ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของซอสมะเขือเทศ

(Study of Physical and Chemical Properties in Tomato Sauce)

จัดทำโดย

นางสาวชนิกานต์	พรหมสิงหกุล	รหัสนักศึกษา 45040833
นางสาวธัญญานันท์	เทียมสุวรรณ	รหัสนักศึกษา 45040839
นางสาวศิโรรัตน์	หนูไพโรจน์	รหัสนักศึกษา 45040856

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ดร.ศิริวัฒน์ เจียมเกษกุล..... ...24...../มีนาคม...../...2549....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.ศิริวัฒน์ เจียมเกษกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21080

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของซอสมะเขือเทศ

(Study of Physical and Chemical Properties in Tomato Sauce)

นางสาวชนิกานต์ พรหมสิงหกุล รหัสนักศึกษา 45040833
นางสาวธัญญานันท์ เทียมสุวรรณ รหัสนักศึกษา 45040839
นางสาวศิโรรัตน์ หนูไพโรจน์ รหัสนักศึกษา 45040856

T096834

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2548

ปพ.
ช152ก
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวชนิกานต์ พรหมสิงหกุล , นางสาวธัญญานันท์ เทียมสุวรรณ และ
นางสาวศิโรรัตน์ หนูไพโรจน์. 2548 : การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของซอส
มะเขือเทศ ภาควิชาวิศวกรรมแปรรูอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . อาจารย์พัสกร เจียตระกูล

ศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของซอสมะเขือเทศที่วางขายในท้องตลาด 14 ยี่ห้อ วัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนวัด (Brookfield : MODEL DV-III) ที่อุณหภูมิ 4, 30, 60 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่า มีความหนืดเท่ากับ 47.70 Pa.s, 35.76 Pa.s, 27.92 Pa.s และ27.84 Pa.s ตามลำดับ ส่วนการวัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร (Texture Analyzer : TA-XT2i) พบว่า ค่าแรงกดที่อ่านค่าได้สอดคล้องกับค่าความหนืดที่วัดจากเครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนวัด และการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta : CR-300) พบว่า ค่าสีที่วัดได้ของซอสมะเขือเทศอยู่ในช่วง 5.82 ถึง 12.58 ส่วนการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์ (HP : scanjet 3670) พบว่า เครื่องสแกนเนอร์ไม่สามารถแยกสีของซอสมะเขือเทศออกจากกันได้อย่างชัดเจน ค่าความเป็นกรดด่างของซอสมะเขือเทศมีค่าอยู่ในช่วง 3.18 ถึง 4.17 ส่วนปริมาณกรดในซอสมะเขือเทศมีค่าอยู่ในช่วง 0.012 ถึง 0.029 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าอยู่ในช่วง 31.28 ถึง 40.13 องศาบริกซ์ ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับค่าความหนืดที่อยู่ในช่วง 21.59 ถึง 23.52 Pa.s ความเป็นสีแดง 6.20 ถึง 8.41 ความเปรี้ยวอยู่ในช่วงของค่าความเป็นกรดด่าง 3.57 ถึง 3.64 และความหวาน 37.00 ถึง 37.61 องศาบริกซ์

ชนิกานต์ พรหมสิงหกุล
(นางสาวชนิกานต์ พรหมสิงหกุล)

ธัญญานันท์ เทียมสุวรรณ
(นางสาวธัญญานันท์ เทียมสุวรรณ)

ศิโรรัตน์ หนูไพโรจน์
(นางสาวศิโรรัตน์ หนูไพโรจน์)

เจียตระกูล
(อาจารย์พัสกร เจียตระกูล)
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

24 / มีนาคม / 2549
วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จาก อาจารย์พัสกร เจียตระกูล ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปัญหาพิเศษ กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น แนวทางการแก้ปัญหาและให้ความช่วยเหลือในทุกด้านมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง , อาจารย์ถิระเดช ดำรงโภวรรณ และ รศ.ดร.รุจิรา ตราปราบ คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้ปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร.พอใจ ถามากร ที่ให้คำปรึกษา และแนวทางในการแก้ไขปัญหาในด้านการวิเคราะห์ทางเคมี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนให้ข้อคิดมุมมอง และแนวทางอันก่อประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า จัดทำปัญหาพิเศษจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีอาหารและนักวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่คอยช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการศึกษาปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในปัญหาพิเศษนี้ที่ให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษนี้จบลงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปัญหาพิเศษฉบับนี้ข้าพเจ้าของมอบแด่ท่านผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 คำจำกัดความ	3
2.2 ส่วนประกอบของซอสมะเขือเทศ	3
2.3 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของซอสมะเขือเทศ	4
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.5 คุณลักษณะที่ต้องการของซอสมะเขือเทศตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	7
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	9
3.1 วัตถุดิบ	9
3.2 อุปกรณ์	9
3.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	10
3.4 สถานที่ทำการทดลอง	10
3.5 วิธีการทดลอง	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	13
4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ	13
4.2 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ	35
4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส	40
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	46
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก	51
ประวัติผู้เขียน	60

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงค่าความหนืดที่แตกต่างกันที่อุณหภูมิต่างๆ	26
4.2	แสดงค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนต่อการวัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารที่อุณหภูมิต่างๆ	29
4.3	แสดงค่าความหนืดที่แตกต่างกันของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ โดยเปรียบเทียบระหว่างการวัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนกับ แรงกดของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร	31
4.4	แสดงค่าความเป็นสีแดงที่แตกต่างกันของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ โดยเปรียบเทียบระหว่างการวัดค่าสีแดงโดยใช้เครื่องวัดสีกับเครื่องสแกนเนอร์	34
4.5	แสดงค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าสีด้วยเครื่องสแกนเนอร์ต่อการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี	34
4.6	แสดงค่าความเป็นกรดด่าง, ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่แตกต่างกันของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ	39
4.7	แสดงค่าสหสัมพันธ์ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการทดสอบทางเคมีหรือทางกายภาพของซอสมะเขือเทศ	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
4.1 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อช้อยส์ที่อุณหภูมิต่างๆ	14
4.2 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อลีดเดอร์ไพร์สที่อุณหภูมิต่างๆ	15
4.3 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อไฮนซ์พลัสที่อุณหภูมิต่างๆ	15
4.4 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อไฮนซ์ ที่อุณหภูมิต่างๆ	16
4.5 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อคิงคิชเช่นที่อุณหภูมิต่างๆ	16
4.6 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อไฮนซ์อเมริกาที่อุณหภูมิต่างๆ	17
4.7 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อแม็กซัพที่อุณหภูมิต่างๆ	17
4.8 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเฟรชที่อุณหภูมิต่างๆ	18
4.9 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อโรซ่าที่อุณหภูมิต่างๆ	18
4.10 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเฟิร์สไพร์สที่อุณหภูมิต่างๆ	19
4.11 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเทสโก้ที่อุณหภูมิต่างๆ	19
4.12 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อโรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล ที่อุณหภูมิต่างๆ	20
4.13 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อโรซ่าผสมแครอทที่อุณหภูมิต่างๆ	20
4.14 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อไมก้าที่อุณหภูมิต่างๆ	21
4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	22
4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	23
4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	24
4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	25
4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความหนืดเฉลี่ยของซอสมะเขือเทศทุกยี่ห้อในแต่ละอุณหภูมิ	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.20	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความหนืดเฉลี่ยของซอสมะเขือเทศทุกยี่ห้อในแต่ละอุณหภูมิโดยใช้สมการของอาร์เรเนียส	27
4.21	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและเวลาที่อ่านได้จากเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารโดย	28
4.22	กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุนกับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร	30
4.23	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดงกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศวัดโดยใช้เครื่องวัดสี	32
4.24	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดงกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศวัดโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์	33
4.25	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ	35
4.26	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ	37
4.27	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้กับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ	38
4.28	แผนภูมิแสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยแสดงเทียบกับความหนืดในอุดมคติของผู้บริโภค	41
4.29	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งแสดงความหนืดในช่วงที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ	41
4.30	แผนภูมิแสดงสีแดงของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยแสดงเทียบกับสีแดงในอุดมคติของผู้บริโภค	42
4.31	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดงกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศวัดโดยใช้เครื่องวัดสี พร้อมทั้งแสดงค่าสีแดงในช่วงที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ	42
4.32	แผนภูมิแสดงความเปรี้ยวของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยแสดงเทียบกับความเปรี้ยวในอุดมคติของผู้บริโภค	43
4.33	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ พร้อมทั้งแสดงค่าความเป็นกรดด่างในช่วงที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.34	แผนภูมิแสดงกลิ่นเปรี้ยวของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยแสดงเทียบกับค่ากลิ่นเปรี้ยวในอุดมคติของผู้บริโภคซอสมะเขือเทศทุกยี่ห้อ ในแต่ละอุณหภูมิ	44
4.35	แผนภูมิแสดงความหวานของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยแสดงเทียบกับความหวานในอุดมคติของผู้บริโภค	45
4.36	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สามารถละลายน้ำได้กับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ พร้อมทั้งแสดงค่าความเป็นความหวานในช่วงที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ	45
ข.1.	ชุดทดลองในการวัดค่าสี	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีการส่งออกซอสมะเขือเทศไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศตลอดช่วงปี พ.ศ. 2535-2542 ซึ่งมีปริมาณและมูลค่าการส่งออกซอสมะเขือเทศของประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปี พ.ศ. 2535 มีปริมาณการส่งออก 735 ตัน เพิ่มขึ้นเป็น 4,758 ตัน ในปีพ.ศ. 2542 มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นจาก 19 ล้านบาทเป็น 165 ล้านบาท ผู้ประกอบการของไทยได้มีการปรับปรุงคุณภาพและพัฒนาผลิตภัณฑ์จนอยู่ในระดับเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยเฉพาะในแถบเอเชีย ซึ่งมีความชอบในรสชาติคล้ายกัน

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาบริโภคซอสมะเขือเทศกันมากขึ้น ผู้บริโภคมักจะใช้ซอสมะเขือเทศในการประกอบอาหารหรืออาจใช้เป็นเครื่องจิ้มในอาหารหลายชนิดเช่น พิซซ่า, แฮมเบอร์เกอร์ ,มันฝรั่งทอดหรือลูกชิ้น ในการเลือกซื้อซอสมะเขือเทศผู้บริโภคมักจะสังเกตคุณสมบัติต่างๆของซอส เช่น รสชาติ, สี, ความยากง่ายในการเทออกจากขวด, รวมถึงราคาของสินค้า ซอสมะเขือเทศมีมากมายหลายยี่ห้อ จึงทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี, ทางกายภาพและทดสอบทางประสาทสัมผัสของซอสมะเขือเทศ เพื่อทราบคุณสมบัติของซอสมะเขือเทศที่ผู้บริโภคต้องการ

ดังนั้นการศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของซอสมะเขือเทศ รวมทั้งการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค จึงมีความจำเป็นเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาซอสมะเขือเทศต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของซอสมะเขือเทศที่อุณหภูมิต่างๆ โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน (Brook field)และเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร (Texture Analyzer)

2. วัดสีของซอสมะเขือเทศโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์(scanner) เปรียบเทียบค่าสีที่ได้กับเครื่องวัดสี (Minolta color meter)

3. วิเคราะห์ปริมาณกรด, ความเป็นกรดด่างและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของซอสมะเขือเทศแต่ละยี่ห้อ

4. ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1. คำจำกัดความ

ซอสมะเขือเทศ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำให้ของเหลวที่ได้จากมะเขือเทศที่สดสุก สะอาด มีสีแดงเข้มและมีความข้นเพิ่มขึ้น ของเหลวนี้เมื่อผ่านการกรองหรือโดยกรรมวิธีอื่นๆ เพื่อขจัดเปลือก เมล็ด และวัตถุดิบอื่นๆ ที่มีขนาดใหญ่ออกไป มีการปรุงแต่งรสด้วยเกลือ น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู เครื่องเทศ โดยจะเติมหัวหอม กระเทียมหรือไม่ก็ได้ แต่จะต้องมีเนื้อมะเขือเทศไม่น้อยกว่าร้อยละ 12

การทำซอสมะเขือเทศในอุตสาหกรรมอาหาร อาจจะทำจากมะเขือเทศสด หรือมะเขือเทศเข้มข้น ซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะด้อยกว่าพวกที่ได้จากมะเขือเทศสด ในกรณีที่ใช้มะเขือเทศสด จะต้องทำการคัดเลือกมะเขือเทศแต่พวกที่มีสีแดงจัดทั้งผล พันธุ์เนื้อ มีความเป็นกรดสูง ซอสมะเขือเทศยังให้คุณค่าทางอาหารแก่ร่างกาย โดยเฉพาะพวกวิตามินและเกลือแร่

ซอสมะเขือเทศที่มีคุณภาพดีจะต้องมีสีแดง สีไม่คล้ำ มีค่าพื้นที่สีแดงไม่น้อยกว่า 53 เปอร์เซ็นต์ (Mackbeth Munsell Color Disk) มีความคงตัวสม่ำเสมอ ไม่มีการแยกส่วนเนื้อและส่วนน้ำจนเห็นได้ชัด มี ปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ปราศจากจุดดำ ซอสมะเขือเทศที่ดีควรมีความเป็นกรดไม่น้อยกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ เพื่อประโยชน์ในด้านการเก็บและเพื่อป้องกันการเจริญของยีสต์และรา

2.2. ส่วนประกอบของซอสมะเขือเทศ

_ นอกจากมะเขือเทศแล้ว สิ่งปรุงแต่งก็เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของซอสมะเขือเทศ เนื่องจากมีผลถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเทศ (spices) ได้แก่ อบเชย กระวาน กานพลู ลูกจันทน์ เมล็ดผักชี พริกไทย และอื่นๆ เครื่องเทศที่ใช้ควรมีคุณภาพดีและมีสารหนูไม่เกิน 5 ppm ตะกั่วไม่เกิน 10 ppm ทองแดงไม่เกิน 30 ppm โดยเฉพาะกานพลูต้องใช้ชนิดที่ไม่มีหัว เนื่องจากที่หัวกานพลูมีปริมาณแทนนินสูง ซึ่งมีผลทำให้เกิดสีดำที่คอขวดขึ้นในซอสมะเขือเทศ

น้ำตาล โดยทั่วไปใช้น้ำตาลทรายซึ่งทำจากอ้อยหรือหัวผักกาด (sugar cane or sugar beet) ในสหรัฐอเมริกามีการใช้ น้ำตาลเหลว (liquid sugar) เช่น corn syrup, glucose syrup ผู้ผลิตบางรายพบว่าการเติมน้ำตาล 1/3 ของน้ำตาลทั้งหมดตั้งแต่ก่อนการเคี่ยว จะช่วยให้สีของมะเขือเทศคงตัวได้ดี และน้ำตาลส่วนที่เหลือให้เติมเมื่อเคี่ยวซอสจนข้นเกือบได้ที่แล้ว

เกลือ เกลือที่ใช้ควรเป็นเกลือชนิดละเอียด สะอาด และไม่มีสารอื่นเจือปน นิยมเติมหลังจากที่เคี่ยวซอสจนเกือบได้ที่

น้ำส้มสายชู นิยมใช้น้ำส้มสายชูหมักมากกว่าน้ำส้มสายชูเทียม เนื่องจากทำให้ซอสมะเขือเทศมีกลิ่นหอม รสดี น้ำส้มสายชูที่ดีควรมีปริมาณกรด 5 ถึง 5.5 เปอร์เซ็นต์ และน้ำส้มสายชูที่ใช้ควรมีปริมาณกรด และคุณภาพเท่ากันทุกครั้ง เพราะมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นิยมเติมน้ำส้มสายชูหลังจากที่เคี่ยวซอสจนข้นได้ที่แล้ว

2.3. ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของซอสมะเขือเทศ

สี (color) เป็นปัจจัยแรกที่ผู้บริโภคใช้เป็นเครื่องตัดสินใจในการซื้อซอสมะเขือเทศ ดังนั้น ในการผลิตจึงต้องคัดเลือกมะเขือเทศที่สุก มีสีแดงสม่ำเสมอตลอดผล เนื่องจากสารซึ่งให้สีแดงแก่ซอสมะเขือเทศ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า ไลโคพีน (lycopene) จะพบมากในมะเขือเทศสุก และปริมาณไลโคพีนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับการสุกของมะเขือเทศ มะเขือเทศที่สุกไม่เต็มที่มีสีเขียวๆ เหลืองๆ ปนอยู่อาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ และเกิดสีดำที่คอขวด (blackneck) ขึ้นด้วย การกำจัดอากาศ (deaeration) ก่อนการบรรจุซอส ช่วยทำให้สีของซอสมะเขือเทศสม่ำเสมอ ช่วยรักษาสีแดง ช่วยลดอัตราการเกิดสีดำที่คอขวด และยังช่วยป้องกันการแยกชั้นของซอสมะเขือเทศอีกด้วย การเคี่ยวระเหยน้ำมะเขือเทศให้เข้มข้นภายใต้สุญญากาศช่วยรักษาสีแดงของซอส ป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (browning) และช่วยยืดอายุการเก็บ ในกรณีที่บรรจุซอสที่อุณหภูมิ 82 ถึง 88 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่จำเป็นต้องมีการฆ่าเชื้อ ส่วนการเติมสารประกอบโพลีฟอสเฟต (polyphosphate) จะช่วยรักษาสีแดงและป้องกันการเกิดสีดำที่คอขวด ในซอสมะเขือเทศ

รสกลิ่น (flavor) มะเขือเทศที่สุกไม่เต็มที่ เน่าเสียหรือสุกเกินไป จะทำให้ซอสมะเขือเทศมีกลิ่นรสเปลี่ยนไป และพบว่าซอสมะเขือเทศที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 28-30 เปอร์เซ็นต์ จะมีรสชาติดีกว่าซอสมะเขือเทศที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่า 30 เปอร์เซ็นต์

ความคงตัว (consistency) ซอสมะเขือเทศที่ดีจะต้องมีความคงตัวสม่ำเสมอ คือ ไม่มีการแยกส่วนเนื้อและส่วนน้ำจนเห็นได้ชัด การกำจัดอากาศ ก่อนบรรจุซอสจะช่วยกำจัดการแยกชั้น ทำให้ซอสมะเขือเทศมีความคงตัวดี

การเกิดสีดำที่คอขวด (Blackneck) ในซอสมะเขือเทศ การเกิดสีดำที่คอขวดเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดแก่ซอสมะเขือเทศหลังจากที่เก็บซอสไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งเพื่อรอการจำหน่าย หรือหลังจากการเปิดขวดซอสใช้แล้ว เนื่องจากจะเกิดสีดำ (darkening) ในส่วนของคอขวดก่อนประมาณ 1 นิ้ว แล้วค่อยๆ ลามเข้าไปในตัวซอส ปฏิกิริยานี้เกิดอย่างรวดเร็วใน 2-3 สัปดาห์แรกของการเก็บ โดยที่สีส่วนใหญ่ของซอสภายในขวดไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก สาเหตุของการเกิดสีดำที่คอขวดนั้นมักเกิดจากเหล็ก แทนนิน และอากาศ(ออกซิเจน)

ความหนืด เป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้พิจารณาในเรื่องคุณภาพและการยอมรับของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับมะเขือเทศ สำหรับผลิตภัณฑ์ซอสมะเขือเทศความหนืดสำคัญมากเหมือนกับการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยผู้บริโภคและยังเป็นอีกส่วนหนึ่งของระดับคุณภาพมาตรฐานที่ต้องการ

ความหนืดคือลักษณะของแข็งหรือระดับของความหนาแน่น ผู้เชี่ยวชาญทางอาหารให้คำจำกัดความของความหนืดว่าเป็นการวัดแรงต้านทานภายในของของไหลเมื่อหนึ่งชั้นของของไหลถูกทำให้เคลื่อนที่ไปยังอีกชั้น ส่วนผู้บริโภคให้คำจำกัดความเทอมของการติดเกาะความเรียบหรือสารแขวนลอยหรือความแน่นเนื้อ เช่น ผู้บริโภคอาจจะประเมินความหนืด สี การวัด การควบคุมและการรักษาความคงตัว ความหนืดจะเกี่ยวข้องกับคุณภาพที่สำคัญเป็นอย่างมาก กระบวนการผลิตเคตชัปมะเขือเทศ (tomato ketchup) และซอสมะเขือเทศ จะต้องทราบถึงคุณภาพที่สำคัญเป็นอย่างดี ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในกระบวนการผลิต การใช้เครื่องมือ และการควบคุมความหนืดในผลิตภัณฑ์สุดท้าย อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการวัดความหนืดจะถูกออกแบบให้มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ในผลิตภัณฑ์อาหาร การศึกษาคุณสมบัติในการไหลของวัสดุอาหารมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์การอาหารมาก ไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรืออาหารและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ ยังมีความสำคัญต่อการผลิต (manufacturing), การขนส่ง (transportation), การเก็บรักษา(storing)และอื่นๆ ส่วนมากนักวิทยาศาสตร์การอาหารนิยมใช้วัดคุณสมบัติในการไหลในรูปความหนืด(viscosity) หรือความคงตัว (consistency) การวัดความหนืด ก็คือ การวัดความต้านทานในการไหลของของไหลในรูปความเค้น(shearing stress) ต่อความเครียด (rate of shear) เรามักใช้ความหนืดอธิบายคุณสมบัติในการไหลของของไหลพวกนิวโตเนียน (Newtonian fluid) และใช้ความคงตัวอธิบายคุณสมบัติในการไหลของของไหลพวกนอนนิวโตเนียน (non-newtonian fluid) ซึ่งสามารถอธิบายได้ในกลไกของมวล เช่น ความหนืด(viscosity), ความยืดหยุ่น (elasticity) แต่อย่างไรก็ตามคุณลักษณะของความหนืดของอาหารเหลวนี้มักจะสัมพันธ์กับคุณสมบัติในทางวิศวกรรมอาหารเช่นสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน, การลดลงของความดันภายในท่อ,อัตราการระเหย ซึ่งข้อมูลทางด้านความหนืดที่ได้มาจะนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องมือในกระบวนการผลิตอาหารเพื่อใช้ในการกวน,ปั๊ม,การถ่ายเทความร้อนและการระเหย เป็นต้น

2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพรรณี ปิติขันติธรรม (2520) ได้ทำการศึกษาคุณลักษณะของซอสมะเขือเทศโดยใช้มะเขือเทศพันธุ์ Garmed , Parker , VF145 B7879 , VF317 และ VF198 จากการวิเคราะห์คุณภาพของซอสมะเขือเทศพบว่า มีค่าความเป็นกรดด่าง 4.05-4.20 ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity) 0.83-1.01 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids) 21.46-26.66 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (total soluble solid) 19.8-23.8 องศาบริกซ์ ปริมาณเนื้อมะเขือเทศ (total solids) 16.56-20.05 เปอร์เซ็นต์ วิตามินซี (ascorbic acid) 1.79-2.33 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ไลโคพีน (lycopene) 7.87-10.00 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แบต้าแคโรทีน (bata-carotene) 0.58-0.86 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และวิตามินเอ 792-1436 หน่วยสากล ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณของแข็งที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ (alcohol insoluble solids) และความคงตัว (consistency) ของซอสมะเขือเทศ มีความแตกต่างจากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่า 1.89-2.91 เปอร์เซ็นต์ และ ค่าการไหลของของไหล (Bostwick value) 6-9 เซนติเมตรต่อ 30 วินาทีตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hilal Sahin , Feramuz Ozademir (2004) ทำการศึกษาเรื่องผลของไฮโดรคลอลอยด์บางชนิดที่มีผลกับความหนืดของซอสมะเขือเทศสูตรต่างๆ โดยไฮโดรคลอลอยด์ที่ใช้ในการศึกษามี 5 ชนิด ได้แก่ กัมทรากาแคน (tragacanth gum), กัวร์กัม (guar gum) , คาร์บอกซิเมททิลเซลลูโลส (carboxy methyl cellulose) , แซนแทนกัม (xanthan gum) และ โลคลอสบีมกัม (locust bean gum) ในปริมาณ 0 , 0.5 และ 1 กรัมต่อ 100 กรัม (น้ำหนัก/น้ำหนัก) โดยเพิ่มลงในในซอสมะเขือเทศที่จัดทำขึ้น 3 สูตร ซึ่งมีของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ 7.5 , 10 และ 12.5 กรัม ต่อ 100 กรัม (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ตามลำดับ และทำการทดสอบคุณสมบัติการไหลของซอสมะเขือเทศโดยใช้เครื่องวัดความหนืด (viscometer) พบว่า ไฮโดรคลอลอยด์ทุกชนิดสามารถเพิ่มความข้นแก่ซอสมะเขือเทศได้ โดยที่ กัวร์กัม และโลคอสบีนกัมสามารถเพิ่มความข้นได้สูงสุด สูตรของซอสมะเขือเทศที่แตกต่างกันและความเข้มข้นของไฮโดรคลอลอยด์ที่ต่างกันจะมีผลต่อความข้นของซอสมะเขือเทศ โดยที่ความข้นของซอสมะเขือเทศจะสูงสุดในสูตรของซอสมะเขือเทศที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 12.5 เปอร์เซ็นต์ และ มีไฮโดรคลอลอยด์ 1 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบของซอสมะเขือเทศจะมีผลต่อคุณสมบัติการไหลของซอสมะเขือเทศ ส่วนมะเขือเทศเข้มข้นเจือจางจะต้องมีองค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้อย่างน้อย 10 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของไฮโดรคลอลอยด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ จึงจะได้ความหนืดที่เหมาะสม หากใช้แซนแทนกัมมากเกินไปจะทำให้เกิดเนื้อสัมผัสที่ไม่น่าดู (slimy texture) ส่วนกัวร์กัมหากมีปริมาณมากเกินไปจะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ

2.5. คุณลักษณะที่ต้องการของซอสมะเขือเทศ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเคตชัปมะเขือเทศ (Standard for tomato ketchup) (มอก.392-2524) ระบุไว้ว่า

1. สี (color) กลิ่นรส (flavour) ความหนืด และข้อบกพร่อง (defect) ต้องมีคุณลักษณะดังนี้

1.1 สี

เคตชัปมะเขือเทศ ต้องมีสีแดงตามลักษณะของมะเขือเทศสุกที่ผ่านการเตรียมและทำตามกรรมวิธีที่ถูกต้อง

1.2 กลิ่นรส

เคตชัปมะเขือเทศ ต้องมีกลิ่นรส ตามลักษณะของส่วนประกอบที่มีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นไหม้หรือกลิ่นรสแปลกปลอมอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ความหนืด

เคตชัปมะเขือเทศ ต้องไม่ข้นเกินไปจนเทออกจากขวดหรือภาชนะบรรจุไม่ได้ และเมื่อทดสอบด้วยโบสต์วิกก์คอนซิสโตมิเตอร์ (Bostwick consistometer) ที่ 20 องศาเซลเซียส เคตชัปมะเขือเทศจะต้องไหลไปได้ไม่เกิน 9 เซนติเมตร ในเวลา 30 วินาที

1.4 เคตชัปมะเขือเทศต้องมีความแนบแน่นดี ลักษณะเนื้อละเอียดทั่วกัน ไม่มีการแยกตัวของส่วนของแข็งและส่วนของเหลว เมื่อเทลงบนถาดพื้นราบสีขาว (grading tray)

1.5 ข้อบกพร่อง

1.5.1 เคตชัปมะเขือเทศจะต้องไม่มีสิ่งปลอมปนชนิดอื่น

1.5.2 เคตชัปมะเขือเทศจะมีข้อบกพร่องได้เพียงเล็กน้อย เช่น มีจุดหรือสะเก็ดสีคล้ำ เมล็ด หรือชิ้นเศษของเมล็ด ไส้กลาง เปลือก หรือชิ้นเศษของส่วนประกอบอื่น โดยไม่ทำให้ลักษณะและคุณภาพของเคตชัปมะเขือเทศเปลี่ยนไป (สังเกตได้โดยเกลี่ยเคตชัปมะเขือเทศบางๆ บนพื้นราบสีขาว)

2. ปริมาณของแข็งทั้งหมด

เคตชัปมะเขือเทศ ต้องมีปริมาณของแข็งทั้งหมดตั้งแต่ร้อยละ 29 ขึ้นไป เมื่อวิเคราะห์ตาม AOAC (1975) ข้อ 32.004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ซอสมะเขือเทศที่ใช้ในการทดสอบมีทั้งหมด 14 ยี่ห้อ ดังนี้ ไฮนซ์อเมริกา (Heinz USA), ไฮนซ์ (Heinz), ไฮนซ์ พลัส (Heinz plus), ไมก้า (Mica), โรซ่า (Rosa), โรซ่า (Rosa) สูตรผสมแครอท, โรซ่า (Rosa) สูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล, คิงคิชเช่น (King's kitchen), ลีดเดอร์ไพรส์ (Leader price), เทสโก้ (Tesco), เฟิร์สไพรส์ (First price), ช้อยส์ (Choice), แม็กชัพ (Maxchup) และเฟรช (Fresh)

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องแก้ว
2. เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter)
3. เครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน (Brookfield : MODEL-DV-III) และหัววัดเบอร์ 25
4. เครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) ยี่ห้อ HP รุ่น scanjet 3670 และชุดการทดลอง
5. เครื่องวัดสี (Minolta : CR-300)
6. เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร (Texture Analyzer : TA-XT2i)
7. หัววัดลักษณะเนื้อสัมผัสเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร (P25)
8. รีแฟรกโตมิเตอร์ (Hand refractometer : N2)
9. เตาไฟฟ้า (Hot plate)
10. หม้อต้มน้ำ
11. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
12. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
13. พลาสติกยืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N

3.3.2 ฟีนอฟทาลีน (phenoptalene)

3.4. สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5. วิธีการทดลอง

1. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของซอสมะเขือเทศ

1.1. การวัดความหนืด

1.1.1. การวัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน (Brookfield)

- เทตัวอย่าง 500 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
- ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างให้ได้ 4°C± 5
- วัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน
- อ่านค่าความหนืด (cP) , ค่าทอร์ก (%τ) , SHEAR STRESS (Ð/cm^2) , SHEAR RATE (s^{-1}) ที่ความเร็วรอบ (RPM) ต่างๆกัน เพื่อนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง SHEAR STRESS (N/m^2) และ SHEAR RATE (s^{-1})
- ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างให้ได้ 30°C ± 5 , 60°C ± 5 และ 80°C ± 5 ตามลำดับ และวัดค่าความหนืด พร้อมทั้งอ่านค่าต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น

1.1.2 การวัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร (Texture Analyzer : TA-XT2i)

- เทตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
- ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างให้ได้ 4°C ± 5
- วัดค่าความหนืดโดยใช้ หัววัดลักษณะเนื้อสัมผัสเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร (P25) ใช้ความเร็วในการทดสอบ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที กดลงไปในซอสมะเขือเทศ 25 เปอร์เซ็นต์ และแปรผลโดยใช้วิธี Back Extruder
- ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างให้ได้ 30°C ± 5 , 60°C ± 5 และ 80°C ± 5 ตามลำดับ และวัดค่าความหนืดตามวิธีดังกล่าวข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. การวัดค่าสี

1.2.1. วัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta : CR-300)

- ใส่ตัวอย่างลงในชุดทดลอง ดังแสดงในรูป ข.1.
- หุ้มหัววัดของเครื่องวัดสีด้วยพลาสติกยืดเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องวัดสีสัมผัสโดยตรงกับซอสมะเขือเทศ
- วัดค่า L , a , b และค่า x, y , z ด้วยเครื่องวัดสี

1.2.2. วัดค่าสีโดยใช้สแกนเนอร์

- ใส่ตัวอย่างลงในชุดทดลอง
- วางชุดทดลองลงบนสแกนเนอร์ แล้วทำการแปรผลค่าสีในโปรแกรม Photoshop 7.0
- วัดค่าสีเป็น x (R), y (G), z (b)

2. การศึกษาสมบัติทางเคมีของซอสมะเขือเทศ

2.1. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

- Standardize เครื่องวัดพีเอช (pH-meter) ด้วยการใช้บัฟเฟอร์พีเอช (buffer pH) 4.00 และ 7.00 ตามลำดับ
- วัดค่าความเป็นกรดด่างของตัวอย่างในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity)

- ปิเปตตัวอย่างจำนวน 5 มิลลิลิตร นำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วดูดสารละลายเจือจางของตัวอย่างด้วยปิเปตจำนวน 5.0 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร หยดฟีนอฟทาลีน จำนวน 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน
- นำสารละลายไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน

2.3. การวัดปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ (total soluble solid)

- นำแท่งแก้วคนจุ่มลงในตัวอย่างแล้วนำมาแตะบนรีแฟรกโตมิเตอร์
- อ่านค่าของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ขวด วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการวิเคราะห์โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 11.0

3. ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

- เตรียมตัวอย่างเพื่อทำทดสอบโดยทำการทดสอบพร้อมกัน 3 ตัวอย่าง
- นำเสนอตัวอย่างแบบสุ่ม โดยใช้ผู้ทำการทดสอบจำนวน 40 คน ทำแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis : QDA)
- ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางประสาทสัมผัสของซอสมะเขือเทศแต่ละยี่ห้อโดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 11.0

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ระยะเวลาทำการทดลอง จากเริ่มต้นทำการทดลองวันที่ 14 พฤศจิกายน 2548 และสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2549 รวมระยะเวลาการทดลอง 90 วัน

4.1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

1. การวัดค่าความหนืดของซอสมะเขือเทศ

1.1 การวัดความหนืดของซอสมะเขือเทศโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน (Brookfield : MODEL DV-III)

1.1.1 ความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

เมื่อทำการวัดความหนืดของซอสมะเขือเทศด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน และนำค่าความเค้นเฉือน (Shear stress (N/m^2)) และอัตราเฉือน (shear rate (s^{-1})) ที่อ่านได้จากเครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน มาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นเฉือน (N/m^2) และ อัตราเฉือน (s^{-1}) แล้วนำมาสร้างสมการถดถอยเชิงยกกำลังซึ่งพบว่าอยู่ในรูปของสมการ Power Law

$$\tau = m(dv/dy)^n$$

เมื่อ τ = ความเค้นเฉือน (N/m^2)

dv/dy = อัตราเฉือน (s^{-1})

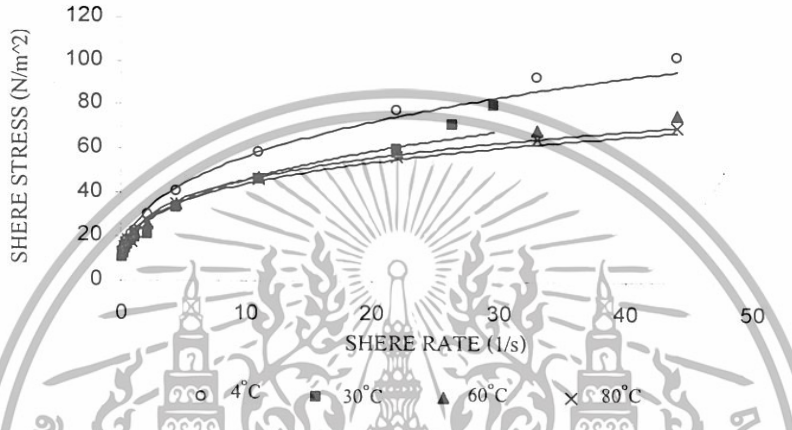
m = สัมประสิทธิ์แสดงความข้นหนืดของของไหล (Pa.s)

n = ดัชนีบ่งบอกพฤติกรรมการไหลของของไหล

ดัชนีบ่งบอกพฤติกรรมการไหลของของไหล (n) หากมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าเป็นของไหลพวกนิวโตเนียน (Newtonian fluid), ถ้า n น้อยกว่า 1 แสดงว่าเป็นพวกซูโดพลาสติก (Pseudoplastic)และ ถ้า n มากกว่า 1 แสดงว่าเป็นไดลาแทนต์ (dilatant)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

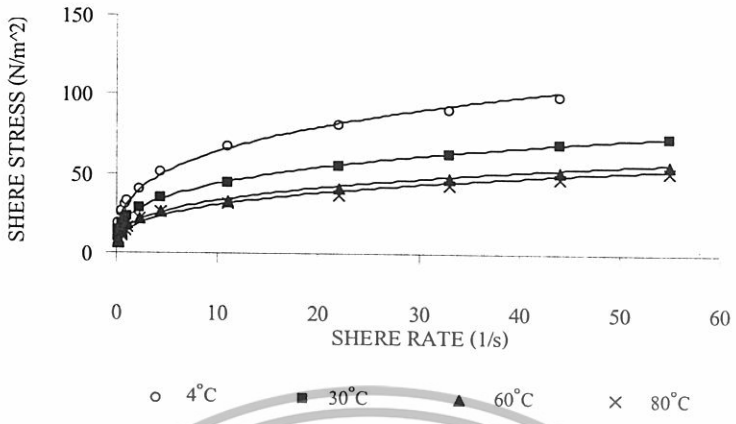
จากสมการ Power Law พบว่า ซอสมะเขือเทศทั้งหมดที่นำมาวัดความหนืดมีดัชนีบ่งบอกพฤติกรรมการไหลของของไหล (n) น้อยกว่า 1 ซึ่งสามารถบ่งชี้ได้ว่าซอสมะเขือเทศเป็นของไหลประเภทซูโดพลาสติก ส่วนความหนืดของซอสมะเขือเทศสามารถอ่านค่าได้จากสัมประสิทธิ์ความข้นหนืดของของไหล (m)



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 24.693x^{0.3598}$	24.693
30°C	$y = 20.211x^{0.3586}$	20.211
60°C	$y = 23.404x^{0.2917}$	23.404
80°C	$y = 22.311x^{0.2951}$	22.311

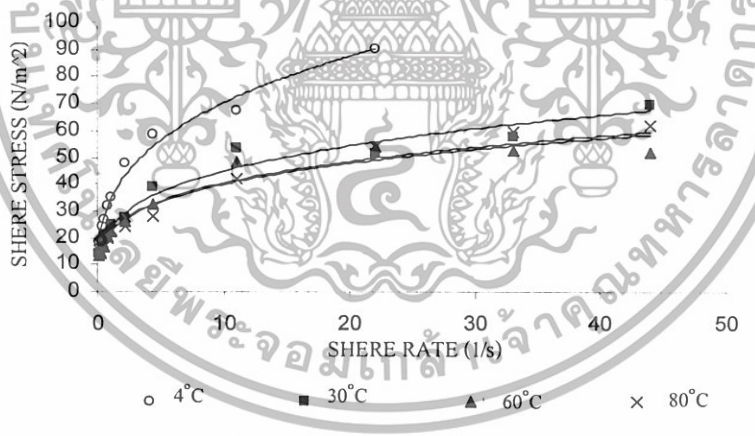
รูปที่ 4.1 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อช้อยส์ที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 30.573x^{0.3201}$	30.573
30°C	$y = 21.601x^{0.3074}$	21.601
60°C	$y = 15.921x^{0.3192}$	15.921
80°C	$y = 14.195x^{0.3304}$	14.195

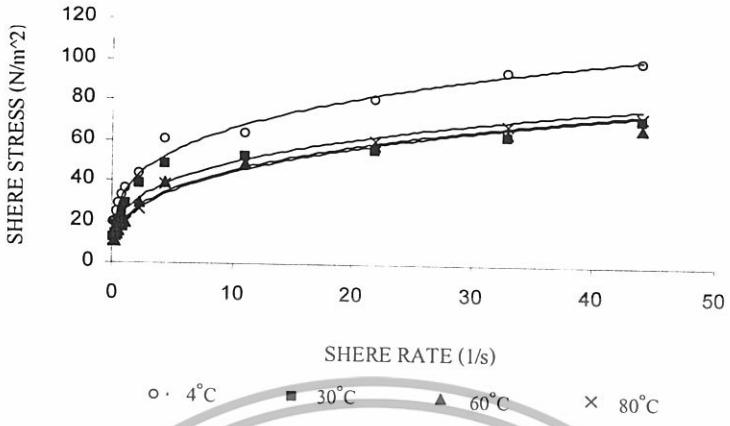
รูปที่ 4.2 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อลีดเดอร์ไพร์สที่อุณหภูมิต่างๆ



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 33.706x^{0.3199}$	33.706
30°C	$y = 23.614x^{0.2793}$	23.614
60°C	$y = 21.814x^{0.2623}$	21.814
80°C	$y = 22.007x^{0.2648}$	22.007

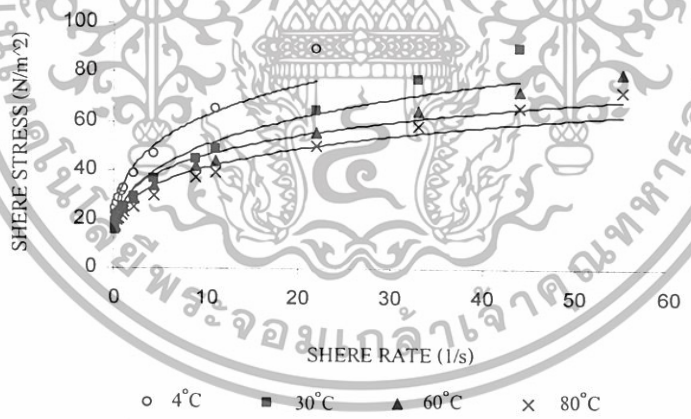
รูปที่ 4.3 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อไฮนซ์พลัสที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 34.022x^{0.2883}$	34.022
30°C	$y = 24.714x^{0.3003}$	24.714
60°C	$y = 20.075x^{03439}$	20.075
80°C	$y = 20.956x^{0.3354}$	20.956

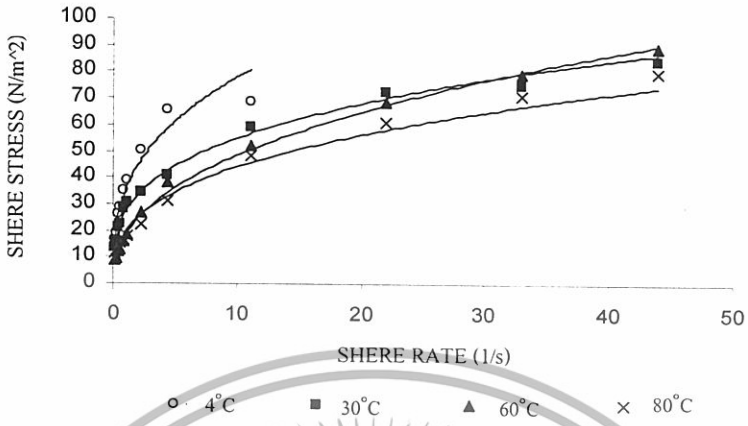
รูปที่ 4.4 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อไฮนซ์ ที่อุณหภูมิต่างๆ



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 34.451x^{0.2596}$	34.451
30°C	$y = 26.454x^{0.2829}$	26.454
60°C	$y = 27.339x^{0.2309}$	27.339
80°C	$y = 23.818x^{0.242}$	23.818

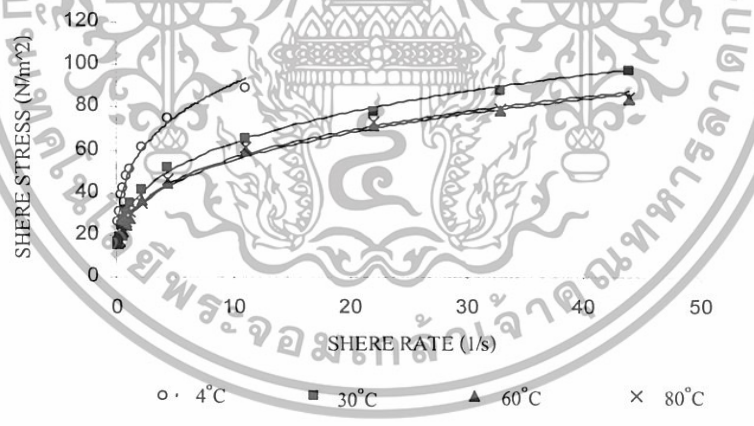
รูปที่ 4.5 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อคิงคิชเช่นที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 35.245x^{0.3458}$	35.245
30°C	$y = 26.964x^{0.3161}$	26.964
60°C	$y = 18.498x^{0.4198}$	18.498
80°C	$y = 19.669x^{0.352}$	19.669

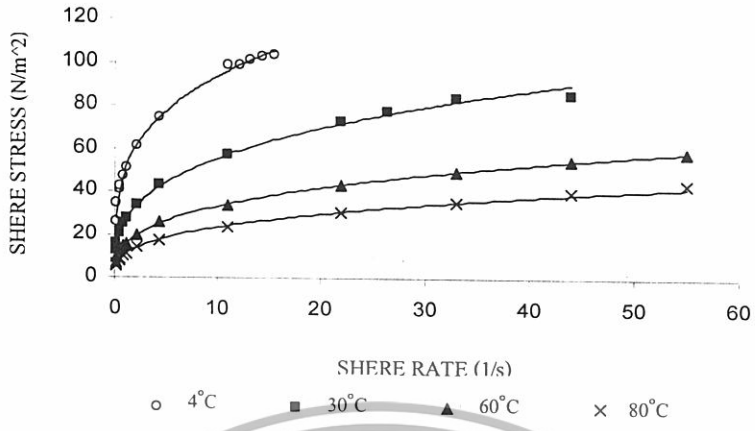
รูปที่ 4.6 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อไฮนซ์อเมริกาที่อุณหภูมิต่างๆ



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 48.613x^{0.2727}$	48.613
30°C	$y = 32.031x^{0.2966}$	32.031
60°C	$y = 27.347x^{0.3045}$	27.347
80°C	$y = 28.294x^{0.2994}$	28.294

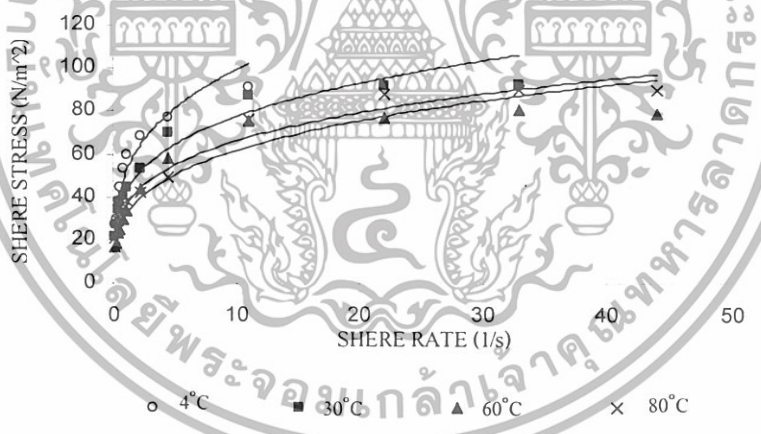
รูปที่ 4.7 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อแม็กซัพที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
93892



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 49.853x^{0.274}$	49.853
30°C	$y = 26.117x^{0.328}$	26.117
60°C	$y = 15.419x^{0.334}$	15.419
80°C	$y = 10.666x^{0.3422}$	10.666

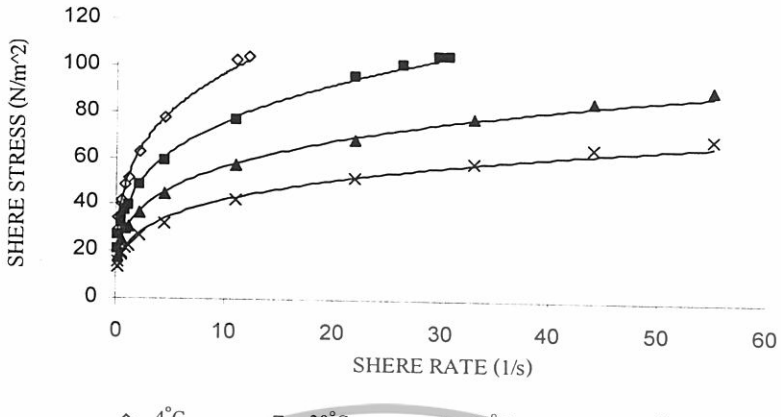
รูปที่ 4.8 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเฟรชที่อุณหภูมิต่างๆ



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 50.968x^{0.2904}$	50.968
30°C	$y = 42.003x^{0.2667}$	42.003
60°C	$y = 31.251x^{0.2953}$	31.251
80°C	$y = 35.782x^{0.2665}$	35.782

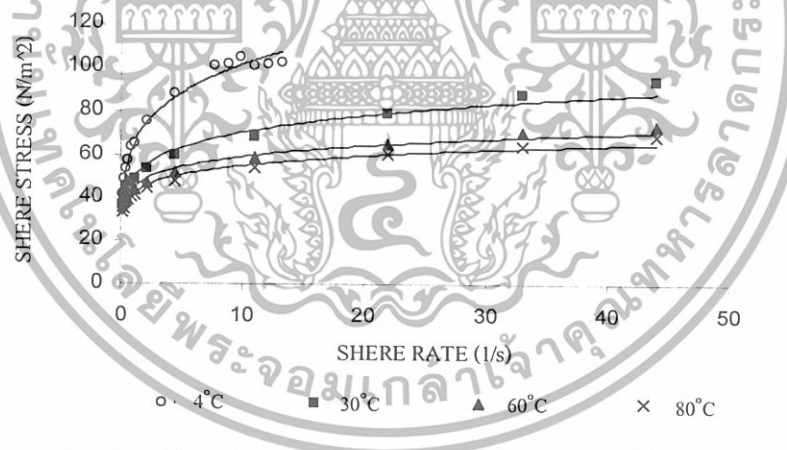
รูปที่ 4.9 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อโรซ่าที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 51.434x^{0.2761}$	51.434
30°C	$y = 39.664x^{0.2825}$	39.664
60°C	$y = 30.746x^{0.2645}$	30.746
80°C	$y = 22.892x^{0.2673}$	22.892

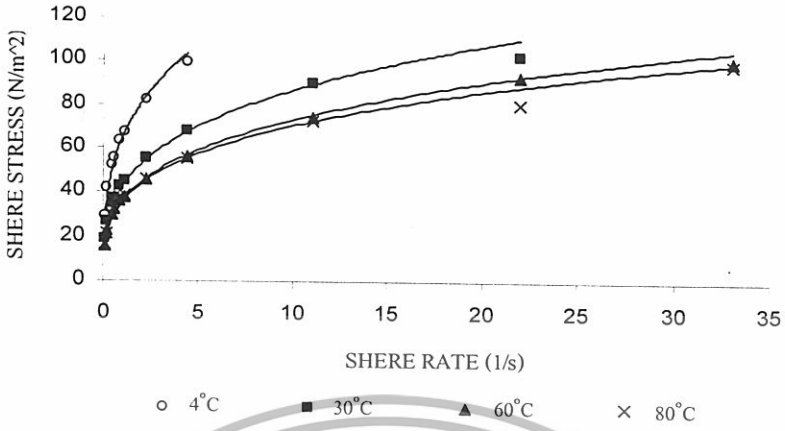
รูปที่ 4.10 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเพิร์สไพร์สที่อุณหภูมิต่างๆ



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 64.433x^{0.1983}$	64.433
30°C	$y = 49.481x^{0.1542}$	49.481
60°C	$y = 44.628x^{0.1223}$	44.628
80°C	$y = 41.732x^{0.1191}$	41.732

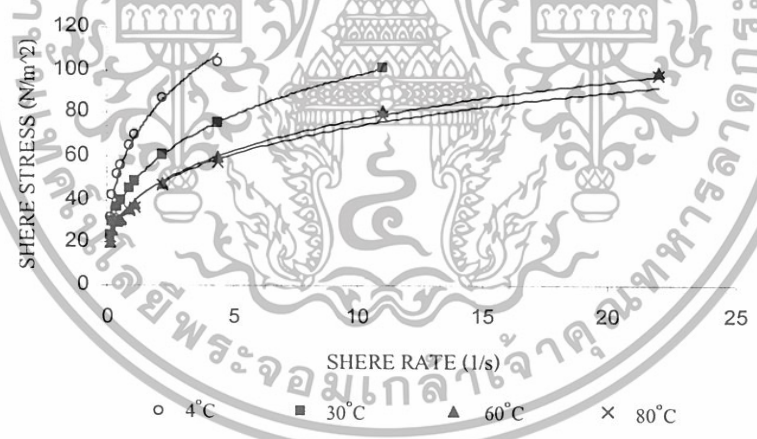
รูปที่ 4.11 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเทสโก้ที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 64.92x^{0.3157}$	64.92
30°C	$y = 42.701x^{0.3081}$	42.701
60°C	$y = 36.117x^{0.3068}$	36.117
80°C	$y = 35.79x^{0.2939}$	35.79

รูปที่ 4.12 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อโรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล ที่อุณหภูมิต่างๆ

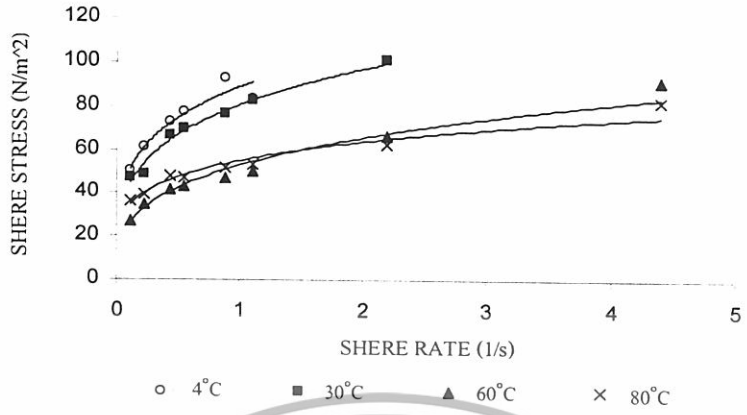


อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 66.735x^{0.3219}$	66.735
30°C	$y = 47.576x^{0.3132}$	47.576
60°C	$y = 38.562x^{0.3006}$	38.562
80°C	$y = 38.776x^{0.2811}$	38.776

รูปที่ 4.13 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อโรซ่าผสมแครอทที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21080

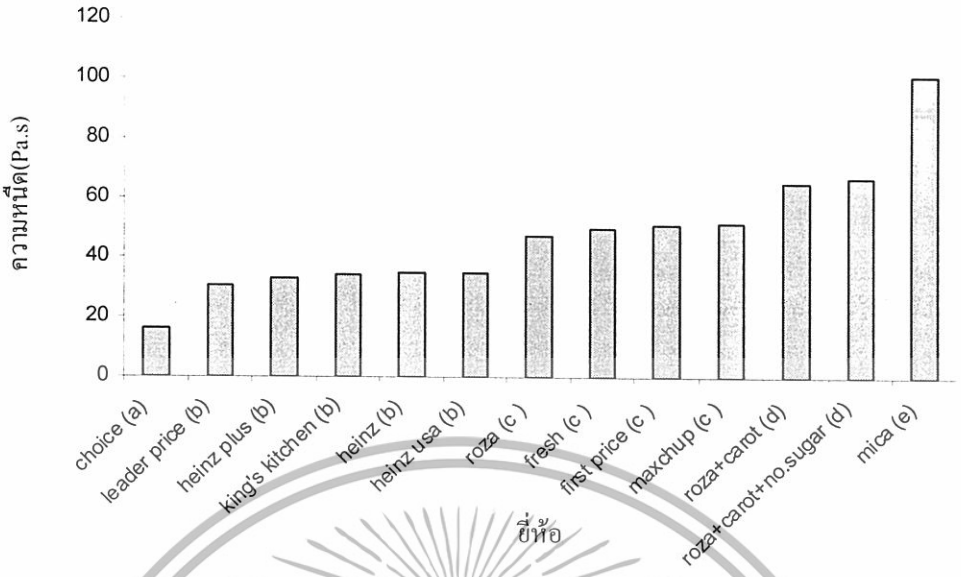


อุณหภูมิ	POWER LAW ($\tau = m(dv/dy)^n$)	ความหนืด (Pa.s)
4°C	$y = 88.98x^{0.2506}$	88.98
30°C	$y = 80.727x^{0.2689}$	80.727
60°C	$y = 52.99x^{0.3124}$	52.99
80°C	$y = 55.195x^{0.2127}$	55.198

รูปที่ 4.14 แสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อไม้ก้าที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

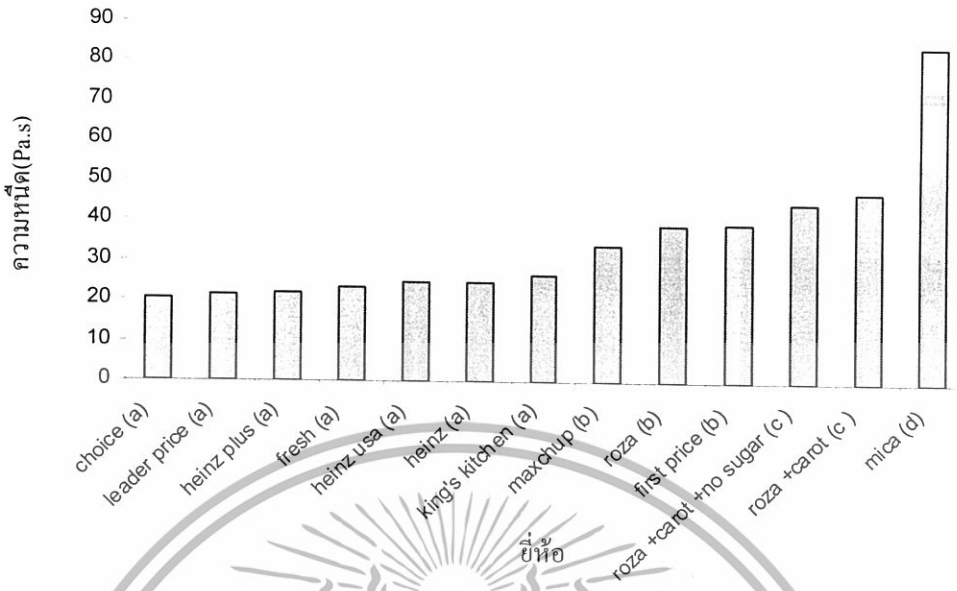
*ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจากรูปที่ 4.15 สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ ช้อยส์, ลีดเดอร์ไพร์ส, ไฮนส์พลัส, ไฮนซ์, คิงคิชเช่น, ไฮนซ์อเมริกา, แม็กชัพ, เฟรซ, โรซ่า, เฟิร์สไพร์ส, เทสโก้, โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล, โรซ่าสูตรผสมแครอท และไมก้าตามลำดับ

เมื่อนำค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมาจัดกลุ่ม สามารถแบ่งกลุ่มค่าความหนืดออกได้เป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่า

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 16.56 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อช้อยส์
- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 30.56 ถึง 35.14 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อลีดเดอร์ไพร์ส, ไฮนส์พลัส, คิงคิชเช่น, ไฮนซ์ และ ไฮนซ์อเมริกา
- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 47.28 ถึง 52.15 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อโรซ่า, เฟรซ, เฟิร์สไพร์ส และแม็กชัพ
- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 64.23 ถึง 67.63 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอท และโรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล
- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 101.97 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อ ไมก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจากรูปที่ 4.16 สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ ช้อยส์, ลีดเดอร์ไพร์ส, ไฮนซ์พลัส, เฟรซ, ไฮนซ์อเมริกา, ไฮนซ์, คิงคิชเช่น, แม็กชัพ, โรซ่า, เฟิรส์ไพร์ส, โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล, โรซ่าสูตรผสมแครอท และไมก้าตามลำดับ

เมื่อนำค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสมาจัดกลุ่ม สามารถแบ่งกลุ่มค่าความหนืดออกได้เป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่า

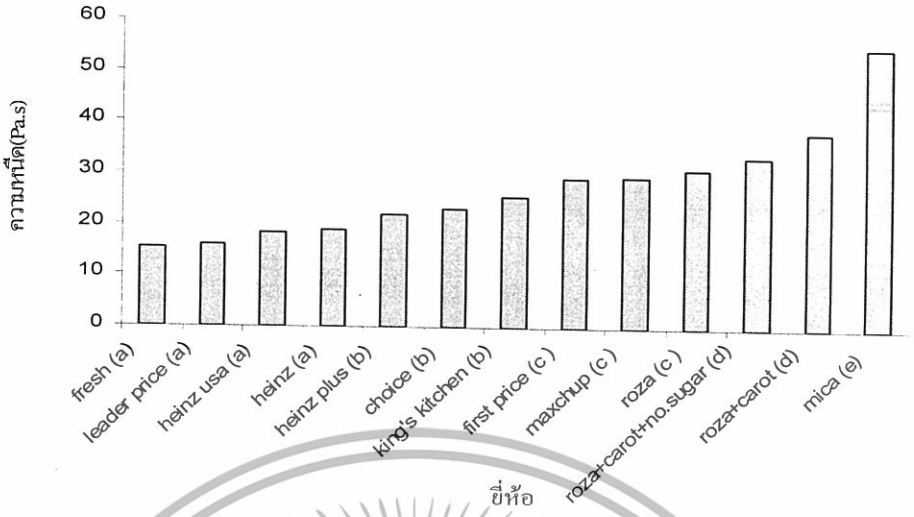
- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 20.60 ถึง 26.42 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อช้อยส์, ลีดเดอร์ไพร์ส, ไฮนส์พลัส, เฟรซ, ไฮนซ์อเมริกา, ไฮนซ์ และคิงคิชเช่น

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 34.23 ถึง 39.64 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อแม็กชัพ, โรซ่า และ เฟิร์สไพร์ส

-- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 44.96 ถึง 47.57 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอท และโรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 85.10 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อไมก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจากรูปที่ 3 สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ เฟรซ, ลีดเดอร์ไพร์ส, ไฮนซ์อเมริกา, ไฮนซ์, ไฮนซ์พลัส, ช้อยส์, คิงคิชเช่น, เฟิร์สไพร์ส, แม็กชัพ, โรซ่า, โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล, โรซ่าสูตรผสมแครอท และไมก้า ตามลำดับ

เมื่อนำค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสมาจัดกลุ่มสามารถแบ่งกลุ่มค่าความหนืดออกได้เป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่า

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 15.40 ถึง 19.11 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อเฟรซ, ลีดเดอร์ไพร์ส, ไฮนซ์อเมริกา และไฮนซ์

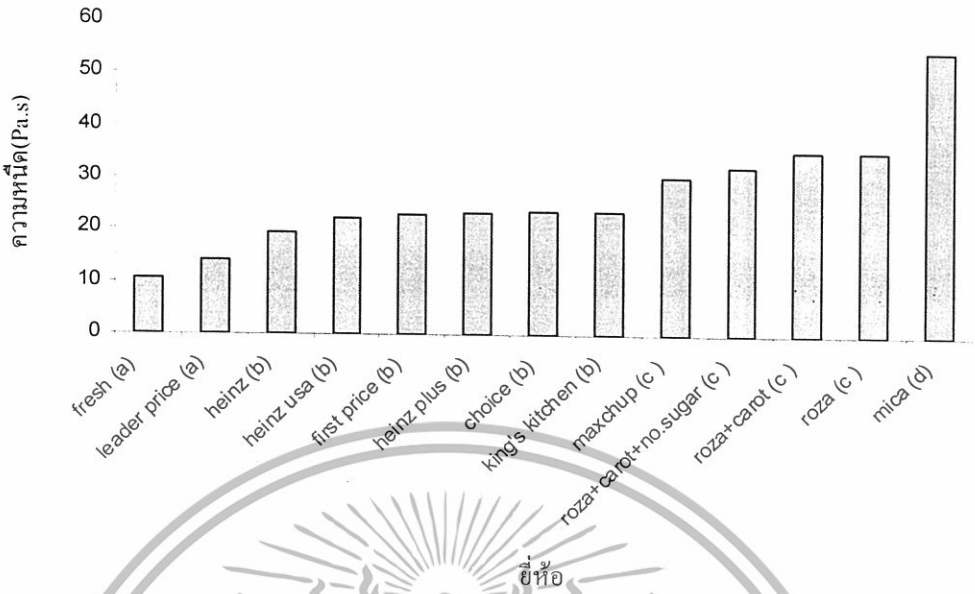
- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 21.95 ถึง 25.64 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อไฮนส์พลัส, ช้อยส์ และคิงคิชเช่น

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 29.46 ถึง 31.10 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อเฟิร์สไพร์ส, แม็กชัพ และโรซ่า

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 33.85 ถึง 38.5 Pas ได้แก่ ยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอท และโรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 55.37 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อไมก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสจากรูปที่ 4.18 สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ เฟรซ, ลีดเดอร์ไพร์ส, ไฮนซ์, ไฮนซ์อเมริกา, เฟิร์สไพร์ส, ไฮนซ์พลัส, ช้อยส์, คิงคิชเช่น, แม็กชัพ, โรซ่า, โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล, โรซ่าสูตรผสมแครอท และไมก้าตามลำดับ

เมื่อนำค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสมาจัดกลุ่ม สามารถแบ่งกลุ่มค่าความหนืดออกได้เป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่า

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 10.56 ถึง 14.09 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อลีดเดอร์ไพร์สและเฟรซ

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 19.46 ถึง 23.80 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อไฮนซ์, ไฮนซ์อเมริกา, เฟิร์สไพร์ส, ไฮนซ์พลัส, ช้อยส์ และคิงคิชเช่น

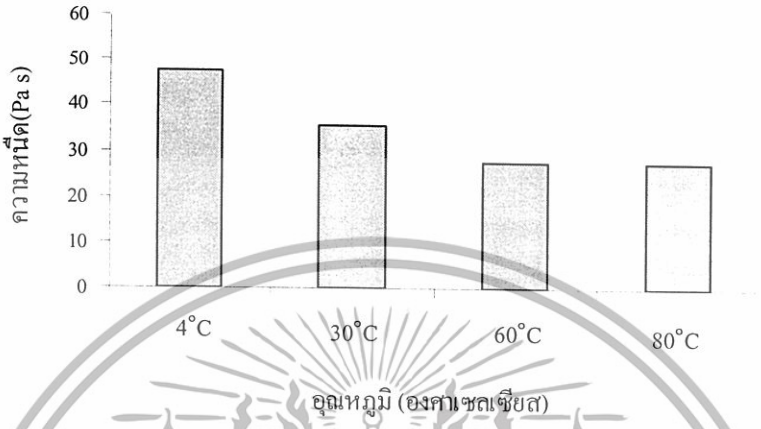
- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 30.52 ถึง 35.70 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อแม็กชัพ, โรซ่าสูตรผสมแครอท, โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล และโรซ่า

- ซอสมะเขือเทศกลุ่มที่มีความหนืด 55.03 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อไมก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.2 ค่าความหนืดของซอสมะเขือเทศขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

การวัดค่าความหนืดของซอสมะเขือเทศโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุน พบว่า ความหนืดของซอสมะเขือเทศลดลงเมื่ออุณหภูมิของซอสมะเขือเทศสูงขึ้น



รูปที่ 4.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความหนืดเฉลี่ยของซอสมะเขือเทศทุกยี่ห้อในแต่ละอุณหภูมิ

เมื่อนำค่าความหนืดที่อุณหภูมิต่างกันมาจัดกลุ่ม สามารถแบ่งกลุ่ม ค่าความหนืดออกได้เป็น 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความหนืดที่แตกต่างกันที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ	ความหนืด(Pa.s)
4°C	47.70±19.61a
30°C	35.76±16.28b
60°C	27.92±11.13c
80°C	27.84±12.18c

1) ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2) ค่าเฉลี่ยบวกลบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าความหนืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าขณะทำการทดลองไม่มีเครื่องมือป้องกันการลดลงของอุณหภูมิซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้

จากการศึกษาพบว่าความหนืดเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความหนืดลดลง สามารถอธิบายได้โดยใช้ความสัมพันธ์ของอาร์เรเนียส (Arrhenius)

$$\mu = \mu_0 \exp(Ea/RT)$$

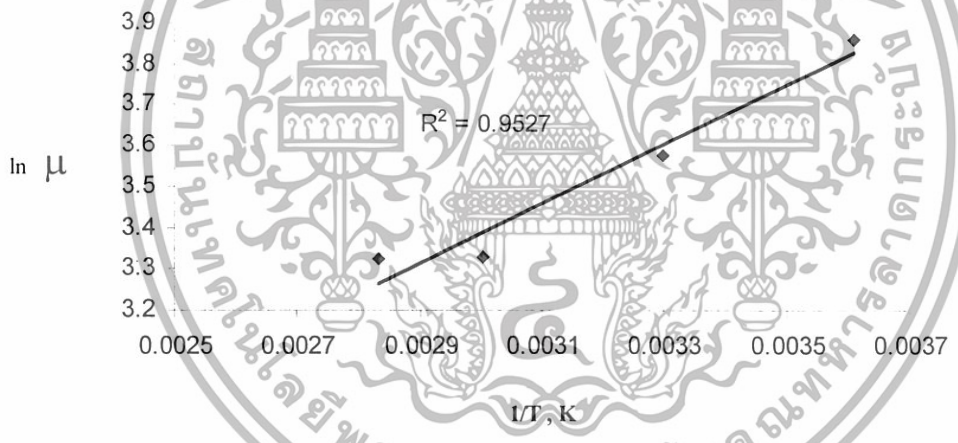
เมื่อ μ = ความหนืด

μ_0 = ความหนืดที่อุณหภูมิอ้างอิง

Ea = พลังงานจลน์ (J/mol)

T = อุณหภูมิ (K)

R = ค่าคงที่ของก๊าซ



รูปที่ 4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความหนืดเฉลี่ยของซอสมะเขือเทศทุกยี่ห้อในแต่ละอุณหภูมิโดยใช้สมการของอาร์เรเนียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การวัดความหนืดของซอสมะเขือเทศโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร (Texture Analyzer : TA-XT2i)

ทำการวัดความหนืดของซอสมะเขือเทศด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร โดยวิธี Back Extruder โดยใช้หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร (P25) ใช้ความเร็วในการทดสอบ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที กดลงไปในซอสมะเขือเทศ 25 เปอร์เซ็นต์ ในการแปรผลข้อมูลจะทำการอ่านค่า แรงกด (Force 1) , งานในการกด (Compress area) , แรงต้านในการถอนหัววัดออกจากตัวอย่าง (force 2) และ งานในการถอนหัววัดออกจากตัวอย่าง (Adhesive area)

รูป 4.21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและเวลาที่อ่านได้จากเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร โดย

ตำแหน่งที่ 1 คือ ค่าแรงกด (force 1) หรือ ความแน่นเนื้อ (firmness)

ตำแหน่งที่ 2 คือ งานที่ใช้ในการกด (compress area) หรือความคงตัว (consistency)

- ตำแหน่งที่ 3 คือ ค่าแรงต้านในการถอนหัววัดออกจากตัวอย่าง (force 2) หรือความเหนียว (stickiness)

ตำแหน่งที่ 4 คือ งานที่ใช้ในการถอนหัววัดออกจากตัวอย่าง (adhesive area)

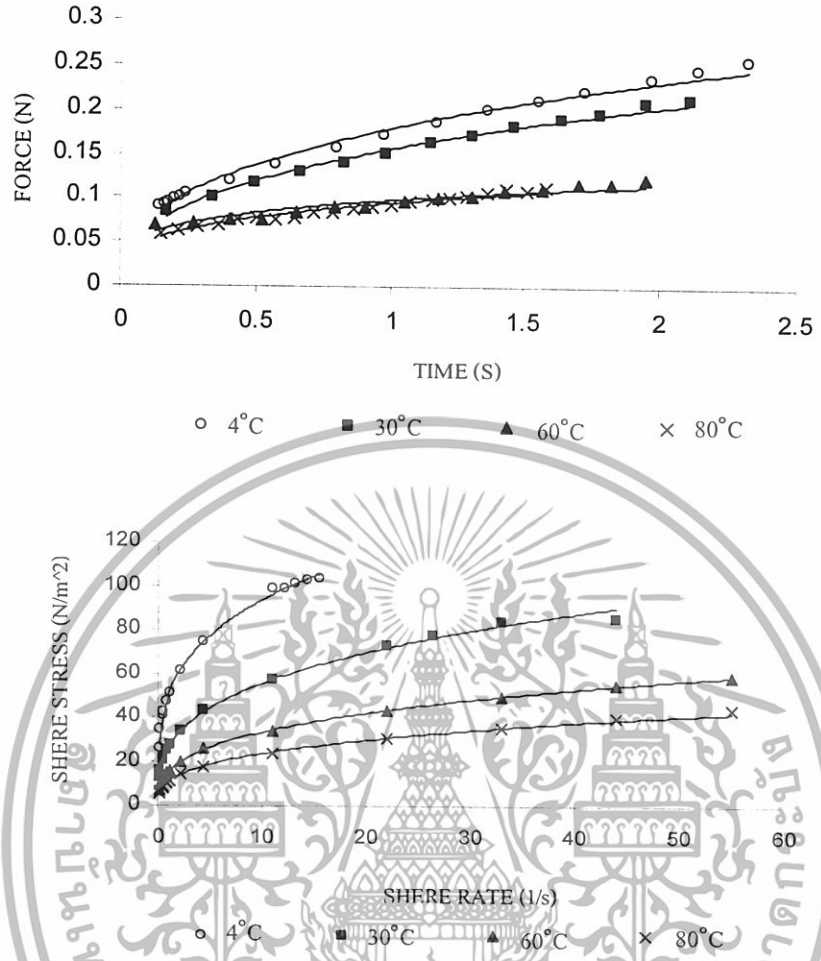
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารและเครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน มีสหสัมพันธ์ต่อกันดังแสดงในตารางที่ 4.2 โดยค่าแรงและงานในการทดสอบนี้มีความสัมพันธ์กับค่าความหนืด แต่ในรายงานฉบับนี้ได้เลือกค่าแรงในการทดสอบเป็นหลัก เนื่องจากง่ายในการอ่านค่า และกราฟที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกับการวัดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน ดังแสดงเปรียบเทียบในรูป 4.22 ซึ่งพบว่าซอสมะเขือเทศที่มีความหนืดมากจะใช้แรงในการกดมาก ส่วนซอสมะเขือเทศที่มีความหนืดน้อยจะใช้แรงในการกดน้อย

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนต่อการวัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ / งาน / แรง ในการทดสอบ	4°C	30°C	60°C	80°C	Probability level
แรงกด หรือ ความแน่นเนื้อ	0.783	0.765	0.658	0.740	<0.01
งานในการกด หรือ ความเหนียวแน่น	0.700	0.707	0.669	0.671	<0.01
แรงต้านในการถอนหัววัดจากตัวอย่าง หรือ ความเหนียว	0.775	0.760	0.984	0.690	<0.01
งานที่ใช้ในการถอนหัววัดจากตัวอย่าง	0.826	0.811	0.650	0.531	<0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุนกับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร
(บน) กราฟความสัมพันธ์ที่อ่านค่าได้จากเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร
(ล่าง) กราฟความสัมพันธ์ที่อ่านค่าได้จากเครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเฟรช

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าแรงกดที่อ่านได้จากเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสไม่สอดคล้องตามค่าความหนืดที่อ่านได้จากเครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนทั้งหมด ซึ่งอาจเกิดจากซอสมะเขือแต่ละยี่ห้อมีองค์ประกอบต่างกัน แต่เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารสามารถแยกความหนืดของซอสมะเขือเทศที่มีความหนืดต่างกันได้อย่างชัดเจน โดยที่ค่าแรงที่ใช้ในการกดจะแปรผันตามค่าความหนืดของซอสมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความหนืดที่แตกต่างกันของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ โดยเปรียบเทียบระหว่างการวัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนกับ แรงกดของเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

อุณหภูมิ / ยี่ห้อซอสมะเขือเทศ	4°C		30°C		60°C		80°C	
	Brook field (Pa.s)	Texture analyzer (N)	Brook field (Pa.s)	Texture analyzer (N)	Brook field (Pa.s)	Texture analyzer (N)	Brook field (Pa.s)	Texture analyzer (N)
ช้อยส์	16.56±5.84a	0.23±0.02a	20.60±0.03a	0.20±0.006a	23.39±1.07b	0.20±0.02b	23.51±3.39b	0.21±0.01b
เฟรซ	49.93±1.98c	0.28±0.03b	23.52±1.57a	0.27±0.04b	15.40±2.85a	0.15±0.004a	10.56±3.84a	0.21±0.06a
ไฮนซ์	35.09±0.60b	0.35±0.02c	24.65±0.87a	0.19±0.01a	19.11±2.16a	0.24±0.03b	19.43±3.11b	0.16±0.03a
ไฮนซ์พลัส	33.35±0.08b	0.35±0.04c	21.81±0.29a	0.19±0.03a	21.95±0.84b	0.19±0.03b	23.43±2.16b	0.19±0.02a
ไฮนซ์อเมริกา	35.14±0.85b	0.32±0.03c	24.52±0.82a	0.31±0.04c	18.44±2.39a	0.26±0.01c	22.33±1.62b	0.24±0.01b
คิงคิชเช่น	34.42±1.71b	0.28±0.05b	26.42±1.27a	0.23±0.03b	25.64±1.14b	0.25±0.03c	23.80±2.33b	0.27±0.03b
ลีดเดอร์ไพร์ส	30.56±1.15b	0.19±0.003a	21.59±0.76a	0.20±0.03a	15.91±0.77c	0.15±0.01a	14.09±1.94a	0.17±0.01a
แม็กซัพ	52.14±3.57c	0.32±0.01c	34.23±1.20a	0.24±0.006b	29.64±1.24c	0.28±0.01c	30.52±0.67c	0.38±0.01c
ไมก้า	101.97±1.77e	0.97±0.08e	85.10±0.66d	0.71±0.07d	55.37±0.78e	0.69±0.05e	55.03±1.18d	0.84±0.04d
โรซ่า	47.29±0.56c	0.41±0.02d	39.11±1.08b	0.38±0.04c	31.10±2.39c	0.39±0.09d	35.71±3.11c	0.36±0.04c
โรซ่าผสมแครอท	65.50±0.26d	0.42±0.01d	47.57±0.76c	0.33±0.03c	38.50±2.90d	0.33±0.01d	35.63±1.30c	0.32±0.01c
โรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล	67.63±1.62d	0.40±0.004d	44.96±0.46c	0.49±0.07c	33.81±2.43d	0.30±0.05c	32.31±1.06c	0.36±0.05c

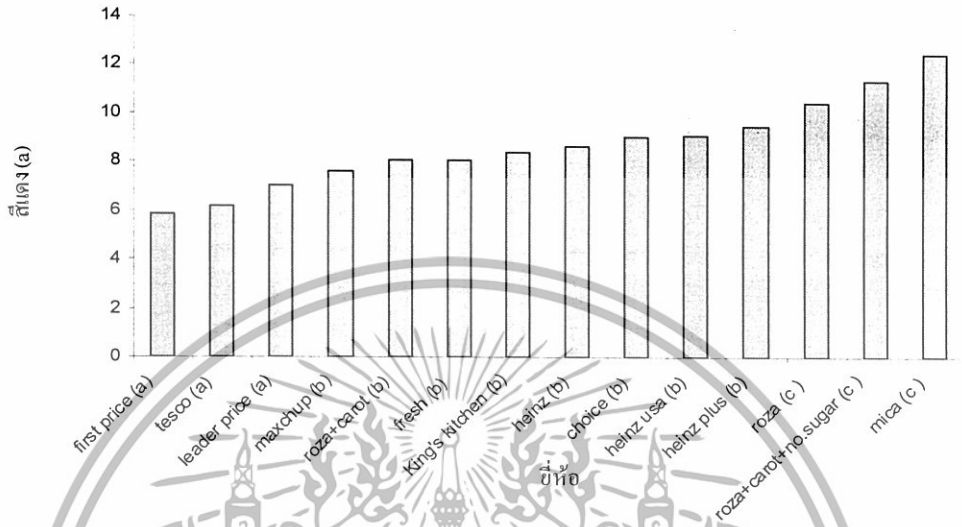
1) ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างระหว่างยี่ห้อซอสมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2) ค่าเฉลี่ยบวกลบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การวัดค่าสี

2.1 การวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta : CR-300)



รูปที่ 4.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดงกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ วัดโดยใช้เครื่องวัดสี

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

สีแดงของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ ที่วัดได้จากเครื่องวัดสี (Chroma colorimeter) สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ เฟิร์สไพร์ส, เทสโก้, ลีดเดอร์ไพร์ส, แม็กชัพ, โรซ่าสูตรผสมแครอท, เฟรซ, คิงคิชเช่น, ไฮนซ์, ช้อยส์, ไฮนซ์อเมริกา, ไฮนซ์พลัส, โรซ่า, โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล และไมก้าตามลำดับ

เมื่อนำค่าสีแดงมาจัดกลุ่ม พบว่าซอสมะเขือเทศที่วางขายอยู่ตามท้องตลาด สามารถแบ่งกลุ่ม ค่าสีแดงออกได้เป็น 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่า

- ซอสมะเขือเทศที่มีค่าสีแดงอยู่ในช่วง 5.825 ถึง 7.007 ได้แก่ เฟิร์สไพร์ส, เทสโก้ และลีดเดอร์ไพร์ส

- - ซอสมะเขือเทศที่มีค่าสีแดงอยู่ในช่วง 7.650 ถึง 9.516 ได้แก่แม็กชัพ, โรซ่าผสมแครอท, เฟรซ, คิงคิชเช่น, ไฮนซ์, ช้อยส์, ไฮนซ์อเมริกา และไฮนซ์พลัส

- ซอสมะเขือเทศที่มีค่าสีแดงอยู่ในช่วง 10.485 ถึง 12.585 ได้แก่ โรซ่า, โรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล และไมก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ค่าสีแดงที่วัดได้จากเครื่องสแกนเนอร์ (HP : scanjet 3670)

ทำการวัดค่าสีแดงโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์ และทำการแปรค่าสีโดยใช้โปรแกรม photoshop 7.0 ซึ่งจะแปรค่าสีออกมาในรูปของค่าสีแดง (R) สีเหลือง (G) สีน้ำเงิน(B) และค่าความบริสุทธิ์ของสี (C)

รูป 4.24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดงกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ วัดโดยใช้เครื่องสแกนเนอร์

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการศึกษาพบว่าเครื่องสแกนเนอร์ ไม่สามารถแยกค่าสีแดงที่มีค่าใกล้เคียงกันได้อย่างชัดเจน ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ซึ่งอาจเป็นเพราะเครื่องสแกนเนอร์มีความละเอียดไม่เพียงพอที่จะแยกค่าสีที่ใกล้กัน หรือ อาจเป็นเพราะโปรแกรมที่นำมาใช้แปรค่าสียังไม่เหมาะสม จึงไม่แนะนำให้ใช้เครื่องสแกนเนอร์ ในการวัดค่าสีจนกว่าจะทดสอบได้ว่าเครื่องสแกนเนอร์ ที่นำมาใช้นั้นมีความละเอียดมากพอที่จะสามารถแยกค่าสีได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดง (x) ที่วัดด้วยเครื่องวัดสี และค่าที่ได้จากการใช้เครื่องสแกนเนอร์ที่มีค่าความเป็นสหสัมพันธ์ต่อกันน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความเป็นสีแดงที่แตกต่างกันของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ โดยเปรียบเทียบระหว่างการวัดค่าสีแดงโดยใช้เครื่องวัดสีกับเครื่องสแกนเนอร์

ยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ	ค่าสีแดง เครื่องวัดสี	ค่าสีแดง สแกนเนอร์
เฟิร์สไพร์ส	5.825±0.019a	102.00±0.00a
เทสโก้	6.204±0.020a	119.80±1.21a
ลีดเดอร์ไพร์ส	7.007±0.020a	149.03±6.87b
แม็กชัพ	7.650±0.111b	113.33±19.63a
โรซ่าผสมแครอท	8.088±0.208b	141.67±9.81a
เฟรช	8.107±0.067b	110.54±2.69a
คิงคิชเช่น	8.406±0.257b	130.33±17.11a
ไฮนซ์	8.657±0.651b	102.00±0.00a
ช้อยส์	9.068±0.256b	110.54±2.69a
ไฮนซ์อเมริกา	9.166±0.621b	153.00±0.00b
ไฮนซ์พลัส	9.516±0.823b	151.30±1.70b
โรซ่า	10.485±0.325c	151.30±1.70b
โรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล	11.442±0.324c	153.00±0.00b
ไมก้า	12.582±1.636c	152.43±0.98b

1) ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างระหว่างยี่ห้อซอสมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2) ค่าเฉลี่ยบวกลบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ

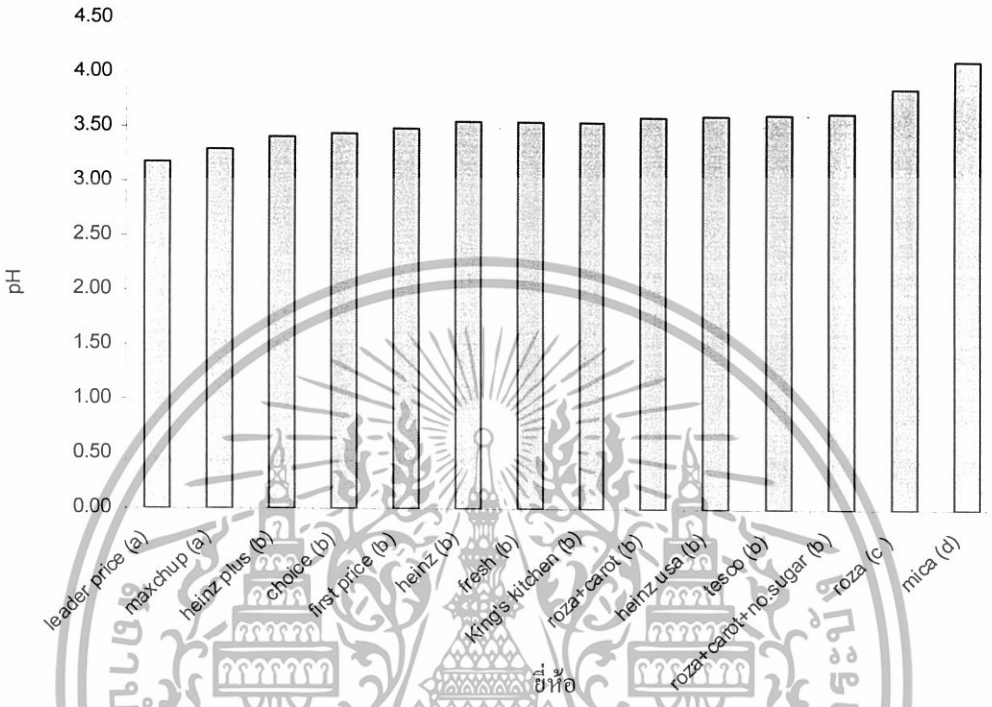
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าสีด้วยเครื่องสแกนเนอร์ต่อการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี

ค่าสี	correlation coefficient (r)	Probability level
x	0.557	<0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)



รูปที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ
*ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่าความเป็นกรด-ด่างของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ ลีดเดอร์ไพร์ส, แม็กชัพ, ไฮนซ์พลัส, ช้อยส์, เฟิร์สไพร์ส, ไฮนซ์, เฟรซ, คิงคิชเช่น, โรซ่าสูตรผสมแครอท, ไฮนซ์อเมริกา, เทสโก้, โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล,โรซ่าและไมก้า ตามลำดับ

เมื่อนำค่าความเป็นกรด-ด่างมาจัดกลุ่ม พบว่าซอสมะเขือเทศที่วางขายอยู่ตามท้องตลาดสามารถแบ่งกลุ่ม ค่าความเป็นกรด-ด่างออกได้เป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่า

- ซอสมะเขือเทศที่มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 3.18 ถึง 3.30 ได้แก่ยี่ห้อลีดเดอร์ไพร์ส และแม็กชัพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

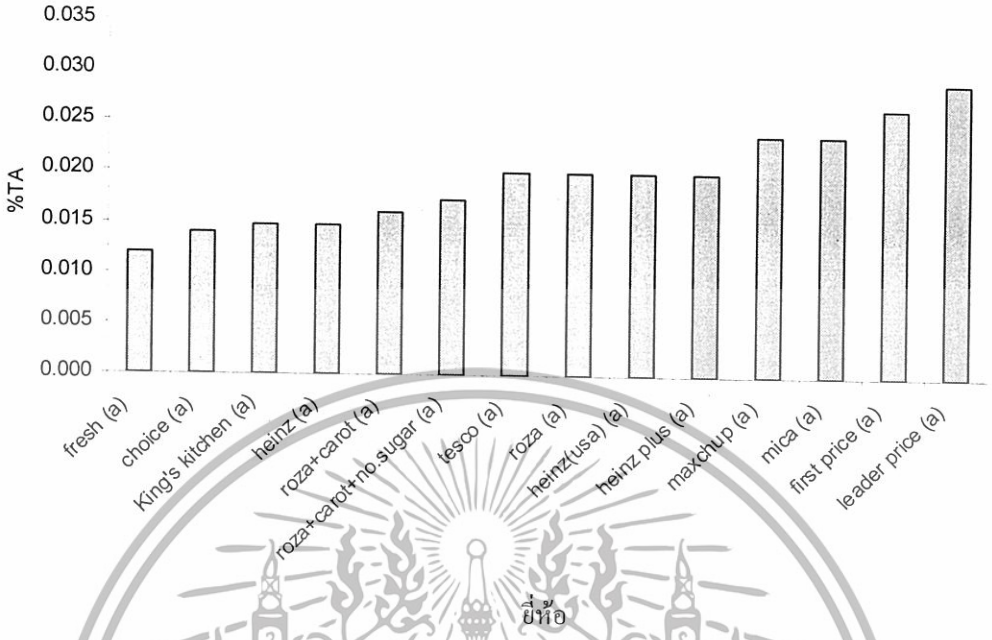
- ซอสมะเขือเทศที่มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 3.41 ถึง 3.66 ได้แก่ยี่ห้อไฮนซ์พลัส, ช้อยส์, เฟิร์สไพร์ส, ไฮนซ์, เฟรช, คิงคิชเช่น, โรซ่าผสมแครอท, ไฮนซ์อเมริกา, เทสโก้และโรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล

- ซอสมะเขือเทศที่มีค่าความเป็นกรดด่าง 3.90 ได้แก่ ยี่ห้อโรซ่า

- ซอสมะเขือเทศที่มีค่าความเป็นกรดด่าง 4.17 ได้แก่ ยี่ห้อไมก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity)



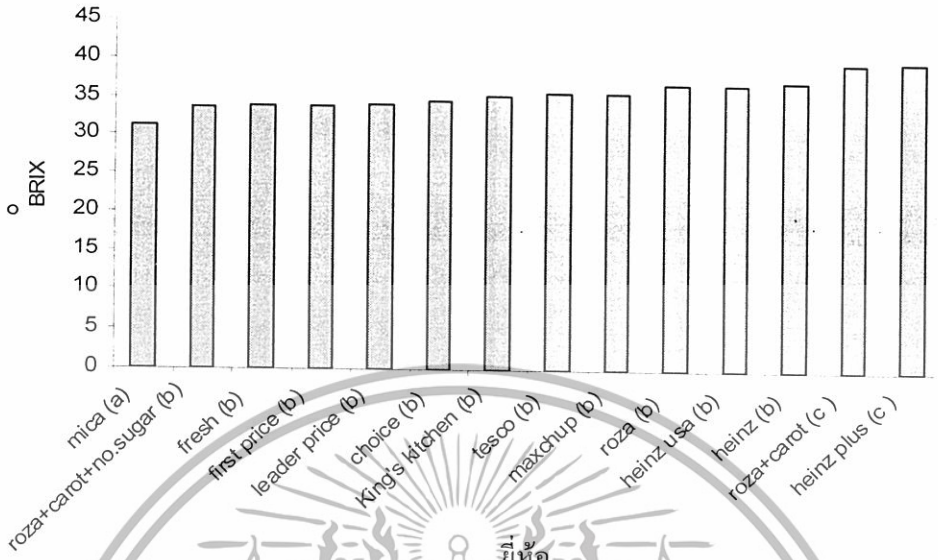
รูปที่ 4.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ
*ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณกรดทั้งหมดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ เฟรซ, ช้อยส์, คิงคิชเช่น, ไฮนซ์, โรซ่าสูตรผสมแครอท, โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล, เทสโก้, โรซ่า, ไฮนซ์อเมริกา, ไฮนซ์พลัส, แม็กชัพ, ไมก้า, เฟิร์สไพร์ส และลีดเดอร์ไพร์ส ตามลำดับ

ซอสมะเขือเทศที่วางขายอยู่ตามท้องตลาด เมื่อนำปริมาณกรดทั้งหมดมาจัดกลุ่ม พบว่าไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่าซอสมะเขือเทศที่วางขายอยู่ทั่วไปตามท้องตลาดมีค่าความเป็นกรดอยู่ระหว่าง 0.012 ถึง 0.029 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid)



รูปที่ 4.27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้กับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ ไมก้า, โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล, เฟรซ, เฟิร์สไพร์ส, ลีดเดอร์ไพร์ส, ช้อยส์, คิงคิชเช่น, เทสโก้, แม็กชัพ, โรซ่า, ไฮนซ์อเมริกา, ไฮนซ์, โรซ่าสูตรผสมแครอท และไฮนซ์พลัส ตามลำดับ

เมื่อนำปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มาจัดกลุ่ม พบว่าซอสมะเขือเทศที่วางขายอยู่ตามท้องตลาด สามารถแบ่งกลุ่มปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ออกได้เป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่า

- ซอสมะเขือเทศที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 31.28 องศาบริกซ์ได้แก่ยี่ห้อไมก้า
- ซอสมะเขือเทศที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 33.72 ถึง 37.61 องศาบริกซ์ ได้แก่ยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล, เฟรซ, เฟิร์สไพร์ส, ลีดเดอร์ไพร์ส, ช้อยส์, คิงคิชเช่น, เทสโก้, แม็กชัพ, โรซ่า, ไฮนซ์อเมริกาและไฮนซ์
- ซอสมะเขือเทศที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 40 ถึง 40.13 องศาบริกซ์ได้แกยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอท และไฮนซ์พลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง, ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่แตกต่างกันของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

ยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ	pH	%TA	°Brix
ไมก้า	3.176±0.030a	0.012±0.000a	31.280±0.348a
โรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล	3.300±0.010a	0.014±0.002a	33.723±0.092b
เฟรช	3.410±0.026b	0.014±0.003a	33.930±0.000b
เฟิร์สไพร์ส	3.446±0.041b	0.014±0.004a	34.000±0.000b
ลีดเดอร์ไพร์ส	3.506±0.020b	0.016±0.004a	34.110±0.190b
ช้อยส์	3.566±0.020b	0.017±0.002a	34.666±0.577b
คิงคิชเช่น	3.570±0.000b	0.020±0.013a	35.443±0.196b
เทสโก้	3.573±0.020b	0.020±0.000a	35.890+0.190b
แม็กซัพ	3.610±0.010b	0.020±0.004a	35.890±0.190b
ไฮนซ์อเมริกา	3.633±0.005b	0.020±0.004a	37.000±0.000b
โรซ่า	3.643±0.005b	0.024±0.000a	37.000±0.000b
ไฮนซ์	3.660±0.020b	0.024±0.004a	37.610±0.348b
โรซ่าผสมแครอท	3.900±0.000c	0.026±0.018a	40.000±0.000c
ไฮนซ์พลัส	4.166±0.068d	0.029±0.023a	40.133±0.119c

1) ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างระหว่างยี่ห้อซอสมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2) ค่าเฉลี่ยบวกลบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสจะใช้ผู้ทดสอบตัวอย่างละ 40 คน โดยจะให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis :QDA) โดยให้ทดสอบครั้งละ 3 ตัวอย่างโดยก่อนที่จะทำการทดสอบจะให้ผู้บริโภคบอกความรู้สึกในอุดมคติ (Ideal) ต่อลักษณะนั้นๆเสียก่อน แล้วจึงทำการทดสอบตัวอย่าง

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าสหสัมพันธ์ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการทดสอบทางเคมีหรือทางกายภาพของซอสมะเขือเทศ

	correlation coefficient (r)	Probability level
ความหวาน	0.047	-
ความเปรี้ยว	-0.003	-
ความหนืด	0.481	<0.01
สีแดง	0.411	<0.05

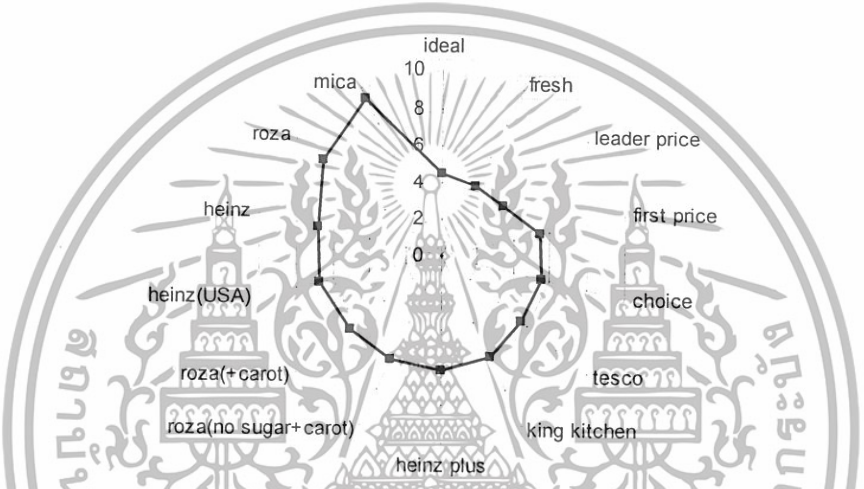
จากการศึกษาพบว่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อความหวาน , ความเปรี้ยวไม่มีความเป็นสหสัมพันธ์กับการทดสอบทางเคมี และ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อความหนืด และสีแดง มีความเป็นสหสัมพันธ์น้อยกับการทดสอบทางกายภาพ อาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบไม่ได้ผ่านการฝึกฝนมาก่อนจึงได้ผลการทดสอบที่ไม่เป็นที่น่าเชื่อถือ ดังนั้นในการทดสอบทางประสาทสัมผัสจึงควรที่จะใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วเพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

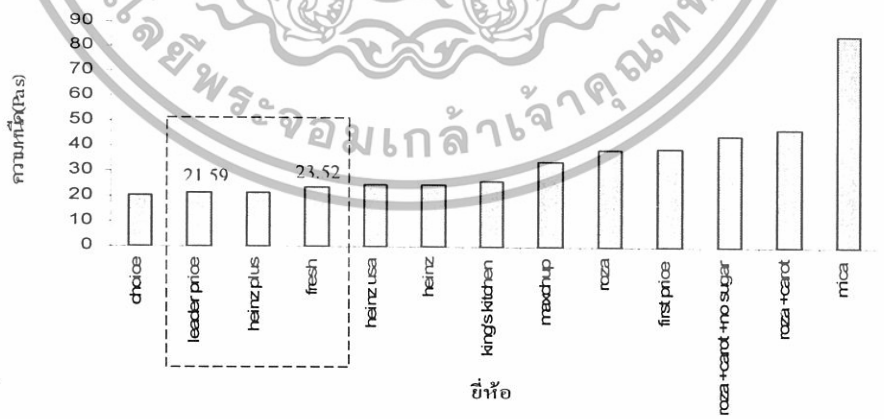
1. ความหนืด

ความหนืดที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการทดสอบทางกายภาพเป็นสหสัมพันธ์ต่อกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาทางประสาทสัมผัสดังแสดงในรูปที่ 4.28 พบว่าความหนืดของซอสมะเขือเทศ ในอุดมคติของผู้บริโภคส่วนใหญ่จะตรงกับความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเฟรช และลีดเดอร์ไพร์ส ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าความหนืดที่วัดจากเครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนพบว่า ความหนืดของซอสมะเขือเทศดังกล่าวมีค่าความหนืดอยู่ในช่วง 21.59 ถึง 23.52 Pa.s ดังแสดงในรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.28 แผนภูมิแสดงความหนืดของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยแสดงเทียบกับความหนืดในอุดมคติของผู้บริโภค



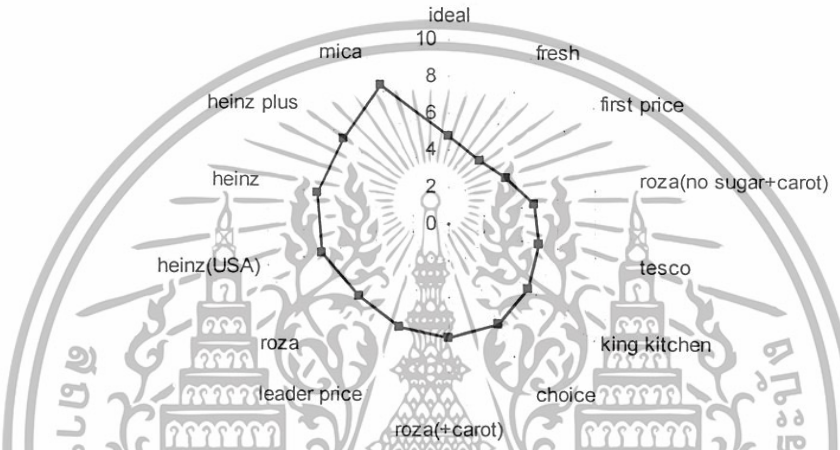
รูปที่ 4.29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างซอสมะเขือเทศและความหนืดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งแสดงความหนืดในช่วงที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

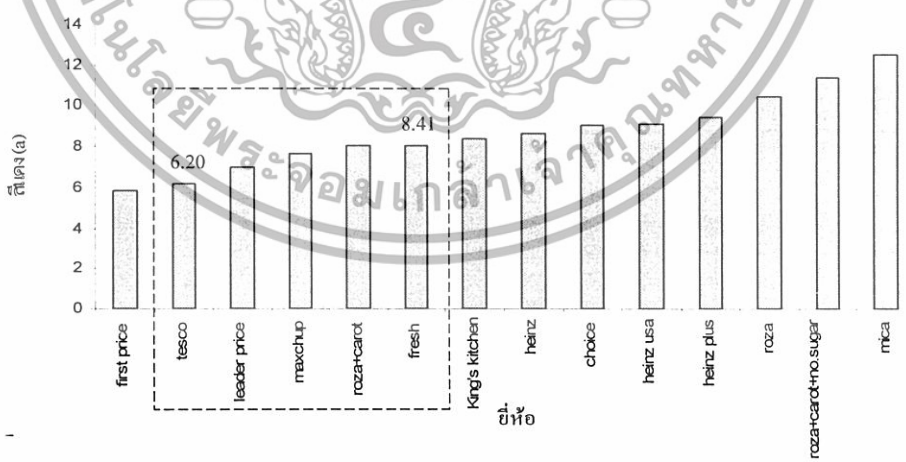
2. สีแดง

ค่าสีแดงของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการทดสอบทางกายภาพเป็นสหสัมพันธ์ต่อกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาทางประสาทสัมผัสดังแสดงในรูปที่ 4.30 พบว่าสีแดงของซอสมะเขือเทศในอุดมคติของผู้บริโภคส่วนใหญ่จะตรงกับสีแดงของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเทสโก้ และคิงคิชเช่น ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าสีแดงที่วัดจากเครื่องวัดสี (Minolta : CR-30D) พบว่า ค่าสีแดงของซอสมะเขือเทศดังกล่าวมีค่าอยู่ในช่วง 6.20 ถึง 8.41 ดังแสดงในรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.30 แผนภูมิแสดงสีแดงของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยแสดงเทียบกับสีแดงในอุดมคติของผู้บริโภค

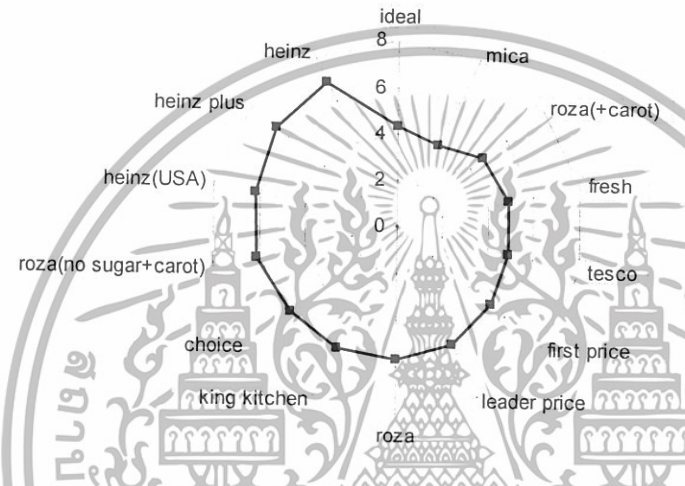


รูปที่ 4.31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดงกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศวัดโดยใช้เครื่องวัดสี พร้อมทั้งแสดงค่าสีแดงในช่วงที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ

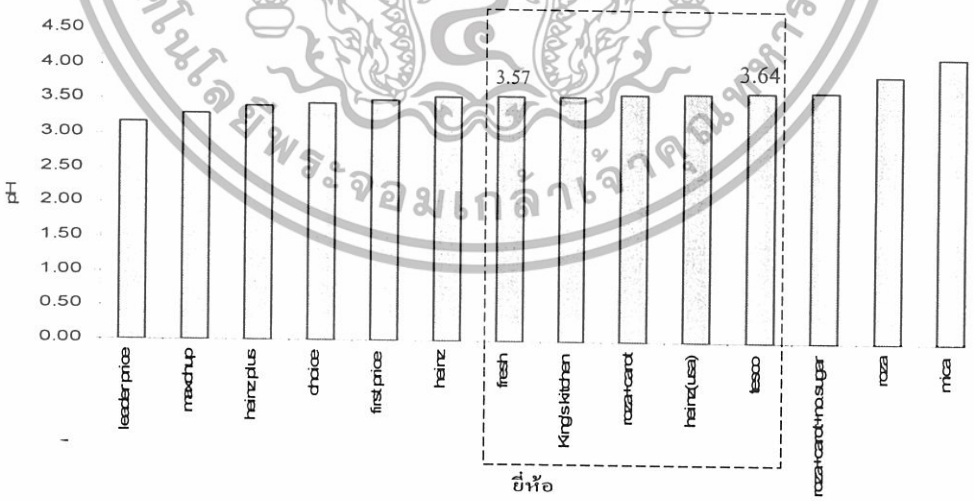
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความเปรี้ยว

ความเปรี้ยวที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการทดสอบทางเคมีไม่เป็นสหสัมพันธ์ต่อกัน แต่จากการศึกษาทางประสาทสัมผัสดังแสดงในรูปที่ 4.32 พบว่าความเป็นกรดด่างของซอสมะเขือเทศ ในอุดมคติของผู้บริโภคส่วนใหญ่จะตรงกับค่าความเป็นกรดด่างของซอสมะเขือเทศยี่ห้อโรซ่า สูตรผสมแครอท , เฟรซ และเทสโก้ ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรดด่างที่วัดจากเครื่องวัดความเป็นกรดด่าง พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของซอสมะเขือเทศดังกล่าวมีค่าอยู่ในช่วง 3.57 ถึง 3.64 ดังแสดงในรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.32 แผนภูมิแสดงความเปรี้ยวของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยแสดงเทียบกับความเปรี้ยวในอุดมคติของผู้บริโภค

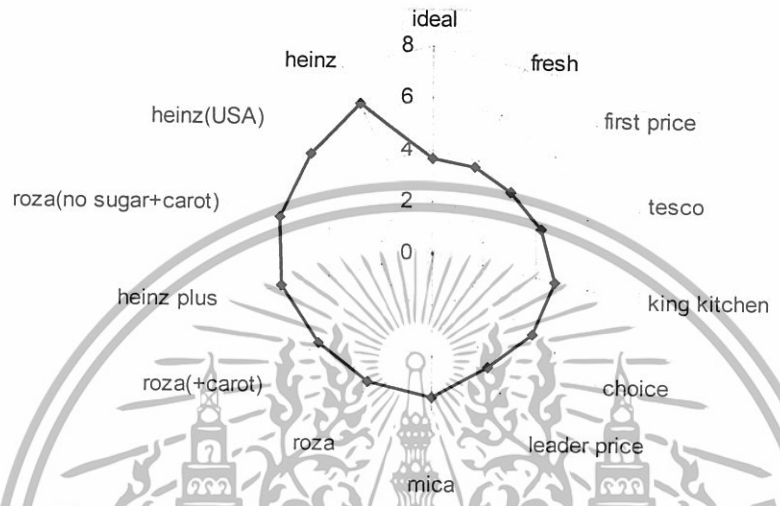


รูปที่ 4.33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่างกับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ พร้อมทั้งแสดงค่าความเป็นกรดด่างในช่วงที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กลิ่นเปรี้ยว

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่ากลิ่นเปรี้ยวของซอสมะเขือเทศที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับตรงกับค่ากลิ่นเปรี้ยวของซอสมะเขือเทศยี่ห้อเฟรช, เฟิร์สไพร์ส และเทสโก้

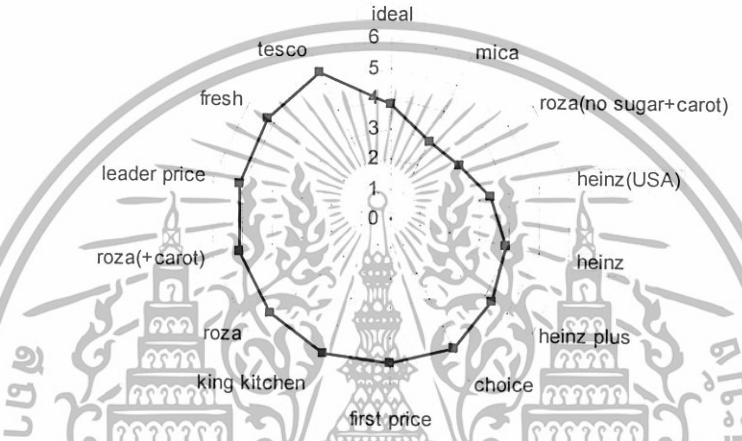


รูปที่ 4.34 แผนภูมิแสดงกลิ่นเปรี้ยวของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยแสดงเทียบกับค่ากลิ่นเปรี้ยวในอุดมคติของผู้บริโภค

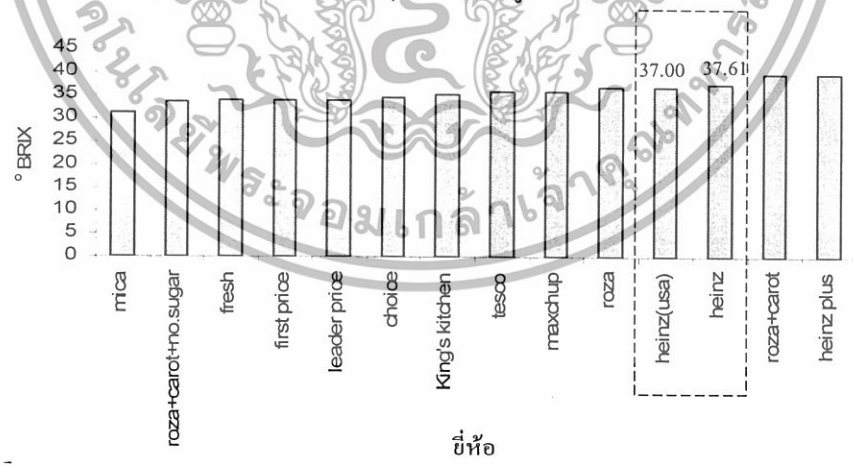
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความหวาน

ความหวานที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการทดสอบทางเคมีไม่เป็นสหสัมพันธ์ต่อกัน แต่จากการศึกษาทางประสาทสัมผัสดังแสดงในรูปที่ 4.35 พบว่าความหวานของซอสมะเขือเทศ ในอุดมคติของผู้บริโภคส่วนใหญ่จะตรงกับความหวานของซอสมะเขือเทศยี่ห้อไฮนซ์อเมริกา และไฮนซ์ ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งวัดจากรีแฟรกโตมิเตอร์ พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สามารถละลายน้ำได้ของซอสมะเขือเทศดังกล่าวมีค่าอยู่ในช่วง 37.00 ถึง 37.61 ดังแสดงในรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.35 แผนภูมิแสดงความหวานของซอสมะเขือเทศที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยแสดงเทียบกับความหวานในอุดมคติของผู้บริโภค



รูปที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สามารถละลายน้ำได้กับยี่ห้อของซอสมะเขือเทศ พร้อมทั้งแสดงค่าความเป็นความหวานในช่วงที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

ศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของซอสมะเขือเทศที่วางขายในท้องตลาด ได้แก่ ยี่ห้อช้อยส์, เฟิร์สไพร์ส, เฟรซ, ไฮนซ์, ไฮนซ์พลัส, ไฮนซ์อเมริกา, คิงคิชเช่น, ลีดเดอร์ไพร์ส, แม็กชัพ, ไมก้า, โรซ่า, โรซ่าผสมแครอท และโรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล รวมทั้งหมด 14 ยี่ห้อ

ความหนืดของซอสมะเขือเทศโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนพบว่าความหนืดเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิกล่าวคือเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความหนืดจะลดลง ซึ่งเป็นไปตามสมการของอาร์เรเนียส

ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสสามารถแบ่งความหนืดซอสมะเขือเทศออกได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่มีความหนืด 16.56 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อช้อยส์ , 30.56 ถึง 35.14 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อลีดเดอร์ไพร์ส , ไฮนส์พลัส , คิงคิชเช่น , ไฮนซ์ และ ไฮนซ์อเมริกา , 47.28 ถึง 52.15 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อโรซ่า , เฟรซ , เฟิร์สไพร์ส และแม็กชัพ , 64.23 ถึง 67.63 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอท และโรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล และ 101.97 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อไมก้า

ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสสามารถแบ่งกลุ่มซอสมะเขือเทศออกได้เป็น 4 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีความหนืด 20.60 ถึง 26.42 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อช้อยส์ , ลีดเดอร์ไพร์ส , ไฮนส์พลัส , เฟรซ , ไฮนซ์อเมริกา , ไฮนซ์ และคิงคิชเช่น , 34.23 ถึง 39.64 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อแม็กชัพ , โรซ่า และ เฟิร์สไพร์ส , 44.96 ถึง 47.57 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอท และโรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล และ 85.10 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อไมก้า

ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสามารถแบ่งกลุ่มซอสมะเขือเทศออกได้เป็น 5 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีความหนืด 15.40 ถึง 19.11 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อเฟรซ , ลีดเดอร์ไพร์ส , ไฮนซ์อเมริกา และไฮนซ์, 21.95 ถึง 25.64 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อไฮนส์พลัส , ช้อยส์ และคิงคิชเช่น , 29.46 ถึง 31.10 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อ เฟิร์สไพร์ส , แม็กชัพ และโรซ่า , 33.85 ถึง 38.5 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอท และโรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสสามารถแบ่งกลุ่มซอสมะเขือเทศออกได้เป็น 4 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีความหนืด 10.56 ถึง 14.09 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อลีดเดอร์ไพร์สและเฟรซ , 19.46 ถึง 23.80 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อไฮนซ์ , ไฮนซ์อเมริกา , เฟิร์สไพร์ส , ไฮนซ์พลัส , ช้อยส์ และคิงคิชเช่น , 30.52 ถึง 35.70 Pa.s ได้แก่ยี่ห้อแม็กชัพ , โรซ่าสูตรผสมแครอท , โรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล และโรซ่า และ 55.03 Pa.s ได้แก่ ยี่ห้อไมก้า

วัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารและเครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุน มีความเป็นสหสัมพันธ์ต่อกัน และได้เลือกใช้แรงกดในการพิจารณาค่าความหนืด แต่ค่าความหนืดที่วัดได้จากค่าแรงกดนั้นไม่สามารถแบ่งได้สอดคล้องกับค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่องวัดความหนืดแบบใช้แกนหมุนเนื่องจากเราพิจารณาเฉพาะค่าแรงกดเท่านั้น ดังนั้นจึงควรใช้ปัจจัยอื่นมาพิจารณาร่วมด้วยซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไป

วัดค่าสีแดงของซอสมะเขือเทศโดยใช้เครื่องวัดสี สามารถแบ่งค่าสีแดงของซอสมะเขือเทศออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ ค่าสีแดงอยู่ในช่วง 5.825 ถึง 7.007 ได้แก่ เฟิร์สไพร์ส , เทสโก้ และลีดเดอร์ไพร์ส , 7.650 ถึง 9.516 ได้แก่แม็กชัพ , โรซ่าผสมแครอท , เฟรซ , คิงคิชเช่น , ไฮนซ์ , ช้อยส์ , ไฉนซ์อเมริกา และไฮนซ์พลัส และ10.485 ถึง 12.585 ได้แก่ โรซ่า , โรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล และไมก้า

ค่าสีแดงที่วัดได้โดยใช้เครื่องสแกนเนอร์พบว่าเครื่องสแกนเนอร์ ไม่สามารถแยกค่าสีแดงที่มีค่าใกล้กันได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจเป็นเพราะเครื่องสแกนเนอร์มีความละเอียดไม่เพียงพอที่แยกค่าสีที่ใกล้กัน หรือ อาจเป็นเพราะโปรแกรมที่นำมาใช้แปรค่าสียังไม่เหมาะสม จึงไม่แนะนำให้ใช้เครื่องสแกนเนอร์ ในการวัดค่าสีจนกว่าจะทดสอบแล้วว่าเครื่องสแกนเนอร์ ที่นำมาใช้นั้นมีความละเอียดมากพอที่จะสามารถแยกค่าสีได้อย่างชัดเจน

ค่าความเป็นกรดด่างของซอสมะเขือเทศสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 3.18 ถึง 3.30 ได้แก่ยี่ห้อลีดเดอร์ไพร์ส และแม็กชัพ , 3.41 ถึง 3.66 ได้แก่ยี่ห้อไฮนซ์พลัส , ช้อยส์ , เฟิร์สไพร์ส , ไฮนซ์ , เฟรซ , คิงคิชเช่น , โรซ่าผสมแครอท , ไฮนซ์อเมริกา , เทสโก้และโรซ่าผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล , ค่าความเป็นกรดด่าง 3.90 ได้แก่ ยี่ห้อโรซ่า และค่าความเป็นกรดด่าง 4.17 ได้แก่ ยี่ห้อไมก้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดทั้งหมดของซอสมะเขือเทศพบว่าทุกยี่ห้อมีค่าความเป็นกรดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความเป็นกรดอยู่ระหว่าง 0.012 ถึง 0.029 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 31.28 องศาบริกซ์ได้แก่ยี่ห้อไมก้า , 33.72 ถึง 37.61 องศาบริกซ์ ได้แก่ยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอทไม่ใส่น้ำตาล , เฟรช , เฟิร์สไพร์ส , ลีดเดอร์ไพร์ส , ช้อยส์ , คิงคิชเช่น , เทสโก้ , แม็กชัพ , โรซ่า , ไฮนซ์อเมริกาและไฮนซ์ และ40 ถึง 40.13 องศาบริกซ์ได้แก่ยี่ห้อโรซ่าสูตรผสมแครอท และ ไฮนซ์พลัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค พบว่าความหนืดที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการอยู่ในช่วง 21.59 ถึง 23.52 Pa.s , สีแดงมีค่า 6.2 ถึง 8.41 , ความเปรี้ยวมีค่าความเป็นกรดด่าง 3.57 ถึง 3.64 และความหวานมีค่า 37.00 ถึง 37.61 องศาบริกซ์

จากการศึกษาซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆที่วางขายในท้องตลาดทำให้ทราบถึงคุณสมบัติทางเคมี , ทางกายภาพ และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคต่อซอสมะเขือเทศเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสมะเขือเทศต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การวัดความหนืดที่อุณหภูมิต่างๆ ควรมีการควบคุมอุณหภูมิโดย
    1.1 หุ้มภาชนะบรรจุซอสมะเขือเทศด้วยฉนวนกันการถ่ายเทความร้อน
    1.2 ใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิของซอสมะเขือเทศ
2. การวัดความหนืดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร ควรแปรผลข้อมูลให้มีสหสัมพันธ์มากกว่านี้เพื่อให้ค่าความหนืดที่วัดได้มีความแม่นยำมากขึ้น
3. ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสควรใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่แน่ชัดและเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

พรนภา สร้อยเงิน และ สุดารัตน์ ไร่สอ. 2545. ผลของกรรมวิธีการแปรรูปต่อการสูญเสียปริมาณไลโคปีนในมะเขือเทศแปรรูป. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรวิไล วงศ์เจริญกิจ. 2544. การศึกษาการส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปมะเขือเทศของประเทศไทย. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาบริหารธุรกิจเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยุพร พืชกมุทร. การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 127-133.

เยาวภา สิริวัฒนานุกูล. 2545. การศึกษาการสูญเสียไลโคพีนในระหว่างกระบวนการผลิตซอสมะเขือ เทศและมะเขือเทศแช่อิ่ม.(วิทยานิพนธ์)สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สิริรัตน์ นาประเสริฐ. 2546. ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อปริมาณไลโคพีนและความแน่นเนื้อของมะเขือเทศที่มีระดับสีแตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล. 2532. ผลของอุณหภูมิเทอร์โมเบรก ความเร็วรอบและขนาดของตะแกรงของเครื่องแยกกากต่อความคงตัวของน้ำมะเขือเทศเข้มข้น. (วิทยานิพนธ์) สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 13-24.

สุพรรณี ปิติขันติธรรม. 2521. การศึกษาคุณภาพของซอสมะเขือเทศจากมะเขือเทศพันธุ์ต่างกัน. (วิทยานิพนธ์) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2-20.

Colditz, G.A., Branch, L.G. and Lipnic, R.J. 1985. "Increased green and yellow vegetables intake and lowered cancer death in an elderly population." **Am. J. Clin. Nutr.** 41 : 6-32.

Franceschi, S., Bidoli, E., La Vecchia, C., Talamini, R., D'Avanzo, B. and Negri, E. 1994. " Tomatoes and risk of digestive-tract cancers." **Int. J. Cancer.** 59 : 181-184.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hilal Sahin and Feramuz Ozdemir. 2004. Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. *Food Hydrocolloids*. 18: 1015-1022.

Wilbur A. Gould. 1974. Viscosity (Consistency) of Tomato Products. *Tomato production, processing and quality*. The AVI Publishing company, INC. 245-251.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1N

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) 100 มิลลิลิตร
2. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) 250 มิลลิลิตร
3. บิวเรต (Burette) 50 ml.
4. กระจกนาฬิกา
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)
6. ฟีนอฟทาลีน (Phenolpthalein)
7. โพแทสเซียมพาทาเลต (Potassium phthalate)

วิธีการเตรียม

1. ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 กรัม ในกระจกนาฬิกา หลังจากนั้นละลายสารด้วยน้ำกลั่นโดยปรับให้เป็น 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ แล้วตั้งทิ้งไว้ชักครู่
2. ดูดสารละลายส่วนที่ใสประมาณ 5.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกันด้วยดี

การตรวจสอบสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1N

1. ชั่งโพแทสเซียมพาทาเลต ($KHC_8H_4O_4$) (ที่อบแห้งที่ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทำให้เย็นใน disiccator) 0.3 – 0.5 กรัม และละลายด้วยน้ำกลั่น 50 – 75 มิลลิลิตร
2. หยดสารละลายฟีนอฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายโพแทสเซียมพาทาเลต จำนวน 2 หยด
3. นำสารละลายโพแทสเซียมพาทาเลต ไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่เตรียมไว้ จนสารละลายโพแทสเซียมพาทาเลตเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน
4. บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

$$\text{Normality NaOH} = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม) ของ } KHC_8H_4O_4 \times 1000}{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times 204.229}$$

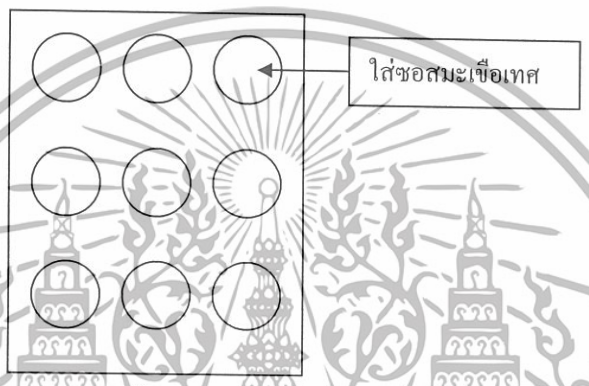
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวัดค่าสีด้วยเครื่องสแกนเนอร์

1. การวัดค่าสีด้วยเครื่อง Scanner

วิธีวิเคราะห์

2.1 เทซอสมะเขือเทศลงในชุดทดลอง

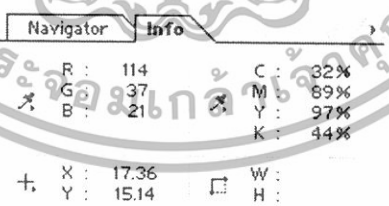


รูป ข.1. ชุดทดลองในการวัดค่าสี

2.2 สแกนสีของซอสมะเขือเทศด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ยี่ห้อ HP รุ่น scanjet 3670

2.2 เข้าสู่โปรแกรม Photoshop 7.0

2.3 อ่านค่า R G B และ C จากหน้าต่าง Info



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณทางเคมี

1.1 ปริมาณกรด

ยี่ห้อ	ปริมาณ NaOH ที่ใช้ไตรเตรท (มล.)			เฉลี่ย	เฉลี่ยทั้งหมด	% ความเป็นกรด
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
CHOICE	0.1	0.1	0.1	0.1	0.12	0.014
	0.1	0.2	0.1	0.13		
	0.15	0.1	0.1	0.12		

$$\%TA = \frac{\text{ปริมาณเฉลี่ยของ NaOH ที่ใช้ไตเตรท (มล.)} \times 0.1\ N \times \text{น้ำหนักกรดอะซิติก} \times 100}{1000 \times \text{ปริมาณตัวอย่าง (มล.)}}$$

$$= \frac{0.12 \times 0.1 \times 60 \times 100}{1000 \times 5}$$

$$= 0.014$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ความหนืด

ตอนที่ 1 การวัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน (Brook field)

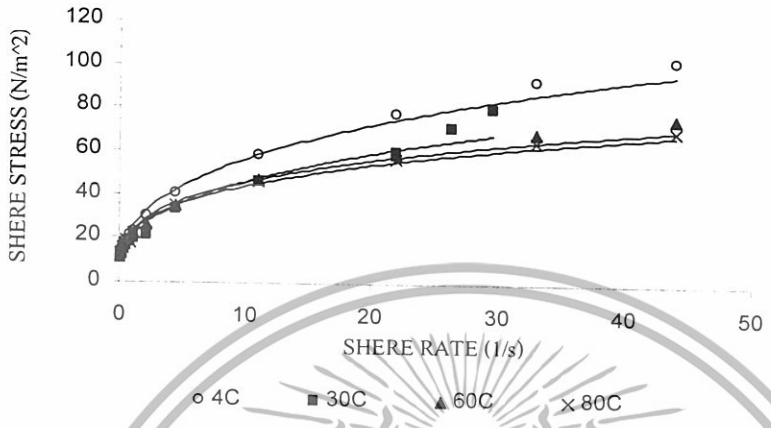
การวิเคราะห์ผลข้อมูล

1. ทำการบันทึกผลข้อมูลจากเครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน ดังนี้

Speed (rpm)	μ (cP)	τ (N/m)	dv/dy (s^{-1})	s STR (D/cm^2)
0.5	97899	10.3	0.11	109
1.0	63926	12.6	0.22	139
2.0	35033	14.4	0.44	156
2.5	29370	15.4	0.55	166
4.0	22535	18.3	0.88	195
5.0	19100	20.5	1.10	215
10.0	12621	25.9	2.20	276
20.0	8470	35.6	4.40	378
50.0	5125	52.7	11.00	549
100.0	3393	71.7	22.00	749
150.0	2719	84.7	33.00	908
200.0	2330	96.8	44.00	1030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สร้างกราฟระหว่าง Shear stress กับ Shear rate โดยเปรียบเทียบกันระหว่างความหนืดที่อุณหภูมิต่างๆ

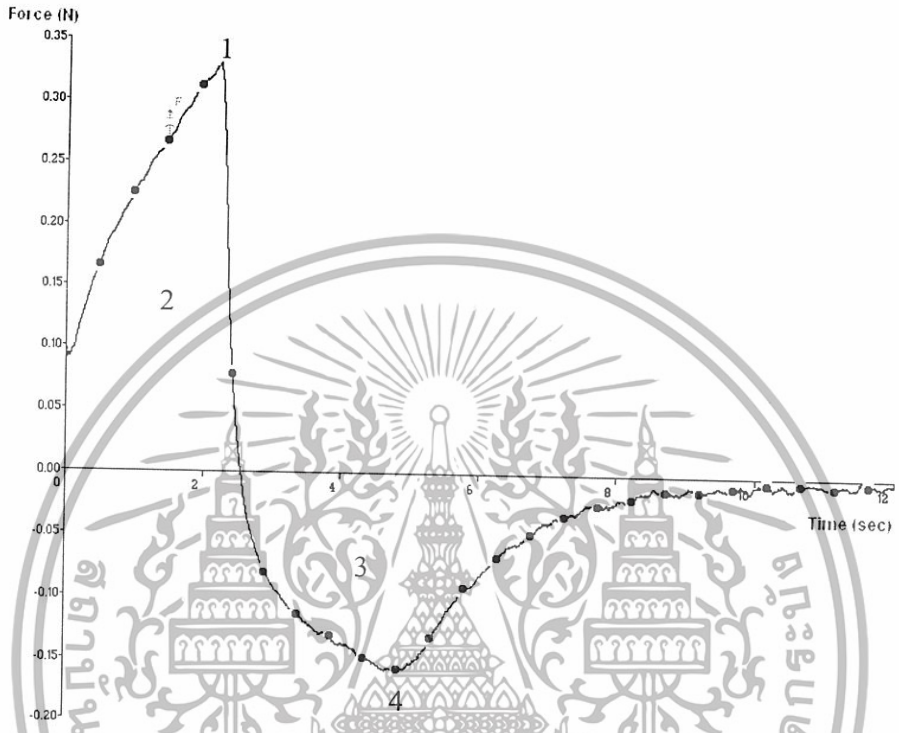


3. อ่านค่าความหนืดจากความชันของกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 การวัดความหนืดโดยใช้เครื่อง Texture analyzer

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง (N) กับเวลา (sec.)ของซอสมะเขือเทศ



ตำแหน่งที่ 1 คือ ค่าแรงกด (force 1) หรือ ความแน่นเนื้อ (firmness)

ตำแหน่งที่ 2 คือ งานที่ใช้ในการกด (compress area) หรือความคงตัว (consistency)

ตำแหน่งที่ 3 คือ ค่าแรงต้านในการถอนหัววัดออกจากตัวอย่าง (force 2) หรือ ความเหนียว (stickiness)

ตำแหน่งที่ 4 คือ งานที่ใช้ในการถอนหัววัดออกจากตัวอย่าง (adhesive area)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... **วันที่**.....

ผลิตภัณฑ์ .....ซอสมะเขือเทศ

คำแนะนำ **กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวา โดยทดสอบกลิ่น กลิ่นรส ความข้นหนืด และสี แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกที่กำหนดให้ในแต่ละลักษณะ** กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

โดยใช้ปากกาสีแดงทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นเพื่อแสดงความรู้สึกตามลักษณะที่ตนเองชอบ (Ideal)

และใช้ปากกาสีน้ำเงินทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นเพื่อประเมินลักษณะที่ให้ทดสอบตามความรู้สึก

รหัสตัวอย่าง ....

1. กลิ่นเปรี้ยว

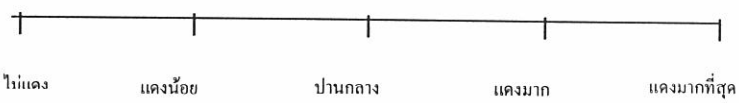
2. กลิ่นรส

ความหวาน

ความเปรี้ยว

3. ความข้นหนืด

4. สี



ข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

ผลการทดสอบทางสถิติ

ตารางที่ ฉ1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าความเป็นกรด-ด่างในซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.262	13	.174	244.519	.000
Within Groups	.020	28	.001		
Total	2.282	41			

ตารางที่ ฉ2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	13	.000	.925	.541
Within Groups	.002	28	.000		
Total	.003	41			

ตารางที่ ฉ3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	234.954	13	18.073	339.119	.000
Within Groups	1.492	28	.053		
Total	236.447	41			

ตารางที่ ฉ4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าความเป็นสีแดงของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	138.170	13	10.628	32.544	.000
Within Groups	9.144	28	.327		
Total	147.315	41			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	26757.794	13	2058.292	18.520	.000
Within Groups	14448.303	130	111.141		
Total	41206.098	143			

ตารางที่ ฉ6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าความหนืดของซอสมะเขือเทศ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	40843.436	55	742.608	180.194	.000
Intercept	173612.957	1	173612.957	42127.262	.000
TEMP	9722.392	3	3240.797	786.381	.000
BRAND	27839.847	13	2141.527	519.642	.000
TEMP * BRAND	4322.579	39	110.835	26.894	.000
Error	362.662	88	4.121		
Total	213185.920	144			
Corrected Total	41206.098	143			

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวชนิกานต์ พรหมสิงหกุล เกิดวันที่ 20 มกราคม 2527 สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ ฉะเชิงเทรา ในปีการศึกษา 2544 จากนั้นศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร และสำเร็จการศึกษาในปี 2548

นางสาวธัญญานันท์ เทียมสุวรรณ เกิดวันที่ 6 ตุลาคม 2527 สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนโพธิสารพิทยากร กรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2544 จากนั้นศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร และสำเร็จการศึกษาในปี 2548

นางสาวศิโรรัตน์ หนูไพโรจน์ เกิดวันที่ 12 สิงหาคม 2527 สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ เพชรบุรี ในปีการศึกษา 2544 จากนั้นศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร และสำเร็จการศึกษาในปี 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

พรนภา สร้อยเงิน และ สุดารัตน์ ไร่สอ. 2545. ผลของกรรมวิธีการแปรรูปต่อการสูญเสียปริมาณไลโคปีนในมะเขือเทศแปรรูป. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรวิไล วงศ์เจริญกิจ. 2544. การศึกษาการส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปมะเขือเทศของประเทศไทย. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาบริหารธุรกิจเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยุพร พืชกมุทร. การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 127-133.

เยาวภา สิริวัฒนานุกูล. 2545. การศึกษาการสูญเสียไลโคพีนในระหว่างกระบวนการผลิตซอสมะเขือ เทศและมะเขือเทศแช่อิ่ม.(วิทยานิพนธ์)สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สิริรัตน์ นาประเสริฐ. 2546. ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อปริมาณไลโคพีนและความแน่นเนื้อของมะเขือเทศที่มีระดับสีแตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล. 2532. ผลของอุณหภูมิเทอร์โมเบรก ความเร็วรอบและขนาดของตะแกรงของเครื่องแยกกากต่อความคงตัวของน้ำมะเขือเทศเข้มข้น. (วิทยานิพนธ์) สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 13-24.

สุพรรณี ปิติขันติธรรม. 2521. การศึกษาคุณภาพของซอสมะเขือเทศจากมะเขือเทศพันธุ์ต่างกัน. (วิทยานิพนธ์) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2-20.

Colditz, G.A., Branch, L.G. and Lipnic, R.J. 1985. "Increased green and yellow vegetables intake and lowered cancer death in an elderly population." **Am. J. Clin. Nutr.** 41 : 6-32.

Franceschi, S., Bidoli, E., La Vecchia, C., Talamini, R., D'Avanzo, B. and Negri, E. 1994. " Tomatoes and risk of digestive-tract cancers." **Int. J. Cancer.** 59 : 181-184.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hilal Sahin and Feramuz Ozdemir. 2004. Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. *Food Hydrocolloids*. 18: 1015-1022.

Wilbur A. Gould. 1974. Viscosity (Consistency) of Tomato Products. *Tomato production, processing and quality*. The AVI Publishing company, INC. 245-251.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1N

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) 100 มิลลิลิตร
2. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) 250 มิลลิลิตร
3. บิวเรต (Burette) 50 ml.
4. กระจกนาฬิกา
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)
6. ฟีนอฟทาลีน (Phenolpthalein)
7. โพแทสเซียมพาทาเลต (Potassium phthalate)

วิธีการเตรียม

1. ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 กรัม ในกระจกนาฬิกา หลังจากนั้นละลายสารด้วยน้ำกลั่นโดยปรับให้เป็น 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ แล้วตั้งทิ้งไว้ชักครู่
2. ดูดสารละลายส่วนที่ใสประมาณ 5.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกันด้วยดี

การตรวจสอบสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1N

1. ชั่งโพแทสเซียมพาทาเลต ($KHC_8H_4O_4$) (ที่อบแห้งที่ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทำให้เย็นใน disiccator) 0.3 – 0.5 กรัม และละลายด้วยน้ำกลั่น 50 – 75 มิลลิลิตร
2. หยดสารละลายฟีนอฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายโพแทสเซียมพาทาเลต จำนวน 2 หยด
3. นำสารละลายโพแทสเซียมพาทาเลต ไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่เตรียมไว้ จนสารละลายโพแทสเซียมพาทาเลตเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน
4. บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

$$\text{Normality NaOH} = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม) ของ } KHC_8H_4O_4 \times 1000}{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times 204.229}$$

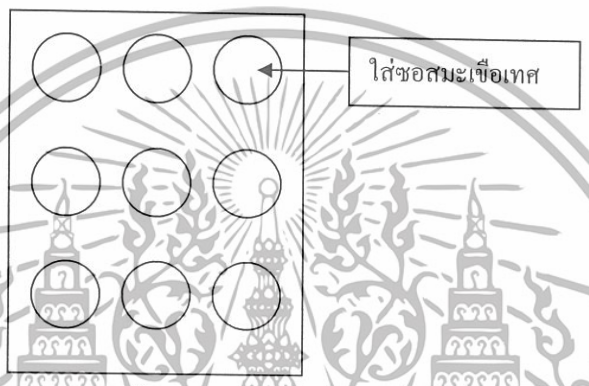
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวัดค่าสีด้วยเครื่องสแกนเนอร์

1. การวัดค่าสีด้วยเครื่อง Scanner

วิธีวิเคราะห์

2.1 เทซอสมะเขือเทศลงในชุดทดลอง

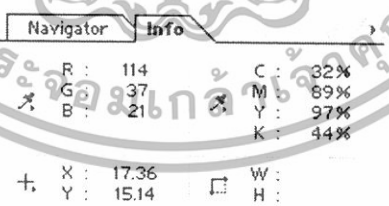


รูป ข.1. ชุดทดลองในการวัดค่าสี

2.2 สแกนสีของซอสมะเขือเทศด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ยี่ห้อ HP รุ่น scanjet 3670

2.2 เข้าสู่โปรแกรม Photoshop 7.0

2.3 อ่านค่า R G B และ C จากหน้าต่าง Info



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณทางเคมี

1.1 ปริมาณกรด

ยี่ห้อ	ปริมาณ NaOH ที่ใช้ไตรเตรท (มล.)			เฉลี่ย	เฉลี่ยทั้งหมด	% ความเป็นกรด
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3			
CHOICE	0.1	0.1	0.1	0.1	0.12	0.014
	0.1	0.2	0.1	0.13		
	0.15	0.1	0.1	0.12		

$$\%TA = \frac{\text{ปริมาณเฉลี่ยของ NaOH ที่ใช้ไตเตรท (มล.)} \times 0.1\ N \times \text{น้ำหนักกรดอะซิติก} \times 100}{1000 \times \text{ปริมาณตัวอย่าง (มล.)}}$$

$$= \frac{0.12 \times 0.1 \times 60 \times 100}{1000 \times 5}$$

$$= 0.014$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ความหนืด

ตอนที่ 1 การวัดความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน (Brook field)

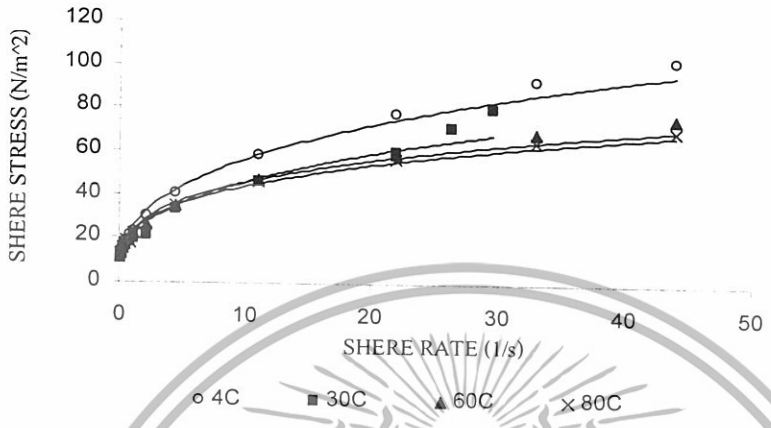
การวิเคราะห์ผลข้อมูล

1. ทำการบันทึกผลข้อมูลจากเครื่องวัดความหนืดแบบแกนหมุน ดังนี้

Speed (rpm)	μ (cP)	τ (N/m)	dv/dy (s^{-1})	s STR (D/cm^2)
0.5	97899	10.3	0.11	109
1.0	63926	12.6	0.22	139
2.0	35033	14.4	0.44	156
2.5	29370	15.4	0.55	166
4.0	22535	18.3	0.88	195
5.0	19100	20.5	1.10	215
10.0	12621	25.9	2.20	276
20.0	8470	35.6	4.40	378
50.0	5125	52.7	11.00	549
100.0	3393	71.7	22.00	749
150.0	2719	84.7	33.00	908
200.0	2330	96.8	44.00	1030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สร้างกราฟระหว่าง Shear stress กับ Shear rate โดยเปรียบเทียบกันระหว่างความหนืดที่อุณหภูมิต่างๆ

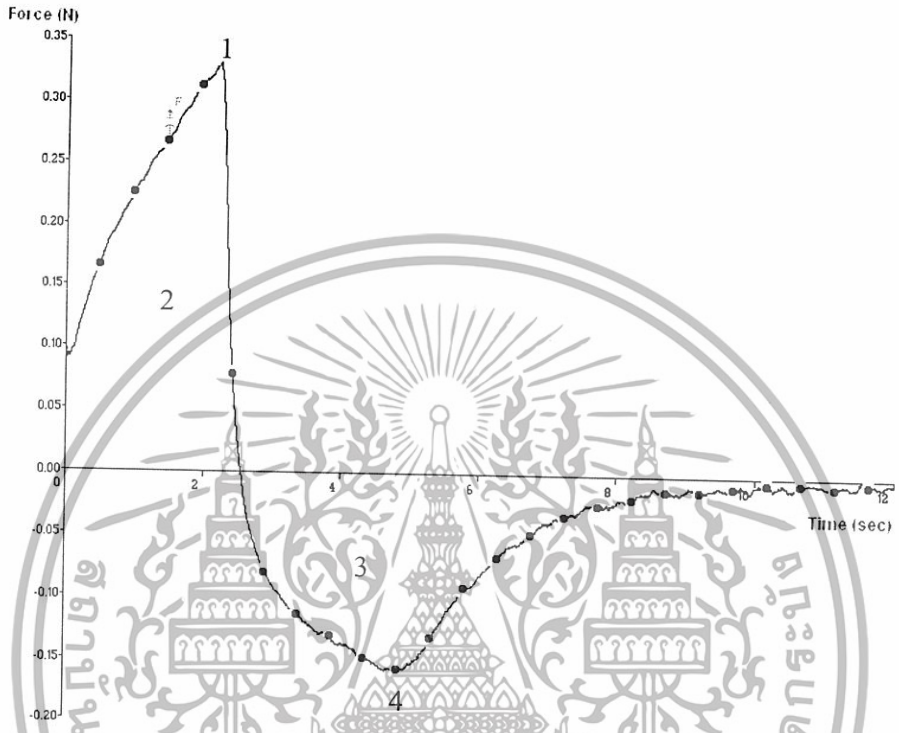


3. อ่านค่าความหนืดจากความชันของกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 การวัดความหนืดโดยใช้เครื่อง Texture analyzer

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง (N) กับเวลา (sec.)ของซอสมะเขือเทศ



ตำแหน่งที่ 1 คือ ค่าแรงกด (force 1) หรือ ความแน่นเนื้อ (firmness)

ตำแหน่งที่ 2 คือ งานที่ใช้ในการกด (compress area) หรือความคงตัว (consistency)

ตำแหน่งที่ 3 คือ ค่าแรงต้านในการถอนหัววัดออกจากตัวอย่าง (force 2) หรือ ความเหนียว (stickiness)

ตำแหน่งที่ 4 คือ งานที่ใช้ในการถอนหัววัดออกจากตัวอย่าง (adhesive area)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... **วันที่**.....

ผลิตภัณฑ์ .....ซอสมะเขือเทศ

คำแนะนำ **กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวา โดยทดสอบกลิ่น กลิ่นรส ความข้นหนืด และสี แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกที่กำหนดให้ในแต่ละลักษณะ** กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

โดยใช้ปากกาสีแดงทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นเพื่อแสดงความรู้สึกตามลักษณะที่ตนเองชอบ (Ideal)

และใช้ปากกาสีน้ำเงินทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นเพื่อประเมินลักษณะที่ให้ทดสอบตามความรู้สึก

รหัสตัวอย่าง ....

1. กลิ่นเปรี้ยว

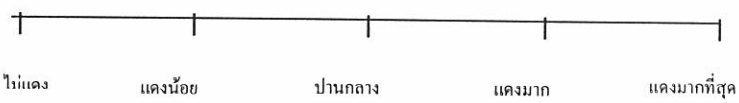
2. กลิ่นรส

ความหวาน

ความเปรี้ยว

3. ความข้นหนืด

4. สี



ข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

ผลการทดสอบทางสถิติ

ตารางที่ ฉ1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าความเป็นกรด-ด่างในซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.262	13	.174	244.519	.000
Within Groups	.020	28	.001		
Total	2.282	41			

ตารางที่ ฉ2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	13	.000	.925	.541
Within Groups	.002	28	.000		
Total	.003	41			

ตารางที่ ฉ3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	234.954	13	18.073	339.119	.000
Within Groups	1.492	28	.053		
Total	236.447	41			

ตารางที่ ฉ4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าความเป็นสีแดงของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	138.170	13	10.628	32.544	.000
Within Groups	9.144	28	.327		
Total	147.315	41			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าความหนืดของซอสมะเขือเทศยี่ห้อต่างๆ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	26757.794	13	2058.292	18.520	.000
Within Groups	14448.303	130	111.141		
Total	41206.098	143			

ตารางที่ ฉ6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าความหนืดของซอสมะเขือเทศ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	40843.436	55	742.608	180.194	.000
Intercept	173612.957	1	173612.957	42127.262	.000
TEMP	9722.392	3	3240.797	786.381	.000
BRAND	27839.847	13	2141.527	519.642	.000
TEMP * BRAND	4322.579	39	110.835	26.894	.000
Error	362.662	88	4.121		
Total	213185.920	144			
Corrected Total	41206.098	143			

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวชนิกานต์ พรหมสิงหกุล เกิดวันที่ 20 มกราคม 2527 สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ ฉะเชิงเทรา ในปีการศึกษา 2544 จากนั้นศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร และสำเร็จการศึกษาในปี 2548

นางสาวธัญญานันท์ เทียมสุวรรณ เกิดวันที่ 6 ตุลาคม 2527 สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนโพธิสารพิทยากร กรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2544 จากนั้นศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร และสำเร็จการศึกษาในปี 2548

นางสาวศิโรรัตน์ หนูไพโรจน์ เกิดวันที่ 12 สิงหาคม 2527 สำเร็จการศึกษาจากโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ เพชรบุรี ในปีการศึกษา 2544 จากนั้นศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร และสำเร็จการศึกษาในปี 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้