยีสต์และรา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยพบว่าการเก็บที่อุณหภูมิระดับต่ำมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง อย่างไรก็ตามหากพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เทียบเคียงคือ ซุปกึ่งสำเร็จรูป (มอก.462-2533 และ มอก.462-2548) ที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^6 cfu/g พบว่า ผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินเกณฑ์ดังกล่าวตลอดการเก็บ 8 สัปดาห์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัยตอนที่ 1

1. ปริมาณแป้งมันเทศที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนการใช้แป้งมันฝรั่งในผลิตภัณฑ์ซุป คือ แป้งมันเทศ 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด ในระดับคะแนนช่วงชอบเล็กน้อย

2. ปริมาณเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมเพื่อนำมาทดแทนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ซุป ได้แก่ ปริมาณเกลือโพแทสเซียม 30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด ในระดับคะแนนช่วงชอบเล็กน้อย และไม่แตกต่างจากซุปที่ไม่เติมเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ปริมาณสมุนไพร 3 ชนิด ที่เหมาะสมเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์ซุป ได้แก่ ใบมะรุมผง 2 เปอร์เซ็นต์ ใบบัวบกผง 2 เปอร์เซ็นต์ และขมิ้นชัน 1.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณดังกล่าวได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด ในระดับคะแนนช่วงชอบเล็กน้อย

4. ผลิตภัณฑ์ซุปที่เติมใบมะรุมผง 2 เปอร์เซ็นต์ ใบบัวบกผง 2 เปอร์เซ็นต์ และขมิ้นชันผง 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีองค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วย โปรตีน เส้นใยหยาบ แคลเซียม และเบต้าแคโรทีนมากกว่าผลิตภัณฑ์ซุปที่ไม่เติมสมุนไพรผง แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ซุปที่ไม่เติมสมุนไพรผง

5. ผู้บริโภค 70 เปอร์เซ็นต์ยอมรับผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปที่พัฒนาได้ และให้คะแนนความชอบโดยรวมของซุปที่เติมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบในระดับชอบเล็กน้อย โดยซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เติมใบมะรุมผงมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุมากกว่าซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เติมใบบัวบกและขมิ้นชันผง

6. ผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งที่เติมใบมะรุมผงมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง (30±1 องศาเซลเซียส)และอุณหภูมิระดับต่ำ (10±1 องศาเซลเซียส) แต่ปริมาณความชื้นและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ยังไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สรุปผลการวิจัยตอนที่ 2

1. จากการพัฒนาแนวความคิดผลิตภัณฑ์ โดยการอภิปรายกลุ่ม พบว่า แนวความคิดผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรมีดังนี้ คือ ผลิตซุปก้อนปรุงรสที่มีส่วนผสมของผักและสมุนไพร ได้แก่ กะหล่ำปลี แครอท หัวไชเท้า เห็ดหอม มะเขือเทศ คะน้า กวางตุ้ง แตงกวา ฟักทอง สะระแหน่ ขิง ขมิ้น ตะไคร้ หอมแดง โหระพา ใบบัวบก และกระเพรา โดยให้มีกลิ่นรสและรสชาติตามธรรมชาติของส่วนผสมผักและสมุนไพรที่ใช้มากที่สุด

2. จากการคัดเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธี pass/fail screening พบว่า ผักและสมุนไพรที่ผ่านการคัดเลือกตามเกณฑ์ด้านความเข้ากันได้กับผลิตภัณฑ์ซุปก้อน ความยากง่ายในการจัดหาวัตถุดิบ/ผลิต และคุณค่าทางโภชนาการ มีจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี แครอท หัวไชเท้า เห็ดหอม มะเขือเทศ ขิง ขมิ้น ตะไคร้ หอมแดง และใบบัวบก ลักษณะของซุปก้อนที่ผ่านการคัดเลือกได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยม สามารถละลายน้ำได้ดี มีรสธรรมชาติ และปรุงแต่งรสชาติเล็กน้อย และเมื่อสอบถามกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย พบว่า ชนิดผักและสมุนไพรที่ผู้บริโภคต้องการให้ใช้ในการผลิตซุปก้อนปรุงรส ได้แก่ กะหล่ำปลี เห็ดหอม มะเขือเทศ ขิง และใบบัวบก

3. จากการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยการสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์ พบว่า ควรปรับปรุงผลิตภัณฑ์สูตรพื้นฐานในด้านต่างๆ ดังนี้คือ กลิ่นและกลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว ควรลดความเข้มลง โดยลดปริมาณน้ำมันมะพร้าว รสเค็มควรเพิ่มความเข้มขึ้น โดยเพิ่มปริมาณซีอิ๊วขาว รสหวานควรเพิ่มความเข้มขึ้น โดยเพิ่มปริมาณน้ำตาล กลิ่นรสเครื่องเทศควรเพิ่มความเข้มขึ้น โดยเพิ่มปริมาณพริกไทย และผลการศึกษาหาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมจากการเติมสมุนไพร 2 ชนิด คือ ใบบัวบกผงและขิงผง โดยแปรปริมาณการเติมเพิ่มเข้าไปในสูตร 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผักผงทั้งหมด จากผลการทดลองพบว่าซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรสูตรที่เหมาะสมที่สุดประกอบด้วย เห็ดหอมผง 14.1 เปอร์เซ็นต์ หัวหอมผง 14.1 เปอร์เซ็นต์ กะหล่ำปลีผง 9.4 เปอร์เซ็นต์ มะเขือเทศผง 9.4 เปอร์เซ็นต์ ขิงผง 2.3 เปอร์เซ็นต์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ 9.4 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันปาล์ม 21.6 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันมะพร้าว 1.9 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 5.6 เปอร์เซ็นต์ ซีอิ๊วขาว 5.6 เปอร์เซ็นต์ พริกไทย 1.4 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนถั่วเหลือง 5.2 เปอร์เซ็นต์ โดยได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส และรสชาติ ระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.02-7.14) และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมระดับชอบเล็กน้อย (6.48)

4. จากการวิเคราะห์คุณภาพของซุปก้อนปรุงรสจากผักและสมุนไพรที่พัฒนาแล้ว พบว่า มีเส้นใยหยาบเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ (33.19 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือคาร์โบไฮเดรท (29.28 เปอร์เซ็นต์) เถ้า (23.12 เปอร์เซ็นต์) โปรตีน (18.11 เปอร์เซ็นต์) และไขมัน (17.42 เปอร์เซ็นต์) และความชื้น (6.27 เปอร์เซ็นต์) และมีค่า TBA 0.27 (มิลลิกรัมมาโลนาลดีไฮด์/กิโลกรัม) ผลิตภัณฑ์ซุป

ก้อนปรุงรสที่พัฒนาได้มีความปลอดภัยสำหรับการบริโภคโดยมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.4×10^4 cfu/g ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 cfu/g และปริมาณ *E.coli* น้อยกว่า 3 MPN

5. ผลการทดสอบผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ และไม่ยอมรับ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยผู้ทดสอบจะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หากมีจำหน่ายคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่แน่ใจ 30 เปอร์เซ็นต์ และไม่ซื้อ 20 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ อยู่ในช่วง 6.05-7.15 และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.35

6. ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง (30 ^{o}C) และอุณหภูมิต่ำ (10 ^{o}C) พบว่า ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาหาชนิดของสมุนไพรที่ดีที่สุดเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์ซุปจากสมุนไพรทั้งสามชนิดที่คัดเลือกมา

2. ควรศึกษาการใช้แป้งชนิดอื่นๆเพื่อทดแทนแป้งมันฝรั่งในผลิตภัณฑ์ซุป หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร และเพิ่มความหลากหลายให้กับผู้บริโภค

3. ควรศึกษาการเติมสมุนไพรชนิดอื่นในซุปก้อนปรุงรส เพื่อเพิ่มสารพฤกษเคมีที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น พืชสมุนไพรไทยที่มีสรรพคุณทางยาต่างๆ เพื่อให้ดึงดูดใจผู้บริโภคมากขึ้น

รายการอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2548). ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3413 (พ.ศ.2548) เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหรรมซุปกึ่งสำเร็จรูป มอก.462-2548 (แก้ไขครั้งที่ 1). วันที่ค้นข้อมูล 30 สิงหาคม 2556, เข้าถึงได้จาก http://itc.excise.go.th/tisi/fulltext/TISI462-2548_REV1.pdf

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2546). *เทคโนโลยีของแป้ง*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2545). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). คณะกรรมการสวัสดิการกรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข.

จิรนาถ บุญคง และนวลพรรณ เชาว์เครือ. (2547). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปเผือกเสริมสมุนไพรกึ่งสำเร็จรูป*. การวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสยาม.

จรินทร์ สว่างแจ้ง. (2544). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปจากหัวกุ้ง*. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาผลิตภัณฑ์ประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทรา วิมลภักตร์. (2550). *การใช้แป้งเมล็ดทุเรียนเป็นสารให้ความหนืดในผลิตภัณฑ์ซุปผง*. ปัญหาพิเศษ, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ดุษฎี อุตภาพ และน้องนุช เจริญกูล. (2550). *เทคโนโลยีของคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate Technology)*. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวเคมี, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์, เรวัติ เลิศฤทัยโยธิน, รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ และสนธิชัย จันทร์เปรม. (2547). *พืชเศษรฐกิจ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นภาลัย ประสิทธิ์เขตร์กิจ. (2554). *ผลของใบมะรุมผง เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส และไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของบะหมี่แห้ง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

นันทยา จงใจเทศ, ปิยนันท์ อึ้งทรงธรรม และภัทธิรา ยิ่งเลิศรัตนะกุล. (2554). รายงานการศึกษาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ. สำนักโภชนาการ กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข.

นิจศิริ เรืองรังสี และพะยอม ตันติวัฒน์. (2534). *พืชสมุนไพร*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

นิดดา หงษ์วิวัฒน์, ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. (2548). *ผัก 333 ชนิด คุณค่าทางอาหารและการกิน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดด.

ปวีณา เพี้ยงจันทร์. (2544). *การพัฒนาเครื่องปรุงรสจากผัก*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปรียา ลีฬหกุล. (2553). เกลือไร้โซเดียม. *วารสารการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก*, 8(1), 98-100.

ผู้จัดการ. (2548). *VONO ถึงเวลาคนไทยคลั่งซุป*. วันที่ค้นข้อมูล 25 กุมภาพันธ์ 2554, เข้าถึงได้จาก http://www.gotomanager.com/news/

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. (2549). *พฤกษชาติสมุนไพร*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัท สามเจริญพาณิชย์.

มติชน. (2551). *ครอบครัวไทย 50% ใช้ซุปก้อนปรุงรส*. วันที่ค้นข้อมูล 25 กุมภาพันธ์ 2554, เข้าถึงได้จาก *www.food-resources.org/news/view.php?id=2108*

ยุพร พืชกมุทร. (2550). การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลือง. *วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง*, 15(2), 34-41.

ยุวดี จอมพิทักษ์, ทรงชัย สิมะโรจน์, พรชัย สิมะโรจน์, ธวัชชัย สิมะโรจน์ และมยุรี ภิรมย์โสภา. (2539). *ผักอาหารที่มีพลัง*. กรุงเทพฯ: รุ่งแสงการพิมพ์.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. (2540). *พืชเครื่องเทศและสมุนไพร*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

วัชรินทร์ จันทร์สุวรรณ. (2544). *การศึกษาคุณลักษณะของแป้งที่แยกได้จากเหง้าพุทธรักษากินได้ (Canna edulth)*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีชีวเคมี, คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. (2535). การผลิตซุปผงสำเร็จรูปจากหน่อไม้ฝรั่งที่ขนาดไม่ได้มาตรฐานส่งออก. *วารสารสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ฉบับเทคโนโลยี*, 19 (104), 60-66. วันที่ค้นข้อมูล 20 สิงหาคม 2554, เข้าถึงได้จาก http://kukr.lib.ku.ac.th/cgi-bin/kukr.exe?rec_id=003006&database=kukr&search_type=link&table=mona&back_path=/kukr/mona&lang=thai&format_name=TFMON

สุพจน์ คิลานเภสัช. (2543). สมุนไพร เครื่องเทศ และพืชปรุงแต่งกลิ่นรส. กรุงเทพฯ: เพอร์เฟคท์พริ้นท์ฯ.

สุภาภรณ์ ปิติพร. (2551). อาหารสำหรับผู้สูงอายุ. ใน *เอกสารประกอบการเสวนาเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ครั้งที่ 3 ภายใต้ โครงการ "ร้อยเรียงปัญญายืน สืบสานสู่ลูกหลาน" เรื่อง "วิทยาศาสตร์กายภาพกับการฟื้นฟูสมรรถนะผู้สูงวัย"* ม.ป.ท.

สุรชัย มัจฉาชีพ. (2535). *พืชเศรษฐกิจในประเทศไทย*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แพร่พิทยา.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2533). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซุปกึ่งสำเร็จรูป มอก. 462-2533*. วันที่ค้นข้อมูล 25 กุมภาพันธ์ 2556, เข้าถึงได้จาก http://tcps.tisi.go.th/public/StandardList.aspx

เสริมศรี วิเศษสุวรรณ, อุบลรัตน์ ศรีอรุณ และวิจิตรา เลิศกมลกาญจน์. (2526). บทบาทบางประการของสารประกอบผงชูรส L-Monosodium glutamate ต่อการเป็นหมัน. *วิทยาศาสตร์, 37*(12), 699.

เอื้อมพร สกุลแก้ว. (2551). *5 โรคร้ายคร่าชีวิตคนไทย : อันดับ 5 โรคไต*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ใกล้หมอ.

Abeysinghe, C.P., and Illeperuma, C.K. (2006). Formulation of an MSG (Monosodium Glutamate) free instant vegetable soup mix. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka, 34*(2): 91-95.

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. (17th ed), Washington,D.C., U.S.A. : Association of Official Analytical Chemists.

Dolcas Biotech LLC. (2006). *Moringa oleifera*. Retrieved November 4, 2011, from www. Dolcasbiotech.com/pdf/Moringa.pdf.

Damodaran, S. (1996). Amino acids, Peptides, and Proteins. In Fennema, O. (ed.), *Food Chemistry* (3rd). New York: Marcel Dekker.

Estrella, M.C.P., Mantaring, J.B.V., & David, G.Z. (2000). A double blind, randomized controlled trial on the use of malunggay (*Moringa oleifera*) for augmentation of the volume of breastmilk among non-nursing mothers of preterm infants. *Philippine Journal of Pediatrics,* 49, 3-6.

Fahey, J.W. (2005). *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *Trees for Life Journal*, 1, 5-19.

Hamill, F.A., Apio, S., Mubiru, N.K., & Bukenya-Ziraba, R. (2003). Traditional herbal drugs of southern Uganda, II: literature analysis and antimicrobial assays. *Journal Ethnopharmacol*, 84, 57-78.

Harris, N.E. & Davis, B.A.. (1993). Dry Soup Mix. *US Patent* No. 5,232,732.

Heidolph, B.B., Ray, D.K., Roller, S., Koehler, P., Weber, J., Slocum, S. & Noort, M.W.J. (2011). Looking for my lost shaker of salt replacer: flavor, function, future. *Cereal Foods World,* 56 (1), 5-19.

Herreid, R.M. & Lippert, V.E. (2000). Method for making fast dissolving bouillon cube. *US Patent* No. 6,126,979 A.

Higley, J.S., Love, S.L., Price, W.J., Nelson, J.E., & Huber, K.C. (2003). The Rapid Visco Analyzer (RVA) as a Tool for Differentiating Potato Cultivars on the Basis of Flour Pasting Properties. *American Journal of Potato Research*, 80, 195-206.

Hobson, G.E. & Davies, J.N. (1971). The tomato. In Hulme, A.C. (Ed.), *The biochemistry of Fruits and Their products* (pp. 437-450). London: Academic Press.

Jansakul, C., Wun-Noi, A., Croft, K. & Byrne, L. (1997). Pharmacological studies of thiocarbamate glycosides isolated from *Moringa oleifera*. *Journal of The Science Society of Thailand*, 23, 335-346.

Kays, S.S. The chemical composition of the sweetpotatoes. 1992. In: Hill, W.A., Bonsi, C.K., and Loretan, P.A. (eds.), *Sweetpotato Technology For The 21ST Century*. Tuskegee University, Tuskegee, AL., pp. 201-262.

Labuza, T.P., Labuza, T.J., Labuza, K.M. & Labuza, P.S. (2010). Soft condensed matter: A perspective on a physics of food states and stability. In Reid, D.S. Sajjaanantakul, T., Lillford, P.J. & Charoenrein, S. (eds) *Water Properties in Food, Health, Pharmaceutical and Biological Systems: ISOPOW 10*. U.S.A.: Blackwell Publishing.

Luh, B.S. & Meehan, J.J. (1975). Vegetable dehydration. In Luh, B.S. & Woodroof, J.G. (Ed.), *Commercial vegetable processing* (pp. 392-412). Westport: AVI Publishing.

Lyly, M., Salmenkallio-Marttila, M., Suortti, T., Autio, K., Poutanen, K. & Lähteenmäki, L. (2004). The sensory characteristics and rheological properties of soups containing oat and barley β-glucan before and after freezing. *LWT-Food Science and Technology*, 37, 749-761.

Maister, K. (n.d). What's a bouillon cube? Retrived September 9, 2010 from http//startcooking.com/blog/74/What's a bouillon cube.

Makkar, H.P.S. & Becker, K. (1996). Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Animal Feed Science and Technology*, 63, 211-228.

Onuh, J.O, Akpapunam, M.A, & Iwe, M.O. (2004). Comparative Studies of the Physico-Chemical Properties of Two Local Varieties of Sweet Potato Flour. *Nigerain Food Journal*, 22, 141-146.

Ooguro, H. (2003). Experiment eye research. *New Scientist, 75*: 307.

Photi, J. (2008). *Development of multiple- fortified bouillon cube and sugar cube product.* Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.

Prucksunand, C., Indrasukhsri, B., Leethochawalit, M., Nilvises, N., Prijavudhi, A., & Wimolwattanapun, S. (1986). Effect of the long turmeric (Curcuma longa Linn.) on healing of peptic ulcer: a preliminary report of 10 case study. *Thai Journal Pharmacol*, 31, 39-51.

Ranganna, S. (1978). *Mannual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing.

Sacks, F.M., Svetkey, L.P., Vollmer, M.V., Appel, L.J., Bray, G.A., B., Harsha, D., Obarzanek, E., Conlin, P.R., Miller, E.,R., Simons-Morton, D.G., Karanja, N., Lin, P.H., Aickin, M., Most-Windhauser, M.M., Moore, T.J., Proschan, M. A. & Cutler, J. A. (2001). Effects on Blood Pressure of Reduced Dietary Sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Diet. *The New England Journal of Medicine, 1*(344), 3-10.

Samy, P.R., Ignacimuthu, S. (2000). Antibacterial activity of some folklore medicinal plants used by tribals in Western Ghats of India. *Journal Ethnopharmacol*, 69, 63-71.

Schoch, T.J. & Maywald, F.C. (1968). Preparation and properties of various legume starch. *Cereal Chemistry*, 45, 564.573.

Siddhuraju, P. & Becker, K. (2003). Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro-climatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 15, 2144-2155.

Singh, S., Ghosh,S. & and Patil, G.R. (2003). Development of a mushroom-whey soup powder. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 217-224.

Tanikawa, E. (1985). *Marine Product in Japan*. 2nd ed. Koseisha-Koseikaku, Co., Ltd. Tokyo.

Tietyen, J.L. & Klopfendtein, C.F. (1995). Soluble, insoluble, and total dietary fibers. In Jeon, I.J. ans Ikins, W.G. (ed.) Analyzing food for nutrition labeling and hazardous Contaminats, 109-139 Marcel Dekker, Inc. New York.

Tree for life international. (2007). Retrieved November 2, 2011, from http://www.treesforlife.org

Underriner, E.W. (1994). An Introduction. In Underriner, E.W. & Hume, I.R. (Ed.), *Handbook of Industrial seasoning* (pp.1-19). Bishopbriggs: Glasgow University Press.

Upton, S. (2005). Delta-E: The Color Difference. Retrieved June 2, 2012, from http://www.colorwiki.com/wiki/ColorNews_No._17__Delta_E:_The_Color_Difference

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2013). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 26. Nutrient Data Laboratory, Retrieved June 2, 2013, from http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl

Wikipedia. (2013). *Bouillon cube*. Retrieved September 9, 2013, from http://en.wikipedia.org/wiki/Bouillon_cube.

World Health Organization, [WHO]. (2012). *Guideline: Sodium Intake for Adults and Children*. Geneva: World Health Organization.

Woolfe, J.A. (1992). *Sweet Potato: An Untapped Food Resource*. Cambridge University Press : Great Britain.

Zaidul, I.S.M., Norulaini, N.A.N., Omar, A.K.M., Yamauchi, H. & Noda, T. (2007). RVA analysis of mixtures of wheat flour and potato, sweet potato, yam, and cassava starches. *Carbohydrate Polymers, 69*, 784-791.

Zhang, Z., Wheatley, C.C., & Corke, H. (2002). Biochemical changes during storage of sweet potato roots differing in dry matter content. *Postharvest Biology and Technology*, 24, 317-325.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการใช้ Brookfield viscometer

การสร้างโปรแกรม

-กดปุ่ม PROG SPEED เครื่องจะแสดง

SPEED SET USAGE

IN MEM : 012589

A VAIL : 3467

USESET :

IN MEM คือ ส่วนที่ได้สร้างโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำแล้ว

A VAIL คือ ส่วนที่ผู้ใช้สามารถเรียกมาสร้างโปรแกรมใหม่ได้

-ถ้าต้องการจะสร้างโปรแกรมขึ้นมาใหม่ต้องเรียกจาก A VAIL โดยสร้างตัวเลขตัวใดตัวหนึ่งแล้วใส่ลงที่ USE SET เครื่องจะแสดง

NEW SPEED SET#4

STEP 01

STEP RPM = 0.0

STEP TIME = 00:05

-ใส่ค่า SPED ตามต้องการตั้งแต่ 0.1-250 RPM

-กดปุ่ม NEXT เพื่อให้เครื่องรับข้อมูลเข้าไป

-ใส่ค่าเวลาตามต้องการ

-กดปุ่ม NEXT อีกครั้งเพื่อให้เครื่องรับค่าเข้าไป ซึ่ง CURSOR จะขึ้นไปอยู่ที่ SPEED

-กดปุ่ม PROG. RUN เพื่อใส่ข้อมูลระดับต่อไป

-ทำตามขั้นตอน 3-7 จนกระทั่งครบระดับที่ต้องการซึ่งทำได้ 25 ระดับ ถ้าใช้งานไม่ถึง 25 ระดับ ให้ใส่ค่า 0 ทั้ง SPEED และ TIME ในระดับหลังจากระดับสุดท้ายเครื่องจะออกจากการทำงานโดยอัตโนมัติ

การเรียกโปรแกรมที่สร้างไว้มาใช้งาน

1. กดปุ่ม PROG.SET USAGE

IN MEM : 012589

A VAIL : 3467

USESET

2. เลือกตัวเลขตัวใดตัวหนึ่งใน IN MEM มาใส่ใน USESET เครื่องจะแสดง :

SPEED SET 2 SELECTED

1 = REVIEW/MODIFY

3 = USE SPEED SET

3. ถ้าต้องการแก้ไขโปรแกรมที่สร้างไว้หรือต้องการดูข้อมูลให้กดปุ่ม 1

4. เมื่อต้องการ RUN PROGRAM ให้กดปุ่ม 3

5. กดปุ่ม PROG.RUN เครื่องจะแสดง

SPEED SET#2

TOTAL STEPS = 13

START STEP : 01

RUN STEP : 13

6. เลือกจำนวน STEP ที่ต้องการจะ RUN โดยเลือก START STEP กับ END STEP ให้อยู่ในช่วงของ TOTAL STEP

7. กดปุ่ม PROG. RUN

8. เครื่องจะทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้จนจบโปรแกรม

9. ในกรณีต้องการหยุดโปรแกรมชั่วคราวทำได้โดยกด PROG. RUN เครื่องจะหยุดทำงานชั่วคราวเมื่อต้องการจะทำงานต่อกด PROG. RUN อีกครั้งหนึ่ง

<u>การดูค่าที่วัดได้จากการวัดโดยใช้โปรแกรม</u>

1. กดปุ่ม OPTIONS

2. กดปุ่ม 3 (DATA) ตัวเครื่องจะแสดง

REVIEW DATA

1. SCREEN ONLY

2. SCREEN & PRINTER

3. PRINTER ONLY

SCREEN ONLY คือ แสดงค่าในจอภาพของเครื่องอย่างเดียว

SCREEN & PRINTER คือ แสดงค่าในจอภาพและใน PRINTER ด้วยและต้องต่อ PRINTER ไว้กับ DV III

PRINTER คือ จะแสดงค่าออกทาง PRINTER อย่างเดียว

3. เลือก 1 ถึง 3 เพื่อดู DATA ที่ได้จากการวัดโปรแกรม

4. กดปุ่ม NEXT เพื่อดู DATA STEP ต่อๆไป

5. กดปุ่ม CANCEL ออกมาสู่จอภาพหลัก

<u>การเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ</u>

อุณหภูมิ DV III สามารถเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิได้ 2 หน่วย คือ C และ F และเครื่องจะคำนวณค่าให้อัตโนมัติ

1. กดปุ่ม OPTIONS
2. กดปุ่ม 4
3. ออกสู่จอภาพหลักโดยกดปุ่ม CANCEL

<u>การเปลี่ยนหน่วยความหนืด</u>

DV III สามารถเปลี่ยนหน่วยความหนืดได้ 2 หน่วย คือ CPS และ MPAS โดยค่าที่ได้จะเท่ากันเปลี่ยนแต่เฉพาะหน่วยการวัด

1. กดปุ่ม OPTIONS
2. กดปุ่ม 5
3. ออกสู่จอภาพหลักโดยกดปุ่ม CANCEL

ความเร็วรอบของหัววัดที่ใช้ : 200 รอบ/นาที

*ความเร็วรอบดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับค่าทอร์กซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 100%

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การหาปริมาณความชื้น

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) จากบริษัท MEMMERT รุ่น ULE560 ประเทศเยอรมนี
2. โถดูดความชื้น (Desiccator)
3. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture can)
4. เครื่องชั่งชนิดละเอียด Sartorius รุ่น AC 2115-00 ประเทศเยอรมนี

วิธีการ

1. อบภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

2. นำภาชนะอลูมิเนียมไปอบซ้ำ ชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน (แตกต่างไม่เกิน 0.05 กรัม)

3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัม บันทึกน้ำหนักของตัวอย่างที่ชั่งได้ ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะอลูมิเนียมหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักคงที่แล้ว นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักของภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับเข้าตู้อีก และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 0.05 กรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียก)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}} \times 100$$

2. การหาปริมาณเถ้า

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) จากบริษัท MEMMERT รุ่น ULE560 ประเทศเยอรมนี
2. เตาเผา บริษัท Shel Lab รุ่น 1350FX ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. Hotplate รุ่น ECM6 ประเทศอังกฤษ
4. ถ้วยครูซิเบิล (Porcelain crucible)
5. โถดูดความชื้น (Desiccator)

วิธีการ

1. อบแห้งตัวอย่างด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เผาด้วยครูซิเบิลในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง รอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิในเตาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. เผาซ้ำอีกครั้ง ครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 0.05 กรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 3 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปเผาด้วยเตาไฟฟ้า จนกระทั่งควันสีดำหมด แล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักตัวอย่างจนได้น้ำหนักคงที่ แตกต่างกันไม่เกิน 0.05 กรัม

การคำนวณ

ปริมาณเถ้า (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)

$$= \frac{\text{น้ำหนักรวมของครูซิเบิลและตัวอย่างหลังเผา} - \text{น้ำหนักครูซิเบิลเปล่า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

3. การหาปริมาณโปรตีน

อุปกรณ์

1. หลอดย่อยโปรตีน (Digestion flash)
2. ขวดรูปกรวย (Erlenmeyer flash)
3. บิวเรตขนาด 50 มิลลิเมตร
4. โถดูดความชื้น (Desiccator)
5. เครื่องย่อยสำหรับวิเคราะห์โปรตีน (Digestion unit) รุ่น Büchi 426 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
6. เครื่องกลั่นสำหรับวิเคราะห์โปรตีน (Distillation unit) รุ่น Büchi 426 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
7. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) จากบริษัท MEMMERT รุ่น ULE560 ประเทศเยอรมนี
8. เครื่องชั่งชนิดละเอียด Sartorius รุ่น AC 2115-00 ประเทศเยอรมนี

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก (Sulfuric, H_2SO_4) 96% (AR grade) บริษัท Lab Scan ประเทศไทย
2. สารเร่งปฏิกิริยาในการย่อยโปรตีน (Selenium reagent mixture) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% (Sodium Hydroxide; NaOH) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

4. สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 4% (Boric acid; HBO_3) บริษัท Lab Scan ประเทศไทย

5. มิกซ์อินดิเคเตอร์ (Methyl red และ Methylene blue) รุ่น Büchi 426 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

วิธีการ

ขั้นตอนการย่อย

1. อบตัวอย่างด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1±0.05 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน ทำแบลงค์โดยใช้น้ำกลั่นแทนที่ตัวอย่าง

3. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม

4. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 20 มิลลิลิตร

5. วางหลอดย่อยในเตาย่อย แล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบ ขวดใส่ด่างที่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 20% 500-600 มิลลิลิตร และเครื่องจับไอกรดให้เรียบร้อย

6. เปิดเครื่องจับไอกรดและเตาย่อย แล้วตั้งอุณหภูมิเป็น 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 60 นาที จนได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

ขั้นตอนการกลั่น

1. เปิดสวิทช์ชุดกลั่นโปรตีน และเครื่องทำความเย็นให้ได้อุณหภูมิประมาณ 15 องศาเซลเซียส กลั่นล้างเครื่องด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง

2. นำหลอดย่อยโปรตีนต่อเข้ากับชุดกลั่นโปรตีน เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40% 60 มิลลิลิตร

3. นำขวดรูปกรวยที่มีการเติมกรดบอริก 4% 20 มิลลิลิตร และเติมอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด รองรับของเหลวที่กลั่นออกมาโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย

ขั้นตอนการไตเตรต

ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.2 นอร์มัล จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(a - b) \times N \times 1.4007}{W}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(a - b) \times N \times 1.4007 \times F}{W}$$

โดยที่ a = ปริมาตรของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ไตเตรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

b = ปริมาตรของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ไตเตรตกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ (นอร์มัล)

F = แฟกเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณโปรตีนเท่ากับ 5.70

สูตรคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีน

ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) = (X x N x 1.4 x 100) / (W x 100)

เมื่อ X คือ ปริมาณของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรคลอริก (นอร์มัล)

W คือ น้ำหนักหรือปริมาณของตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน x 6.25

4. การหาปริมาณไขมัน

อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดไขมัน (Soxhtherm) บริษัท Gerhadt รุ่น S 306 SK ประเทศนอร์เวย์
2. เครื่องไฮโดรลิซิล
3. ทิมเบิล (Paper extraction thimble)
4. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) จากบริษัท MEMMERT รุ่น ULE560 ประเทศเยอรมนี
5. เครื่องชั่งชนิดละเอียด Sartorius รุ่น AC 2115-00 ประเทศเยอรมนี
6. โถดูดความชื้น (Desiccator)
7. กระดาษกรองเบอร์ 4 Schleicher & Schuell ประเทศเยอรมนี

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum Ether b.p.40-60 °C) บริษัท Lab Scan ประเทศไทย
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 4 นอร์มัล (Hydrochloric acid; HCL 37%) (AR grade) ประเทศเยอรมนี

3. ซีไลท์ (Celite) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

4. ซีแซนด์ (Seasand) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ด้วยตู้อบลมร้อนนาน 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. อบขวดสกัดที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น นำมาชั่งน้ำหนักจนน้ำหนักคงที่ แตกต่างกันไม่เกิน 0.05 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

3. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งให้ได้น้ำหนักแน่นอน 5±0.05 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) และชั่งซีไลท์ 5 กรัม ใส่ตัวอย่างและซีไลท์ลงในบีกเกอร์ไฮโดรไลซิส

4. เติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4 นอร์มัล ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เพื่อละลายตัวอย่างและซีไลท์ แล้วเขย่าบีกเกอร์ เติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4 นอร์มัล ปริมาตร 50 มิลลิลิตรอีกครั้ง เพื่อจะชะล้างตัวอย่างและซีไลท์ที่ติดอยู่บริเวณข้างบีกเกอร์ไฮโดรไลซิส

5. นำบีกเกอร์ไฮโดรไลซิสมาวางบนเตาไฟฟ้าของเครื่องไฮโดรไลซิส ให้ความร้อนเบอร์ 2 จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มจึงหยุดให้ความร้อน

6. กรองสารละลายขณะร้อนผ่านกระดาษกรองที่มีซีแซนด์ประมาณ 5 กรัมในตู้ควัน

7. ล้างตะกอนที่ติดอยู่ข้างในบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่นร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผ่านกระดาษกรอง โดยให้สารละลายที่กรองได้มีปริมาตรรวมประมาณ 250 มิลลิลิตร

8. รอจนตะกอนในกระดาษกรองแห้ง ห่อกระดาษกรองที่มีตะกอนใส่ในทิมเบิล และใส่ลงในขวดสกัดที่มีปิโตรเลียมอีเทอร์ 140 มิลลิลิตร แล้วประกอบกับชุดเครื่องสกัดไขมัน ใช้เวลาในการสกัดประมาณ 4 ชั่วโมง

9. ให้ความร้อนประมาณ 200 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ เป็นเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง

10. เมื่อปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยหมดไปแล้ว อบขวดสกัดด้วยตู้อบลมร้อน ปล่อยให้ขวดสกัดเย็นในโถดูดความชื้น นำไปชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง) = $(W_1/W_2)\times100$

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักขวดสกัดหลังการสกัดน้ำมัน – น้ำหนักขวดสกัดก่อนการสกัดน้ำมัน (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

5 . การหาปริมาณเส้นใยหยาบ (Crude fiber)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) จากบริษัท MEMMERT รุ่น ULE560 ประเทศเยอรมนี
2. เครื่องชั่งชนิดละเอียด Sartorius รุ่น AC 2115-00 ประเทศเยอรมนี
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. บีกเกอร์สำหรับรีฟลักซ์ขนาด 600 มิลลิลิตร
5. เครื่องไฮโดรไลซิส
6. ตะแกรงสแตนเลส (Stainless steel)
7. ถ้วยครูซิเบิล
8. เตาเผา (Carbolite RWF 1200) ประเทศอังกฤษ

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.26 นอร์มัล (Sulfuric, H_2SO_4) 96% (AR grade) บริษัท Lab Scan ประเทศไทย

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.3 นอร์มัล (Sodium Hydroxide; NaOH) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

3. กรดไฮโดรคลอริก 1% (Hydrochloric acid; HCl 37%) (AR grade) บริษัท Merck ประเทศเยอรมนี

4. แอลกอฮอล์ 95%

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. อบแห้งตัวอย่างด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2.7-3.0 กรัม ใส่ในบีกเกอร์สำหรับรีฟลักซ์ขนาด 600 มิลลิลิตร

3. เติมสารละลายกรดซัลฟูริก 0.26 นอร์มัล (0.13 โมลาร์) จำนวน 200 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์และนำไปรีฟลักซ์เป็นเวลา 30 นาที

4. กรองสารละลายขณะร้อนผ่านตะแกรงล้างส่วนที่เหลือด้วยน้ำกลั่นร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

5. เทตัวอย่างกลับสู่บีกเกอร์และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.3 นอร์มัล (0.3 โมลาร์) จำนวน 200 มิลลิลิตร ลงในบีกเกออร์ นำไปรีฟลักซ์เป็นเวลา 30 นาที

6. ทำเช่นเดียวกับข้อ 4 อีกครั้ง

7. ล้างส่วนที่เหลือด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1% (ปริมาตรต่อปริมาตร) 50 มิลลิลิตร และล้างด้วยน้ำร้อนผ่านตะแกรง

8. ล้างส่วนที่เหลือด้วยแอลกอฮอล์ 95% (ปริมาตรต่อปริมาตร) 25 มิลลิลิตร 2 ครั้งผ่านตะแกรง

9. เทส่วนที่เหลือที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส และชั่งน้ำหนักแล้ว (=a กรัม) ลงในครูซิเบิล

10. นำถ้วยครูซิเบิลไปเผาด้วยเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ชั่งหาน้ำหนักเถ้า (=b กรัม)

การคำนวณ

$$\text{เส้นใย (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)} = \frac{(a - b)}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

เมื่อ a = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

b = น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา

6. การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

เมื่อทราบปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ และเถ้าแล้ว สามารถหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยใช้วิธีการคำนวณจากสูตร ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) = 100 - (โปรตีน+ ไขมัน+ เส้นใยหยาบ+ เถ้า)

7. การวิเคราะห์แคลเซียม

สารเคมี

1. โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green)

2. สารละลายโซเดียมอะซิเดตร้อยละ 20

3. สารละลายกรดออกซาลิกร้อยละ 3

4.แอมโมเนียไฮดรอกไซด์

5. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.05 นอร์มัล

6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกร้อยละ 37

7. กรดซัลฟูริกร้อยละ 96

วิธีวิเคราะห์

ก. การเทียบมาตรฐานของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

1. เตรียมกรดซัลฟูริกต่อน้ำเป็น 5 : 95 ปริมาตร 250 มิลลิลิตร นำไปต้ม 10-15 นาที ทิ้งให้เย็น

2. เติมโซเดียมออกซาเลต 0.3 กรัม คนให้ละลายจากนั้นค่อยๆเติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 39-40 มิลลิลิตร คนจนสารละลายเป็นสีชมพู ตั้งทิ้งไว้ 4-5 นาที และ นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส

3. นำไปไตเตรตกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จนสารละลายเป็นสีชมพู ไตเตรท blank ทำตามขั้นตอนด้านบน แต่ไม่เติมโซเดียมออกซาเลต

4. คำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของโพแทสเซียมเปอร์แมงการเนต

จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นของ } KMnO_4 = \frac{\text{น้ำหนักของ } Na_2C_2O_4 \text{ (กรัม)} \times 1000}{\text{ปริมาตร } KMnO_4 \text{ (มิลลิลิตร)} \times 66.999}$$

$$\text{ความเข้มข้นของ } KMnO_4 = \frac{0.3000 \times 1000}{47.9 \times 66.999} = 0.0935 \text{ นอร์มัล}$$

ข. เตรียมตัวอย่าง

1. อบแห้งตัวอย่างด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์

2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ใส่ลงในครูซิเบิล เผาไหม้ตัวอย่างดังกล่าวโดยใช้เตาไฟฟ้าจนไม่มีควันดำเสียก่อน แล้วจึงนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว นำไปทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์

3. เทเถ้าลงในบีกเกอร์แล้วเติมกรดไฮโดรคลอริก 5 มิลลิลิตร นำไประเหยให้แห้งบน water bath แล้วละลายส่วนที่เหลือด้วยการเติมกรดไฮโดรคลอริกอีก 2 มิลลิลิตร นำไประเหยให้แห้งประมาณ 5 นาที

4. เจือจางสารละลายที่ได้ด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นกรองสารละลายผ่านกระดาษกรองชนิดปราศจากเถ้าลงในบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร โดยอาจทิ้งสารละลายที่กรองได้ในช่วงแรก 15-20 มิลลิลิตร

5. นำสารละลายที่กรองได้มา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร แล้วเจือจางสารละลายที่ได้เป็น 150 มิลลิลิตร

6. เติมโบโมครีซอลกรีนอินดิเคเตอร์ 7-8 หยด และสารละลายโซเดียมอะซิเตด 20% เพื่อปรับพีเอชให้เป็น 4.8-5.0 สารละลายจะมีสีฟ้า จากนั้นปิดด้วยกระจกนาฬิกาแล้วนำไปให้ความร้อนจนเดือด

7. เติมสารละลายกรดออกซาลิก 3% จำนวน 1 หยด ทุกๆ 3-5 วินาที ลงไปในสารละลายเพื่อตกตะกอนแคลเซียม จนกระทั่งพีเอชเปลี่ยนแปลง 4.4-4.6 ซึ่งเป็นพีเอชที่มีความเหมาะสมในการตกตะกอนแคลเซียมออกซาเลตโดยสารละลายจะมีสีเขียว

8. นำสารละลายไปต้มนาน 1-2 นาที แล้วทิ้งให้ตกตะกอนจนกระทั่งใส จากนั้นกรองส่วนใสด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5

9. ชะบีกเกอร์ด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ในอัตราส่วนแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร) ประมาณ 50 มิลลิลิตร

10. เจาะรูกระดาษกรองแล้วล้างกระดาษกรองเพื่อชะตะกอนทั้งหมดด้วยสารละลายผสมของน้ำ 125 มิลลิลิตร และกรดซัลฟูริก 5 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส

11. นำสารละลายที่ได้มาไตเตรทกับสารละลายโปรแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.05 นอร์มัล ที่อุณหภูมิ 70-90 องศาเซลเซียส จนถึงจุดยุติได้สารละลายสีชมพูอ่อน

การคำนวณ

ปริมาณแคลเซียม (mg/100 g) = (a/b) x 100

เมื่อ a คือ ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัม)
b คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

8. วิเคราะห์ปริมาณเบต้า-แคโรทีน

สารเคมี

1. อะซิโตน
2. ปิโตรเลียมอีเทอร์จุดเดือด 65-70 องศาเซลเซียส
3. แมกนีเซียมออกไซด์
4. สารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน
5. คลอโรฟอร์ม
6. โซเดียมซัลเฟต

การสร้างกราฟมาตรฐานของเบต้า-แคโรทีน (Standard cuvre of β-carotene)

1. การเตรียมสารละลาย β-carotene stock solution ชั่งสารเบต้า-แคโรทีน น้ำหนักที่แน่นอน 25 มิลลิกรัม นำมาละลายในคลอโรฟอร์ม 2.5 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ให้เป็น 250 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร จะได้ความเข้มข้นของเบต้า-แคโรทีน 0.1 mg/ml หรือ 100 μg/ml

2. ดูดสารละลาย stock มา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยปิโตเลียมอีเทอร์จะมีความเข้มข้นของเบต้า-แคโรทีนเท่ากับ 10 μg/ml

3. เตรียมสารละลายมาตรฐาน นำสารละลายที่ได้จากการเตรียมในข้อ 2 มา 5, 10, 20 และ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ซึ่งสารละลายมาตรฐาน 1 มิลลิลิตร จะมีความเข้มข้นเบต้า-แคโรทีน เท่ากับ 0.5, 1.0, 2.0 และ 5.0 μg/ml ตามลำดับ

4. นำสารละลายมาตรฐานที่เตรียมข้างต้น วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 452 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเบต้า-แคโรทีนกับค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้สารละลายอะซิโตนร้อยละ 3 เป็นแบลงค์

การสกัด

ชั่งตัวอย่าง 5-25 กรัม สกัดด้วยอะซิโตน 15 มิลลิลิตร นำไปบดในโกร่งจนกระทั่งตัวอย่างไม่มีสีเหลืองอยู่ กรองส่วนที่สกัดได้ผ่านจุกสำลีลงในขวดรูปชมพู่ ถ่ายของเหลวที่กรองได้ทั้งหมดลงในกรวยแยก เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 15 มิลลิลิตร และเติมสารละลายโซเดียมซัลเฟต 5% ลงไป 10 มิลลิลิตร (เป็นกี่ transfer pigment ไปอยู่ในชั้นของปิโตรเลียมอีเทอร์) สารละลายจะแบ่งเป็นสองชั้น คือชั้นของปิโตรเลียมอีเทอร์และชั้นของอะซิโตนผสมกับน้ำ นำชั้นของอะซิโตนผสมกับน้ำมาสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ จนกระทั่งชั้นของอะซิโตนไม่มีสี แยกชั้นของปิโตรเลียมอีเทอร์ออกมารวมกับชั้นของปิโตรเลียมอีเทอร์ที่สกัดได้ในครั้งแรกนำไปกรองผ่าน anhydrous Na_2SO_4 ถ่ายสารลงในขวดปรับปริมาตรและปรับปริมาตรด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ให้ได้ 25 มิลลิลิตร

การแยกสารสกัดด้วยวิธีโครมาโตกราฟฟี

การเตรียมคอลัมน์ : ตั้งคอลัมน์แก้วนำสำลีรองปลายคอลัมน์ เทสารไฮโซลซุปเปอร์เซล : แมกนีเซียมออกไซด์ในอัตราส่วน 3:1 โดยน้ำหนักลงในคอลัมน์ประมาณ 2.0-2.5 เซนติเมตรแล้วกดให้แน่นและเติมอีกจนมีความสูง 10 เซนติเมตร เติมสารโซเดียมซัลเฟตให้มีความสูง 1 เซนติเมตร

วิธีการวิเคราะห์ : ทำให้คอลัมน์เปียกโยเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงไปประมาณ 25-50 มิลลิลิตร ปิเปตตัวอย่างที่สกัดได้มา 10 มิลลิลิตรใส่ลงในคอลัมน์ และชะคอลัมน์ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ ไขเอาสารละลายเบต้าแคโรทีนออกจากคอลัมน์ลงในขวดปรับปริมาตร และปรับปริมาตรด้วยปิโตรเลียม

อีเทอร์ แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว 452 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายอะซิโตนร้อยละ 3 เป็นแบลงค์

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณของเบต้า-แคโรทีน (µg/100g)} = \frac{A \times B \times C \times 100}{M}$$

เมื่อ A = ความเข้มข้นของสารละลายเบต้า-แคโรทีนที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน

B = ปริมาตรสุดท้าย (มิลลิลิตร)

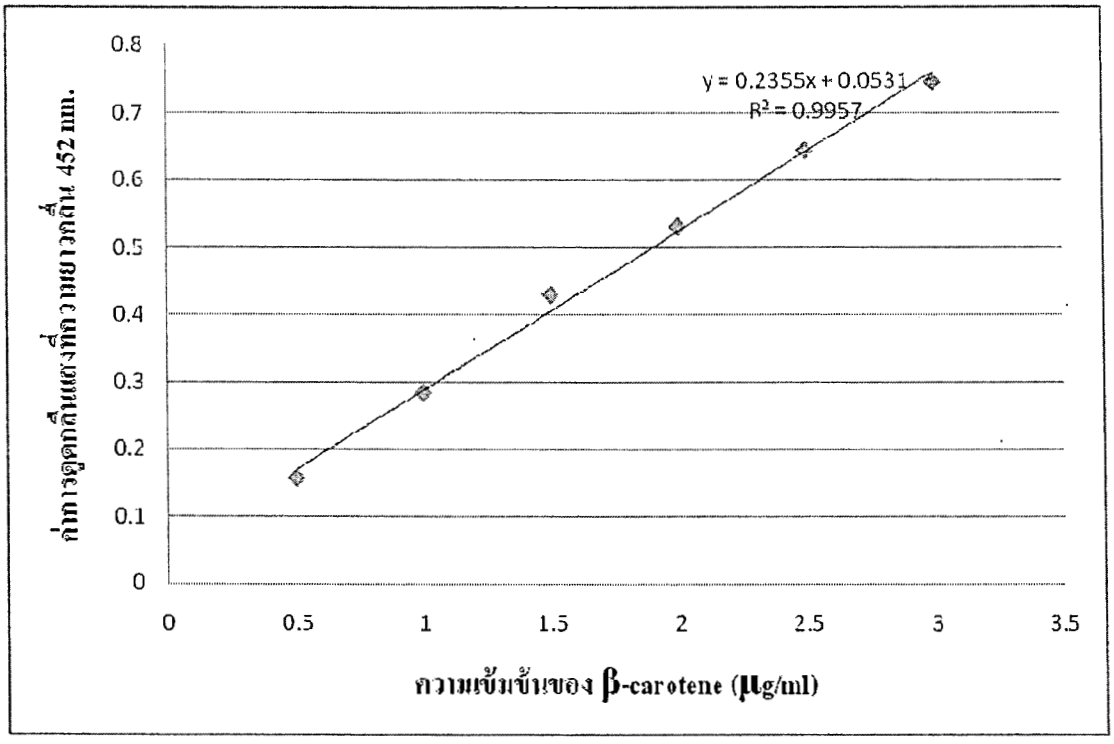
C = ปริมาตรที่เจือจาง (มิลลิลิตร)

M = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

การคำนวณความเข้มข้นของเบต้า-แคโรทีน และค่าการดูดกลืนแสง

ตารางที่ ก-1 ความเข้มข้นของเบต้า-แคโรทีนและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 452 นาโนเมตร

ความเข้มข้นของ (µg/ml)	ค่าการดูดกลืนแสง
0.5	0.157
1.0	0.284
1.5	0.430
2.0	0.531
2.5	0.644
3.0	0.745



ภาพที่ ก-1 กราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของเบต้า-แคโรทีนกับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 452 นาโนเมตร และความเข้มข้นตามลำดับ

ภาคผนวก ค
แบบประเมินผลที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิธี 9-point hedonic scale

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่ทดสอบ.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบซุปกึ่งสำเร็จรูปแบบแห้งจากมันเทศผสมสมุนไพรจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบตามคำอธิบายคะแนนความชอบข้างล่างนี้ และบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด
2 หมายถึง ไม่ชอบมาก.
3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง
4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย
5 หมายถึง เฉยๆ
6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย
7 หมายถึง ชอบปานกลาง
8 หมายถึง ชอบมาก
9 หมายถึง ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

แบบสอบถาม

คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย / ในวงเล็บ ( ) และเติมคำตอบในช่องว่าง

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม สำหรับเจ้าหน้าที่

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง A1 ☐ A2 ☐

2. สถานะของผู้สอบแบบสอบถาม

( ) ผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) ข้ามไปตอบข้อ 3 B1 ☐

( ) ผู้ปรุงอาหารให้ผู้สูงอายุ B2 ☐

3. อายุของผู้ปรุงอาหาร

( ) ต่ำกว่า 20 ปี ( ) 21 – 30 ปี ( ) 31 – 40 ปี C1☐ C2☐ C3 ☐

( ) 41 – 50 ปี ( ) 50 – 59 ปี C4☐ C5☐

4. การศึกษา

( ) ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ( ) มัธยมศึกษา D1☐ D2☐

( ) ปวช. / ปวส. ( ) ปริญญาตรี D3☐ D4☐

( ) สูงกว่าปริญญาตรี D5☐

5. อาชีพ

( ) นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา ( ) เกษตรกร/ประมง E1 ☐ E2 ☐

( ) ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน E3 ☐ E4 ☐

( ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ( ) อื่นๆ โปรดระบุ..... E5 ☐ E6 ☐

6. รายได้ต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,001-10,000 บาท F1 ☐ F2 ☐

( ) 10,001-15,000 บาท ( ) 15,001-20,000 บาท F3☐ F4 ☐

( ) 20,001-25,000 บาท ( ) มากกว่า 25,000 บาท F5☐ F6 ☐

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการผลิตภัณฑ์ซุปก้อน

เนื่องด้วยคณะผู้วิจัยกำลังดำเนินการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ซุปก้อนปรุงรสสำหรับผู้สูงอายุ จึงต้องการทราบความต้องการด้านชนิดผักสมุนไพรและลักษณะของซุปก้อน เพื่อนำไปสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์ต่อไป

7. ชนิดผักสมุนไพรที่ท่านต้องการให้ใช้เป็นส่วนประกอบในซุปก้อน (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) กะหล่ำปลี	( ) แครอท	G1 ☐ G2 ☐
( ) หัวไชเท้า	( ) เห็ดหอม	G3 ☐ G4 ☐
( ) มะเขือเทศ	( ) ขิง	G5 ☐ G6 ☐
( ) ขมิ้น	( ) ตะไคร้	G7 ☐ G8 ☐
( ) หอมแดง	( ) ใบบัวบก	G9 ☐ G10 ☐

8. ลักษณะของซุปก้อนที่ท่านต้องการ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ก้อนกลม	( ) ก้อนสี่เหลี่ยม	H1 ☐ H2 ☐
( ) ละลายน้ำได้ง่าย	( ) รสธรรมชาติ	H3 ☐ H4 ☐
( ) ปรุงรสชาติเล็กน้อย	( ) ใช้กลิ่นรสสังเคราะห์	H5 ☐ H6 ☐
( ) มีคุณค่าทางโภชนาการ		H7 ☐

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณท่านที่ให้ความร่วมมือ

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์

9. กรุณาทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบ

<u>คำอธิบายคะแนนความชอบ</u>

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	7 = ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก	5 = เฉย ๆ	8 = ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง	6 = ชอบเล็กน้อย	9 = ชอบมากที่สุด

กรุณาให้คะแนนความชอบลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ดังนี้

ลักษณะปรากฏ	.....
สี	.....
กลิ่น (จากการดม)	.....
กลิ่นรส (จากการกิน)	.....
รสชาติ	.....
เนื้อสัมผัสภายในปาก	.....
ความชอบโดยรวม	.....

ข้อคิดเห็นที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

10. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

( ) ยอมรับ ( ) ไม่ยอมรับ G1 ☐ G2 ☐

11. หากมีผลิตภัณฑ์นี้ออกวางจำหน่าย ท่านคิดว่าจะซื้อมาบริโภคหรือไม่ ☐

( ) ซื้อ เพราะ..... H1 ☐

( ) ไม่แน่ใจ เพราะ..... H2 ☐

( ) ไม่ซื้อ เพราะ..... H3

ขอขอบคุณท่านที่ให้ความร่วมมือ

แบบประเมินผลการทดสอบวิธี RPT

วันที่ทดสอบ.....ชื่อผู้ทดสอบ.....

คำแนะนำ กรุณทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและขีดเครื่องหมายลงบนเส้นของแต่ละปัจจัยคุณภาพ โดยเขียน I บนเส้นตามความรู้สึกที่ท่านต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์ และเขียน S บนเส้นที่ท่านรู้สึกได้จากการทดสอบ

รหัสตัวอย่าง .....

สีน้ำตาล

อ่อน เข้ม

กลิ่นน้ำมันมะพร้าว

อ่อน เข้ม

กลิ่นเครื่องเทศ

อ่อน เข้ม

กลิ่นผัก

อ่อน เข้ม

กลิ่นซีอิ๊ว

อ่อน เข้ม

รสเค็ม

น้อย มาก

รสหวาน

น้อย มาก

กลิ่นรสน้ำมันมะพร้าว

น้อย มาก

กลิ่นรสผัก

น้อย มาก

กลิ่นรสเครื่องเทศ

น้อย มาก