สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

ผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแตสเซียมคลอไรด์ในการผลิตไข่เค็มลดโซเดียม

Effect of sodium chloride substitution with potassium chloride in the production of reduced sodium salted egg

นาย ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

RCH
SF
490.8
ป319ผ
ลงหน่ำ.....
เลขทะเบียน.....115629
วัน,เดือน,ปี.....24 สิ.ค. 2554

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ 2551
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.....12198 ว.....
.....

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์บางส่วนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ในการผลิตไข่เค็มลดโซเดียม ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยเงินรายได้ของคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ 2551 ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณโอกาสนี้ ขอขอบคุณนายปฏิพัทธ์ ใจประเสริฐ และนางสาวพรทิพย์ รักษาราษฎร์ที่มีส่วนให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการให้บริการมาโดยตลอด

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

19 มีนาคม 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ ผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแตสเซียมคลอไรด์ในการผลิตไข่เค็มลดโซเดียม

Effect of sodium chloride substitution with potassium chloride in the production of reduced sodium salted egg

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก เงินรายได้คณะอุตสาหกรรมเกษตร **ประจำปีงบประมาณ** 2551

จำนวนเงิน 198,800 บาท **ระยะเวลาทำการวิจัย** 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2550 ถึง กันยายน 2551

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์บางส่วนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ในน้ำเกลือสำหรับดองไข่เค็มต่อคุณภาพของไข่เค็มที่ได้ โดยแปรความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ใช้ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายเกลือที่ 0, 40, 50, และ 60 % โดยน้ำหนัก ติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของตัวอย่างน้ำเกลือ วิเคราะห์ปริมาณเกลือคลอไรด์ในตัวอย่างไข่เค็ม รวมทั้งคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยเก็บตัวอย่างสารละลายเกลือและไข่เค็มทุก 3 วันเป็นเวลา 18 วัน พบว่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำเกลือมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาการดองเพิ่มขึ้น ปริมาณเกลือคลอไรด์ในไข่เค็มทุกตัวอย่างในส่วนของไข่ขาวและไข่แดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการดองเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามทั้งไข่ขาวและไข่แดงของไข่เค็มที่ได้จากทุกระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์ มีแนวโน้มของปริมาณเกลือคลอไรด์สูงกว่าตัวอย่างควบคุมที่ทุกระยะเวลาของการดอง สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าความขุ่นของไข่ขาว ความเป็นมันเงาของไข่แดง ความเค็มของไข่แดงของไข่เค็มที่ทุกระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์มีแนวโน้มไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ปัจจัยความขมของไข่ขาวและไข่แดงมีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย แต่ในแต่ละระดับของความเข้มข้นของโพแทส-เซียมคลอไรด์จะไม่ต่างกัน ปัจจัยด้านความเค็มของไข่ขาวที่ระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ต่างกันจะมีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ปัจจัยทางด้านกลิ่นรสแปลกปลอมของไข่ขาวและไข่แดงพบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์สูงขึ้นจะรู้สึกถึงกลิ่นรสแปลกปลอมมากขึ้น จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ในน้ำเกลือ สำหรับดองไข่เค็มที่ระดับร้อยละ 40 โดยน้ำหนักทำให้ได้ไข่เค็มที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ไข่เค็มลดโซเดียมที่ได้มีปริมาณโพแทส-เซียมสูงกว่าโซเดียมทั้งในส่วนของไข่ขาวและไข่แดง โดยมีค่าสูงกว่าประมาณ 1.2 และ 1.5 เท่าตามลำดับ และมีปริมาณโซเดียมลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมประมาณ 30 % ทั้งในส่วนของไข่ขาวและไข่แดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Effect of sodium chloride (NaCl) substitution by potassium chloride (KCl) in the salt solution for duck egg salting on the quality of salted eggs were studied. The concentration of substituted KCl was varied at 0, 40, 50, and 60 % w/w. The samples of salt solution and salted eggs were taken at every 3 days for 18 days to investigate the changes of specific gravity and total soluble solid for the salt solution, chloride content and sensorial quality for the salted eggs. It was found that, specific gravity and total soluble solid of the salt solution decreased as the salting time increased; while the chloride content in both egg white and yolk for all samples increased with the salting time. However, the chloride contents were higher in samples obtained from all leveled of substituted KCl studied compared to those of control samples. Sensorial quality showed that egg white dullness, glossiness and saltiness of the yolk of salted egg samples at all levels of KCl substitution were similar to the control sample. However, the bitterness of egg white and yolk was slightly greater than that of control sample; while no significant different among the KCl substituted eggs. Egg white samples at higher level of KCl substitution tended to be saltier compared to the control sample. The off-flavor of both egg white and yolk were more pronounce at higher level of KCl substitution. The results indicated that substitution of NaCl by KCl at 40 % w/w in the salt solution resulted in salted eggs with total quality similar to the control sample. The reduced sodium salted egg contained 1.2 and 1.5 times higher potassium than sodium content for egg white and yolk, respectively. Moreover, the sodium content in the reduced sodium salted eggs was 30 % lower compared to the control salted eggs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อ	ii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	vi
สารบัญภาพ	vii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	3
2.1 ไข่	3
2.2 เกลือของโลหะที่ให้รสเค็ม	10
2.3 เกลือ (โซเดียมคลอไรด์)	11
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	24
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	24
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	24
3.3 สารเคมี	24
3.4 ขั้นตอนวิธีการทดลอง	25
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	29
4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือในระหว่างการดองเค็ม	29
4.2 ผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์บางส่วนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ในน้ำเกลือสำหรับดองไข่ต่อคุณภาพของไข่เค็ม	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	48
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	52
ก การเตรียมน้ำเกลือผสมที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์และเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ต่างกัน	53
ข การวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือผสม	54
ค การวิเคราะห์ปริมาณเกลือในรูปของคลอไรด์	55
ง การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่เค็ม	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่	6
2.2 ผลการทดลองความสัมพันธ์ของการบริโภคเกลือโซเดียมกับความดันโลหิต	22
4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันในระหว่างการดองเค็ม	29
4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันในระหว่างการดองเค็ม	30
4.3 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏทางด้านเนื้อสัมผัสของไข่เค็มเมื่อดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กัน	34
4.4 ปริมาณเกลือคลอไรด์ในไข่เค็มตัวอย่างควบคุมที่ระยะเวลาการดอง 3 วัน เมื่อคำนวณโดยใช้กราฟมาตรฐานแตกต่างกัน	37
4.5 ปริมาณเกลือคลอไรด์ในส่วนของไข่ขาวของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างกัน	38
4.6 ปริมาณเกลือคลอไรด์ในส่วนของไข่แดงของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างกัน	38
4.7 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองในวันที่ 6	41
4.8 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองในวันที่ 12	42
4.9 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองในวันที่ 18	45
4.10 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองในวันที่ 12 ซึ่งทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 40 %	46
4.11 ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในตัวอย่างไข่ขาวและไข่แดงเค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0 และ 40 % โดยน้ำหนัก	47
ก1 ปริมาณของเกลือโซเดียมคลอไรด์และโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลอง	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างไข่ทั้งฟอง	4
2.2 ผลึกโซเดียมคลอไรด์	11
2.3 โครงสร้างผลึกของโซเดียมคลอไรด์	12
2.4 ลักษณะของเกลือที่มีผลึกเป็นแผ่น	18
2.5 ผลการศึกษาการลดเกลือโซเดียมในอาหารของกลุ่มคนในประเทศโปรตุเกส	20
2.6 ผลของเกลือโซเดียมต่อความดันโลหิตของลิงชิมแพน	21
3.1 ขั้นตอนการทำไข่เค็ม	25
4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันในระหว่างการดองไข่เค็ม	31
4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันในระหว่างการดองไข่เค็ม	31
4.3 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏทางด้านสีของไข่เค็มที่ดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันเป็นเวลา 3 วัน (ก), 6วัน (ข), 9 วัน (ค), 12 วัน (ง), 15 วัน (จ), และ 18 วัน (ฉ)	32
4.4 กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือสามชนิด (ก) กราฟมาตรฐานของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (ข) กราฟมาตรฐานของสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ และ (ค) กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือผสมระหว่างโซเดียมคลอไรด์กับโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วน 60/40 โดยน้ำหนัก	36
4.5 ปริมาณเกลือคลอไรด์ในส่วนของไข่ขาว (ก) และไข่แดง (ข) ของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างกัน	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นเกลือที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยสามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสเค็ม ใช้ปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และยังสามารถใช้ในการถนอมอาหารได้หลายวิธี เช่น การดองเค็ม การหมัก การทำเค็มอาหารแห้งต่าง ๆ และการฉีดน้ำเกลือ เป็นต้น เนื่องจากเกลือมีสมบัติในการลดปริมาณน้ำอิสระในเนื้อเยื่อของอาหารทำให้อาหารมีค่า a_w ลดลง และคลอไรด์ไอออนยังสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ เกลือโซเดียมคลอไรด์จึงช่วยถนอมรักษาอาหารได้ อาหารหลายชนิดจึงมีองค์ประกอบของเกลือโซเดียมค่อนข้างสูง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ธัญพืชและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ถือได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลักที่เป็นแหล่งของเกลือโซเดียม ซึ่งประชากรในประเทศอังกฤษและสหรัฐอเมริกาได้รับในการบริโภคอาหารในชีวิตประจำวัน (Desmond, 2006)

เป็นที่ทราบแน่ชัดแล้วว่า การบริโภคเกลือโซเดียมในปริมาณสูงมีผลโดยตรงต่อการเกิดภาวะความดันโลหิตสูง ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ ตามมา เช่น โรคหัวใจ โรคไต และโรคเกี่ยวกับหลอดเลือด เป็นต้น (Haddy, 2006; Mercier *et al.*, 2007) ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์การอาหารจึงได้พยายามหาวิธีในการลดปริมาณเกลือโซเดียมในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ และยังคงคุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์ เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่มีภาวะความดันโลหิตสูงหรือกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการรักษาสุขภาพโดยการลดการบริโภคโซเดียม Desmond (2006) ได้สรุปแนวทางในการลดปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็น 4 วิธี คือ การใช้เกลือผสมแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ การใช้สารปรุงแต่งกลิ่นรสและสารบดบังกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ การเลือกใช้เกลือในรูปแบบทางกายภาพที่เหมาะสม และการเลือกใช้เทคโนโลยีการแปรรูปเพื่อเพิ่มลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์ การใช้เกลือผสมแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ เช่น การทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแตสเซียมคลอไรด์ แคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมแอสคอร์เบท ได้มีการทดลองนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลายชนิด (Gimeno *et al.*, 2001; Martinez-Alvarez *et al.*, 2005; Guardia *et al.*, 2006)

ไข่เค็ม (salted eggs) เป็นผลิตภัณฑ์พื้นเมืองที่นิยมบริโภคกันในกลุ่มชาวเอเชีย นิยมใช้ไข่เป็ดเป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยมีกรรมวิธีผลิตได้ 2 แบบ คือ การหมักเกลือแบบแห้งและการหมักในน้ำเกลือหรือการดองเค็ม ในประเทศไทยมีการผลิตและการบริโภคไข่เค็มทั่วทุกภาค อย่างไรก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามไข่เค็มจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของเกลือโซเดียมสูง จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะกับผู้บริโภคที่ต้องการลดการบริโภคโซเดียมหรือผู้ที่มีปัญหาภาวะความดันโลหิตสูง งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาแนวทางในการผลิตไข่เค็มลดโซเดียม โดยการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแตสเซียมคลอไรด์สำหรับการเตรียมน้ำเกลือที่ใช้ดองไข่เค็ม

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแตสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ ต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพบางประการและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มลดโซเดียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

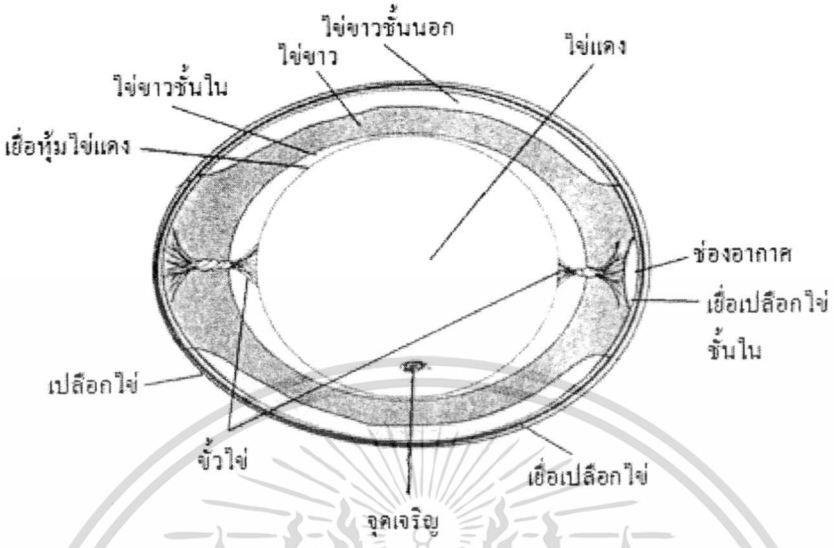
2.1 ไข่

ไข่เป็นผลผลิตอีกชนิดหนึ่งที่ได้จากสัตว์ปีกพวกไก่และเป็ด ซึ่งมีความสำคัญในแง่ที่ ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ มนุษย์รู้จักการบริโภคไข่มาหลายพันปีแล้วซึ่งปัจจุบันก็ยังคงบริโภคไข่กันอย่างแพร่หลายทั้งการบริโภคแบบไข่สดและไข่แปรรูปเช่นไข่เค็ม และใช้ไข่ปรุงอาหารต่าง ๆ ทั้งคาวและหวาน อาหารพวกของหวาน เช่น ขนมเค้ก ทองหยิบ ทองหยอด ฝอยทอง เม็ดขนุน ขนมหม้อแกง สังขยา ฯลฯ ส่วนของคาวก็ใช้ในการทอด ผัด อบ และต้ม เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับไข่มีดังต่อไปนี้ (เข้าถึงได้จาก:http://www.nsru.ac.th/e-learning/animals/lesson10_3.php)

2.1.1 โครงสร้างของฟองไข่ ไข่ที่สมบูรณ์จะมีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน ได้แก่ เปลือกไข่ (shell) เยื่อเปลือกไข่ (shell membrane) ไข่ขาว (albumen) ไข่แดง (yolk) และจุดเจริญ (germinal disc หรือ blastoderm) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

2.1.1.1 เปลือกไข่ เป็นหินปูนแข็งเรียบติดแน่นอยู่กับเยื่อหุ้มเปลือกชั้นนอก ความหนาของเปลือกไข่จะขึ้นอยู่กับขนาดของไข่ ไข่ฟองเล็กจะมีความหนากว่าไข่ฟองใหญ่ นอกจากนี้ความหนาของเปลือกไข่ยังขึ้นอยู่กับอาหาร พันธุ์ และฤดูกาลอีกด้วย ส่วนสีของเปลือกไข่มักจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์มากกว่าสิ่งอื่น เปลือกไข่จะมีรูขนาดเล็กที่น้ำและอากาศสามารถผ่านเข้าออกได้ ซึ่งมีประโยชน์โดยเฉพาะการดองเค็มน้ำเกลือจะผ่านเข้าทางรูพรุนนี้ได้ ที่ผิวของเปลือกไข่ที่เพิ่งไข่ใหม่ ๆ จะมีนวลไข่ (cuticle) ทำหน้าที่ป้องกันเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปในฟองไข่ได้ เปลือกไข่มีเนื้อเยื่อ 2 ชั้น เมื่อไข่มีอายุนานขึ้นเยื่อทั้ง 2 จะแยกจากกันเกิดเป็นโครงอากาศ (air cell) ขึ้น ไข่ใหม่ฟองอากาศจแคบส่วนไข่เก่าช่องอากาศจะกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างไข่ทั้งฟอง

ที่มา: http://www.nsru.ac.th/e-learning/animals/lesson10_3.php

2.1.1.2 เยื่อเปลือกไข่ เป็นเส้นใยโปรตีนที่ประสานกันบริเวณด้านที่ติดไข่ขาวเรียบและส่วนด้านที่ติดกับเปลือกไข่ขรุขระ

2.1.1.3 ไข่ขาว มีปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อไข่ทั้งฟอง สีของโอโวฟลาวิน (ovoflavin) จะทำให้ไข่ขาวสีเหลืองอ่อน ไข่ขาวมีทั้งส่วนที่ข้นและส่วนที่ใส ส่วนที่ติดกับไข่แดงเรียกว่า ขั้วไข่แดง ไข่ขาวแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ไข่ขาวชั้นนอก มีปริมาณ 23.2 เปอร์เซ็นต์ ไข่ขาวชั้นใน มีปริมาณ 16.8 เปอร์เซ็นต์ ไข่ขาวข้น มีปริมาณ 57.8 เปอร์เซ็นต์ ขั้วไข่แดง มีปริมาณ 27.0 เปอร์เซ็นต์

2.1.1.4 ไข่แดง มีสีเหลืองถึงสีส้มอยู่ตรงกลางฟองไข่ ไข่แดงประกอบไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่สำรองไว้สำหรับเลี้ยงชีวิตใหม่ ที่ไข่แดงยังมีจุดเจริญซึ่งเป็นที่ฝังตัวของอสุจิจากตัวผู้โดยรวมกับโครโมโซมของตัวเมียและพัฒนาเป็นตัวอ่อนต่อไป ภายในไข่แดงจะมีแกนไข่แดง (latebra) ซึ่งจะไม่แข็งตัวเมื่อต้มไข่จนสุก

2.1.1.5 จุดเจริญ อยู่ชิดกับไข่แดง เป็นที่อยู่ของโครโมโซมจากแม่ไก่ เมื่อได้รับการผสมจากตัวผู้จุดเจริญจะพัฒนาเป็นตัวอ่อนของลูกไก่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของไข่ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และเถ้า ซึ่งแต่ละส่วนของไข่ก็มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันออกไป ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่ถ้าคิดจาก 3 ส่วน คือ ไข่แดง ไข่ขาว และเปลือกไข่ มีดังต่อไปนี้

2.1.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่แดงจะมีไขมันมากที่สุด รองลงมาคือโปรตีนและเถ้า ไขมันในไข่แดงจะเป็นพวกไตรกลีเซอไรด์ ฟอสฟอไลปิด และไลโปโปรตีน ฟอสฟอไลปิดในไข่แดงที่สำคัญ คือ เลซิธิน (lecithin) โปรตีนในไข่แดงจะเป็นพวกวิเทลลิน (vitellin) วิตามินที่พบในไข่แดง ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี เค วิตามินบี ในไข่แดงจะไม่พบวิตามินซีเลย คาร์โบไฮเดรตพบน้อยมากในไข่แดง แร่ธาตุที่พบในไข่แดง ได้แก่ ฟอสฟอรัส แคลเซียม และโพแทสเซียม

2.1.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของไข่ขาว ประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและแร่ธาตุ โปรตีนที่พบในไข่ขาวได้แก่

- โอวัลบูมิน (ovalbumin) พบมากสุดในไข่ขาวถึง 75 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนในไข่ขาวทั้งหมด เป็นสาเหตุของก๊าซไข่เน่า (hydrogen sulfide)
- โอโวโคนัลบูมิน (ovoconalbumin) มี 3 เปอร์เซ็นต์ของไข่ขาว สลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน
- โอโวมิวคอยด์ (ovomucoid) พบ 13 เปอร์เซ็นต์ของไข่ขาว สลายตัวง่ายเมื่อถูกความร้อน
- โอโวกลอบูลิน (ovoglabulin) พบ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำให้ไข่ขาวเกิดฟอง (foaming agent)
- ไลโซไซม์ (lysozyme) ช่วยป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ทำลายไข่ ถูกทำลายได้ด้วยความร้อน
- โอโวมิวซิน (ovomucin) เป็นไกลโคโปรตีนทำให้ไข่ขาวมีลักษณะคล้ายวุ้น
- เอวิดิน (avidin) จะรวมตัวกับไบโอตินทำให้ร่างกายใช้ไบโอตินไม่ได้ แต่ถ้าทำให้สุกเอวิดินก็จะสลายตัวไป
- โอโวอินฮิบิเตอร์ (ovoinhibitor) มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้ง การทำงานของเอนไซม์ย่อยโปรตีน
- ฟลาโวโปรตีน (flavoprotein) รวมตัวอยู่กับวิตามินบี 2 หรือไรโบฟลาวิน เป็นแหล่งสะสมวิตามินบี 2 นอกจากนี้ในไข่ขาวยังพบคาร์โบไฮเดรต ไลโวฟลาวิน แร่ธาตุ และวิตามินอีกด้วย

2.1.2.3 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกไข่ เปลือกไข่จะรวมถึงเยื่อเปลือกไข่ด้วย องค์ประกอบทางเคมีในเปลือกไข่ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปรตีน มีอยู่น้อยมากส่วนมากจะอยู่ที่นวลไข่ เป็นสารประกอบพวกมิวซีนและคอลลาเจน ทำให้เปลือกไข่คงรูปร่างอยู่ได้ ในเยื่อหุ้มไข่จะพบสารประกอบพวก โอโวเคอราติน (ovokeratin)

- สารประกอบอินทรีย์ จะพบแคลเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมฟอสเฟต ไอโอดีน ตะกั่ว แมกนีเซียม และรงควัตถุอีกเล็กน้อย

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่

ส่วนของไข่	น้ำหนัก	ร้อยละ				
		น้ำ	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า
ไข่ทั้งฟอง	100	65.5	0.25	11.8	11.0	11.7
ไข่แดง	31	48.0	1.1	17.5	32.5	2.0
ไข่ขาว	58	87.6	6.5	11.0	0.2	0.8
เปลือกไข่	11	2.6	0.07	3.2	0.03	95.1
ไข่ไปรวมเปลือก	89	74.0	13.0	11.0	1.0	1.0

ที่มา: http://www.nsru.ac.th/e-learning/animals/lesson10_3.php

2.1.3 ขนาด รูปร่าง และสีของฟองไข่

ขนาดของฟองไข่จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น พันธุ์ อายุ อุณหภูมิ อาหารและน้ำ โรงเรือน สภาพการเลี้ยงดู โรค สารเคมี และลำดับของไข่ ในการไข่แต่ละชุดไก่ที่มีอายุน้อยจะให้ไข่ฟองเล็กเมื่อไก่มีอายุมากขึ้นไข่จะฟองโตขึ้น ไข่แต่ละชุดของการไข่นั้นไข่ฟองแรกจะมีขนาดใหญ่สุด อากาศร้อนไข่จะฟองเล็กเนื่องจากไก่กินอาหารน้อย ส่วนรูปร่างของฟองไข่นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

2.1.3.1 แรงบีบตัวของผนังท่อนำไข่ ถ้ามีแรงบีบมากฟองไข่จะมีรูปร่างรียาว

2.1.3.2 ขนาดของท่อนำไข่และปริมาณไข่ขาว ถ้าท่อนำไข่เล็กและมีปริมาณไข่ขาวมากไข่จะมีรูปร่างรียาว

2.1.3.3 พันธุกรรมของแม่ไก่

2.1.3.4 อายุของการไข่ ไข่สาวฟองไข่จะกลม ส่วนไก่อายุมากไข่จะฟองรีและยาว

2.1.3.5 สีของเปลือกไข่นั้นขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของแม่ไก่ ไก่แต่ละพันธุ์จะให้สีของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกไข่ที่แตกต่างกันออกไป

2.1.4 ความผิดปกติของฟองไข่ เกิดขึ้นได้หลายแบบดังนี้

2.1.4.1 ไข่แฝด (double yolked egg) เกิดจากการที่มีไข่แดงตกในท่อนำไข่ของแม่ไก่พร้อมกัน 2 ฟอง ท่อนำไข่ก็จะสร้างไข่ขาวออกมาหุ้มไข่แดงทั้ง 2 ฟองไว้ในฟองไข่เดียวกัน

2.1.4.2 ไข่มีจุดเลือด (blood sports) เกิดจากการที่เส้นเลือดฝอยที่ถุงหุ้มไข่ฉีกขาดทำให้มีเลือดซึมออกมาติดกับไข่แดง เมื่อผ่านขบวนการสร้างฟองไข่จึงทำให้เลือดติดมาด้วย

2.1.4.3 ไข่มีจุดเนื้อ (meat spots) เกิดขึ้นเมื่อขณะไข่ตกถุงหุ้มไข่เกิดการฉีกขาดหลุดมาพร้อมกับไข่แดง เมื่อผ่านขบวนการสร้างฟองไข่จึงเกิดจุดเนื้อขึ้นได้

2.1.4.4 ไข่ไม่มีไข่แดง (yolkless egg) เกิดจากมีสิ่งแปลกปลอมตกเข้าไปในท่อนำไข่ ท่อนำไข่จะสร้างไข่ขาวออกมาหุ้มโดยไม่มีไข่แดงซึ่งโดยทั่วไปจะมีขนาดฟองที่เล็กมาก

2.1.4.5 ไข่มีรอยย่นที่เปลือก (dented eggshell) เกิดจากการมีไข่ฟองแรกอยู่ในท่อนำไข่นานกว่าปกติจนทำให้ไข่ฟองหลังตามมาทันและชนกับไข่ฟองแรกจนเกิดรอยย่นขึ้นได้

2.1.4.6 ไข่เปลือกนิ่ม (soft shelled eggs) เกิดจากการขาดธาตุแคลเซียม หรือโรคบางอย่างทำให้ไม่มีการสร้างเปลือกไข่ที่มีความแข็งออกมาห่อหุ้มฟองไข่

2.1.5 คุณภาพและมาตรฐานของไข่

จุดมุ่งหมายของการตรวจสอบคุณภาพของไข่ก็เพื่อต้องการให้ได้ไข่ที่เป็นไปตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ทั้งเนื้อก็เพื่อให้การซื้อขายเป็นไปอย่างยุติธรรมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.5.1 ขนาดของไข่ โดยปกติการคัดไข่จะทำการคัดด้วยเครื่องคัดไข่ซึ่งทำให้ได้ไข่ที่มีน้ำหนักเท่ากันทุกขนาด ขนาดของไข่จะใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ดังนี้

1) มาตรฐานน้ำหนักไข่ของสหรัฐอเมริกาแบ่งได้ดังนี้

- ไข่ใหญ่พิเศษ น้ำหนัก 71.86 กรัม/ฟองขึ้นไป
- ไข่ใหญ่มาก น้ำหนัก 64.79 – 71.85 กรัม/ฟอง
- ไข่ใหญ่ น้ำหนัก 57.70 – 64.78 กรัม/ฟอง
- ไข่ขนาดกลาง น้ำหนัก 49.61 – 57.69 กรัม/ฟอง
- ไข่ขนาดเล็ก น้ำหนัก 42.51 – 49.60 กรัม/ฟอง
- ไข่ขนาดจิ๋ว น้ำหนัก 35.41 – 42.50 กรัม/ฟอง

2) มาตรฐานน้ำหนักไข่ของประเทศไทย แบ่งได้ดังนี้

- เบอร์ 0 น้ำหนัก 70 กรัม/ฟองขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เบอร์ 1 น้ำหนัก 65 – 70 กรัม/ฟอง
- เบอร์ 2 น้ำหนัก 60 – 65 กรัม/ฟอง
- เบอร์ 3 น้ำหนัก 55 – 60 กรัม/ฟอง
- เบอร์ 4 น้ำหนัก 50 – 55 กรัม/ฟอง
- เบอร์ 5 น้ำหนัก 45 – 50 กรัม/ฟอง
- เบอร์ 6 น้ำหนักน้อยกว่า 45 กรัม/ฟอง

2.1.5.2 คุณภาพของไข่ จะดูจากทั้งภายนอกและภายในฟองไข่เพื่อจะได้กำหนดราคาซื้อขายที่เหมาะสมและยุติธรรม โดยจะวัดคุณภาพไข่จากสิ่งต่อไปนี้

1) คุณภาพภายนอก คือ สิ่งที่มองเห็นได้ด้วยตา ได้แก่

- ลักษณะขนาด ได้แก่ ใหญ่พิเศษ ใหญ่มาก ใหญ่กลาง เล็ก เล็กมาก หรือจิ๋ว
- ลักษณะรูปทรง ได้แก่ สองข้างแหลม สองข้างป้าน รูปไข่ แหลมข้างเดียว กลม
- ลักษณะสี ได้แก่ ขาว หม่น กลาง สีเข้ม เข้มจัด
- ลักษณะเปลือก ได้แก่ หยาบ เกลี้ยง เป็นสันร่อง หรือ ริ้วรอย

2) การวิเคราะห์ทางเคมี เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบจำนวน โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ นอกจากนั้นความเป็นกรดด่างของไข่อาจเป็นเครื่องชี้บ่งคุณภาพไข่ด้วย เช่น ไข่เก่าเก็บคาร์บอนไดออกไซด์จากไข่มาก พีเอช (pH) ของไข่ก็จะค่อย ๆ เพิ่มจากเดิม 7 อาจถึง 9.5 ก็ได้ ตอนนี้ไข่ขาวจะเหลวเป็นน้ำ ต่อมาไข่ขาวจะเริ่มเสียเกิดกลิ่นแอมโมเนีย ไข่แดงมีกลิ่นกำมะถัน และกรดแล็กติกและเน่าเสียในที่สุด

3) การตรวจทางจุลินทรีย์ การตรวจทางจุลินทรีย์ทำได้โดยนำเอาไข่มาเพาะเลี้ยงในอาหารพิเศษ เพื่อตรวจหาชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ อาทิ แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ เชื้อโรคขี้ขาว วิธีตรวจจุลินทรีย์นี้จะใช้กับไข่แช่แข็งที่รวบรวมจากพวกไข่แตก ไข่เก่าเก็บต่าง ๆ ที่แยกเปลือกทิ้ง แล้วเอาแช่เย็นจนแข็ง เพื่อขายแก่โรงงานทำขนม ทำน้ำสลัดหรือเอาไปทำไข่ผง จำนวนจุลินทรีย์ต้องไม่เกิน 500,000 โคโลนีต่อไข่แดงและไข่ขาวปนกัน 1 กรัม และต้องไม่มีเชื้อโรคที่ทำให้ท้องร่วง (coliform bacteria) หรือมีก็ต้องต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 การถนอมรักษาไข่

เนื่องจากไม่สามารถเก็บไข่เพื่อให้ไข่มีคุณค่าที่ดีกว่าเดิมได้ แต่สามารถเก็บไข่เพื่อให้คงไว้ซึ่งคุณภาพเดิมของไข่เท่าที่ทำได้ การเก็บไข่ได้ให้ถูกวิธีจะช่วยให้มีไข่บริโภคในราคาที่ใกล้เคียงกันตลอดทั้งปี สำหรับการเก็บไข่ระหว่างรอขาย ต้องเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิไข่จะแข็งตัวที่อุณหภูมิ -2 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงต้องปรับให้ห้องเย็นมีอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิเยือกแข็งเล็กน้อยเพื่อไม่ให้ไข่เย็นจัดจนแข็ง และต้องป้องกันการสูญเสียน้ำโดยการปรับความชื้นของห้องให้สูง ให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง -1.7 ถึง -0.6 องศาเซลเซียส วิธีนี้อาจจะมีไข่เสียบ้าง แต่ก็เป็นไปอย่างช้า ๆ เพื่อยืดระยะเวลาการเก็บไข่ ก่อนเก็บต้องจุ่มไข่ลงในน้ำมันแร่ซึ่งไม่มีกลิ่นและสีใด ๆ ให้น้ำมัน เคลือบเป็นผิวบาง ๆ ที่เปลือกไข่ จะช่วยป้องกันให้น้ำและก๊าซคาร์บอนได ออกไซด์ ระเหยออกจากไข่ หรืออาจจะจุ่มไข่ลงในน้ำหรือน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที ความร้อนขณะนี้ทำให้ไข่ขาวข้นคงตัว ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีในไข่ และทำลายตัวอ่อนในไข่ที่มีเชื้อ แต่วิธีนี้จำทำให้ไข่แดงติดเปลือกไข่ และต้องใช้เวลาในการตีไข่ขาวให้ฟูนานขึ้น ส่วนวิธีการถนอมรักษาไข่วิธีอื่น ๆ มีดังนี้(เข้าถึงได้จาก :http://www.thaigood view.com/library/ studentshow/st2545/4-5/no12/eggpic.html)

2.1.6.1 การแช่แข็งไข่

มักจะใช้วิธีนี้กับไข่ที่ เปลือกร้าว เปลือกสกปรก รูปร่างไม่ดี ฟองเล็ก อาจทำไข่แช่แข็งทั้งฟอง หรือเฉพาะไข่ขาวหรือไข่แดงเท่านั้น ไข่ขาวแช่แข็งได้โดยไม่ต้องเติมอะไร ส่วนไข่แดงก่อนแช่แข็งควรเติมน้ำตาล เกลือ หรือกลีเซอรีน ลงไปเล็กน้อย เพื่อให้ไข่แดงละลายได้ดีโดยไม่เป็นก้อนหรือเป็นยางเหนียว ไข่แช่แข็งอาจมีเชื้อซาลโมเนลลาเหลืออยู่ ต้องระมัดระวังในเรื่องของความสะอาด ถ้าหากเปลือกไข่สกปรกก็ควรล้างก่อนต่อยไข่ออกจากเปลือก ตรวจลักษณะสี กลิ่น ก่อนตีไข่รวมกัน สำหรับความปลอดภัย ควรฆ่าเชื้อซาลโมเนลลาที่อาจเจือปนในไข่โดยให้ผ่านความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที

2.1.6.2 การทำไข่ผง

ขั้นแรกให้ตีไข่เข้าด้วยกัน นำไปผ่านความร้อนฆ่าเชื้อ ต่อมาใช้แรงดันให้ไข่ผ่านรูเล็ก ๆพ่นเป็นฝอยลงไปในถังใหญ่ซึ่งมีลมร้อนประมาณ 121 ถึง 149 องศาเซลเซียส น้ำในไข่จะระเหยไปทันทีไข่จะแห้งเป็นผงตกลงสู่พื้นล่างของถัง ในไข่ผงอาจมีแบคทีเรียซาลโมเนลลาเหลืออยู่ ก่อนทางจึงควรทำให้สุกก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.3 การทำไข่เค็ม

มีตำราและแหล่งอ้างอิงหลายแหล่งได้กล่าวถึงวิธีการทำไข่เค็มซึ่งได้มีการกล่าวถึงอัตราส่วนผสมแตกต่างกันไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การทำไข่เค็มพอก ส่วนผสมคือเกลือป่นกับดินเหนียวที่ค่อนข้างเหลว ผสมกันในอัตราส่วน 1:3 และแกลบหรือขี้เถ้า โดยผสมส่วนผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 1-2 คืน เพื่อให้เกลือป่นละลายเข้ากับดินได้อย่างทั่งถึงและเพื่อให้ดินหมาดพอปั้นได้ ไข่ที่นำมาทำควรเป็นไข่ใหม่ ถ้าสกปรกควรล้างแล้วตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำดินที่เตรียมมาแผ่ ขนาด ¼ นิ้ว พอกโดยคลึงเบา ๆ บนฝ่ามือให้ดินสมำเสมอกัน นำไข่ที่พอกคลุกในแกลบหรือขี้เถ้าให้ทั่วเพื่อป้องกันการติดกันขณะเก็บ จากนั้นเก็บใส่ในถังไม้ โอ่งดิน หรือกระถาง ระวังอย่าให้ถูกแสงแดด เก็บไว้นาน 15-20 วัน นำมาล้างดินออก นำไปต้มหรือทอดเพื่อรับประทานได้

2) การทำไข่เค็มโดยการดอง ส่วนผสมคือเกลือกับน้ำ อัตราส่วนคือ 1: 4 โดยต้มเกลือในน้ำจนละลายและเดือด นำไปกรองแล้วปล่อยให้เย็นก่อนแล้วจึงเทลงไปในไข่ที่ล้างแล้วดองไว้ในหม้อหรือโอ่ง และใช้ไม้ไผ่สานขัดกันให้ไข่จมอยู่ในน้ำเกลือตลอด ถ้าน้ำหนักไม่พอต้องหาหินหรือของหนักทับข้างบนให้ไข่จมน้ำ ดองไข่เป็นเวลา 15-20 วัน หลังจากเสร็จสิ้นระยะการดองจะนำไข่ไปต้มหรือทอดเพื่อรับประทานก็ได้

2.2 เกลือของโลหะที่ให้รสเค็ม

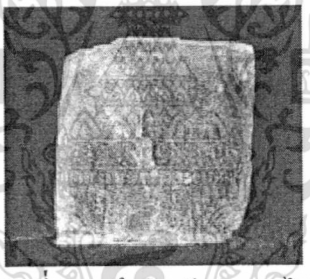
เกลือของโลหะที่ให้รสเค็มที่มนุษย์คุ้นเคยและให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด ได้แก่ เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และเกลือลิเธียมคลอไรด์(LiCl) จากโครงสร้างทางเคมีของเกลือ พบว่าส่วนของไอออนบวก (cations) จะให้ความรู้สึกของรสเค็มในขณะที่ไอออนลบ (anions) จะขัดขวางหรือบดบังการรับรสเค็มของไอออนบวกบนลิ้นของคนเรา โซเดียมและลิเธียมจะให้เฉพาะรสเค็มเท่านั้น แต่โพแทสเซียมและไอออนบวกของโลหะอื่น ๆ จะให้ทั้งรสเค็มและขมปนกัน สำหรับกรณีของไอออนลบนั้นพบว่า คลอไรด์ไอออนมีผลในการบดบังรสเค็มของไอออนบวกน้อยที่สุด และไม่ให้รสชาติใด ๆ สำหรับไอออนลบที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้นนอกจากจะบดบังรสเค็มของไอออนบวกได้ดีแล้วยังให้กลิ่นรสแปลกปลอมอื่น ๆ อีกด้วย สำหรับกลไกการรับรสเค็มบนลิ้นของคนเรานั้น สามารถอธิบายด้วยโมเดลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแรงกระทำ (interaction) ระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนของไอออนบวก-ไอออนลบที่มีน้ำล้อมรอบ (hydrated cation-anion) กับบริเวณรับรส (receptor site) ชนิด AH/B (Lindsay,1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เกลือโซเดียมคลอไรด์

2.3.1 ความหมายของเกลือโซเดียมคลอไรด์

เกลือ หมายถึง เกลือที่ใช้ในการปรุงอาหาร (cooking salt หรือ table salt) ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า Sodium chloride (NaCl) เกลือบริสุทธิ์จะมีลักษณะสีขาว ผลึกรูปร่างไม่คงที่แต่จัดว่าเป็นแบบลูกบาศก์ (Cubic system) เกลือมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น (Hygroscopic) และจะมีคุณสมบัตินี้มากขึ้น ถ้าเกลือนั้นไม่บริสุทธิ์ (เข้าถึงได้จาก http://www.nfi.or.th/nfi/salt) โซเดียม-คลอไรด์ (Sodium chloride, สูตรเคมี : NaCl) มีชื่อที่เรียกทั่วไปคือ เกลือแกงหรือเกลือโต๊ะ หรือ ฮาไลต์ เป็นสารประกอบเคมี โซเดียมคลอไรด์เป็นเกลือที่มีบทบาทต่อความเค็มของทะเลและมหาสมุทร และของเหลวนอกเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นส่วนประกอบหลักในเกลือที่กินได้ เป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในการเป็นเกลือปรุงรส และใช้ในการถนอมอาหาร ลักษณะผลึกโซเดียมคลอไรด์ดังแสดงในภาพที่ 2.2 (เข้าถึงได้จาก http://th.wikipedia.org/wiki/sodiumchloride)



ภาพที่2.2 ผลึกโซเดียมคลอไรด์

ที่มา : http://th.wikipedia.org/wiki/sodiumchloride (15/8/2007)

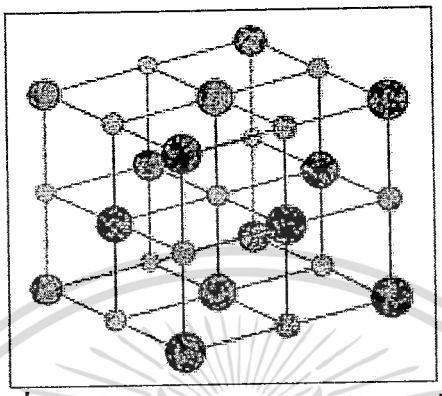
2.3.2 โครงสร้างผลึกของเกลือโซเดียมคลอไรด์

โครงสร้างผลึกของโซเดียมคลอไรด์แต่ละอะตอมมี 6 อะตอมที่อยู่ใกล้สุด โดยการจัดเรียงแบบเรขาคณิตแบบออกต้าฮีดรัล การจัดเรียงกันแบบนี้เรียกว่า คิวบิก โคลส แพคก์ (ccp-cubic close packed) ดังแสดงในภาพที่ 2.3 โมเลกุลสีน้ำเงินอ่อนคือ Na^+ และโมเลกุลสีเขียวเข้มคือ Cl^-

โซเดียมคลอไรด์จะเกิดผลึกแบบคิวบิกสมมาตร ในโครงสร้างเหล่านี้ไอออนคลอไรด์ซึ่งมีขนาดใหญ่จะถูกจัดเรียงในคิวบิก โคลส-แพคกิ่ง ในขณะที่โซเดียมไอออนซึ่งมีขนาดเล็กกว่าจะถูกบรรจุในช่องว่าง ออกต้าฮีดรัล (octahedral) แต่ละไอออนจะถูกแวดล้วมด้วยไอออนชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 ไอออน เป็นโครงสร้างพื้นฐานเดียวกันกับที่พบในแร่อื่นหลายชนิดและรู้จักกันในชื่อ โครงสร้างฮาไลต์ (เข้าถึงได้จาก http://th.wikipedia.org/wiki/sodiumchloride)



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างผลึกของโซเดียมคลอไรด์

ที่มา: http://th.wikipedia.org/wiki/sodiumchloride (15/8/2007)

2.3.3 แหล่งที่มาของเกลือโซเดียมคลอไรด์

เกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ผลิตมาจากแหล่งที่ต่างกันและจะมีสารปนเปื้อน (Impurities) แตกต่างกันดังนั้นอาจส่งผลต่อคุณภาพของอาหารต่างกันด้วย โดยเกลือมีแหล่งที่มาดังนี้

2.3.3.1 เกลือสมุทร (Solar Salt) การทำนาเกลือตามแถบชายฝั่งติดทะเลนั้นจะทำโดยการปล่อยให้น้ำทะล ไหลเข้านาแล้วกักไว้ ปล่อยให้แสงแดดระเหยน้ำจนความเข้มข้นได้ที่ เกลือก็จะตกผลึกลงมาโดยเกลือที่ได้เรียกว่าเกลือสมุทร

2.3.3.2 เกลือสินเธาว์ (Rock Salt) เป็นการทำเหมืองเกลือจากผลึกเกลือที่จับตัวเป็นก้อนเกลือขนาดใหญ่ตามธรรมชาติที่เรียกว่า ส่าดิน การสกัดผลึกเกลือจากส่าดิน ทำโดยใช้น้ำละลายออกมาหรือสกัดเป็นรูปหินและเกลือก็ได้ เกลือนี้มีมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่มีข้อเสียคือขาดธาตุไอโอดีน

2.3.3.3 Salt Lakes เป็นลักษณะของทะเลสาบหรือบางส่วนของน้ำทะเลที่ถูกปิดกั้นทางไว้ และแสงแดดระเหยน้ำไปเรื่อย ๆ จนความเข้มข้นของเกลือสูง หรือมีเกลือสินเธาว์อยู่สูงตามแถบนั้น และเกิดการชะล้างออกมาในแหล่งน้ำจนความเข้มข้นเกลือสูง และน้ำนี้จะถูกสูบไปสกัดเกลือโดยการระเหยน้ำออก

2.3.3.4 Brine Wells ภายใต้พื้นดินบางส่วนจะมีชั้นของเกลือสินเธาว์ที่เกาะกัน และฝังตัวอยู่ซึ่งการนำมาใช้สามารถทำได้โดยการใช้น้ำลงไปละลายแล้วสูบขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลือที่ได้มาจากหัวข้อต่าง ๆ ข้างต้นนี้ยังเป็นเกลือดิบ (crude salt) กล่าวคือ ในผลึกเกลือยังมีสิ่งเจือปนอยู่ ในอุตสาหกรรมอาหารนั้นสิ่งที่เจือปนในเกลือนั้นจะมีผลต่อคุณภาพของอาหารด้วย เช่น มีไอออนของแคลเซียมหรือไอออนของแมกนีเซียมปนอยู่ในเกลือที่ใช้ทำอาหารประเภทผัก โดยเฉพาะผักใบอ่อน จะมีผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสของผัก คือ เกิดส่วนแข็ง (hardness) ในบางส่วนของอาหาร หรือถ้ามีไอออนของเฟอรัสหรือคอปเปอร์ปนอยู่ในเกลือมากจะทำให้เกิดการหืนของอาหารได้ง่าย ดังนั้นในการนำเกลือมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารนั้นจึงมีการนำเกลือมาทำบริสุทธิ์ก่อน (เข้าถึงได้จาก http://www. nfi.or.th/nfi/salt)

2.3.4 การใช้เกลือในอุตสาหกรรมอาหาร

และการใช้เกลือในอุตสาหกรรมอาหารมีดังนี้(เข้าถึงได้จากhttp://www.nfi.or.th/nfi/salt)

1) เป็นสารเพิ่มรส (flavouring agent) เกลือเป็นสารทำให้เกิดรสเค็มในอาหาร รสเค็มนี้จะสามารถไปลดความเปรี้ยวให้น้อยลงและเพิ่มรสหวานให้มากขึ้น

2) อุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ การทำเนื้อเค็ม ทำได้โดยการแช่เนื้อสัตว์กับน้ำเกลือ ซึ่งความเค็มจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการแช่เนื้อระหว่างที่มีการตากแห้งหรืออบปฏิกิริยาการสลายตัวโดยเอนไซม์มีไม่มากนักทำให้การเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ภายหลังการตากแห้งจึงมีไม่มาก

3) ผลิตภัณฑ์จากปลา

- การทำน้ำปลา ทำได้จากการหมักปลากับเกลือ โดยในการทำน้ำปลานั้นต้องให้ความเข้มข้นของเกลือมากพอที่จะชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ ถ้าใช้น้อยเกินไปจะทำให้จุลินทรีย์หลายชนิดรวมทั้งชนิดที่ไม่ต้องการสามารถเจริญได้ ทำให้ปลาเกิดการเน่าเสีย และในขณะที่เกลือยังแทรกซึมเข้าไปไม่หมด สภาวะสมดุลยังไม่เกิดขึ้น เอนไซม์ในตัวปลาหรือจุลินทรีย์ในตัวปลาจะย่อยโปรตีน เมื่อเกิดการออสโมซิส (osmosis) เรียบร้อย น้ำในปลาละลายโปรตีนออกมา การหมักกใช้เวลานาน ๆ เพื่อที่จะให้มีการแตกตัวของสารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยเฉพาะกรดอะมิโนตามขบวนการชีวเคมีซึ่งกลิ่นของน้ำปลาก็เกิดจากการสลายของโปรตีนในเนื้อปลา

- ปลาร้า หลักการคือการทำให้เกิดการสลายตัวของโปรตีนในเนื้อปลา โดยจุลินทรีย์และเอนไซม์ในตัวปลา ในการทำปลาร้าเริ่มจากการใช้ปลาที่สะอาดเคล้ากับเกลือแล้วหมักในภาชนะที่ให้ปลาจมอยู่ในน้ำเกลือ 1 วัน แล้วนำปลาที่ได้มาอัดลงไหให้แน่น เพื่อให้น้ำออกมาจากตัวปลาถ้าน้ำไม่ท่วมก็ให้นำน้ำเกลือเก่าเติมลงไป ทิ้งไว้ 3 เดือน จะได้กลิ่นรสจากการแตกตัวของโปรตีนและเนื้อปลาจะนิ่ม อาจเติมข้าวคั่ว เพื่อให้กลิ่นรสดีขึ้น หลังจากคลุกข้าวคั่วแล้วต้องเติมน้ำเกลือลงไปอีก จากนั้นหมักต่ออีก 2 เดือนก็จะได้ปลาร้า

- ปลาเจ่า เป็นการหมักปลาเช่นเดียวกับปลาร้า แต่จะมีรสชาติต่างไป เนื่องจากมีการหมักจากแบคทีเรียแลคติก (lactic acid bacteria) และยีสต์ ขั้นตอนการทำเริ่มจากการนำปลาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะอาดมาหมักกับเกลือ แล้วอัดใส่ไหไว้ 3 วัน จากนั้นนำปลามาตากแดดให้แห้งหมาด ๆ แล้วคลุกกับดินประสิว และข้าวหมาก แล้วนำไปอัดใส่ไหให้แน่นปิดฝาทิ้งไว้ 15 วันจะได้ปลาเจ่านำมารับประทานได้

- ปลาจ่อม (ปลาส้ม) วิธีการทำจะใช้หลักการหมักโดยแบคทีเรียแลคติกมากกว่าปลาเจ่า โดยการนำปลามาคลุกกับเกลือแล้วหมักไว้โดยให้น้ำเกลือคลุกปลา 2 วัน แล้วนำมาคลุกกับข้าวสุก ปิดฝาทิ้งไว้ 3 วัน ก็จะได้ปลาจ่อมที่มีรสเปรี้ยวน่ารับประทาน (รสเปรี้ยวที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ได้มาจากการเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรทของข้าวสุกเป็นกรดแลคติก)

- ปลาเค็ม ทำได้โดยการนำปลาที่ขอดเกล็ดตัดหัวและควักไส้แล้วไปแช่ในน้ำเกลือประมาณ 30 นาที เลือดในตัวปลาจะละลายออกมา แล้วนำไปดองในน้ำเกลืออิ่มตัว 30 นาทีนำมาล้างน้ำแล้วตากแดดจนแห้ง

4) ผลิตภัณฑ์ไข่เค็ม เป็นการถนอมอาหารโดยใช้ความเค็ม ทำโดยการแช่ไว้ในน้ำเกลืออิ่มตัวประมาณ20วันโดยให้ไข่จมอยู่ใต้น้ำเกลือตลอดแล้วนำมาต้ม

5) อุตสาหกรรมผักและผลไม้ การใช้เกลือในอุตสาหกรรมผักและผลไม้นั้นส่วนใหญ่จะใช้เพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์หมักดอง ซึ่งจุดประสงค์ในการหมักดองกับเกลือนั้นคือ รสเค็ม นอกจาก นั้นทำให้อาหารนั้นเก็บได้นาน และเกิดรสเปรี้ยวโดยการที่เชื้อแบคทีเรียแลคติก ใช้องค์ประกอบส่วนใหญ่ในผักและผลไม้ คือ คาร์โบไฮเดรทแล้วสร้างกรดแลคติค ซึ่งในการหมักดองนั้น ถ้านำอาหารนั้นไปแช่ในน้ำเกลือที่ความเข้มข้นประมาณ 4-8 % เชื้อแบคทีเรียแลคติกก็จะเจริญได้ ในขณะที่เชื้อจุลินทรีย์อื่นรวมทั้งจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการไม่สามารถเจริญได้ แต่ถ้าต้องการให้อาหารมีรสเค็มอย่างเดียวและคงรูปได้นาน ก็ต้องใช้เกลือที่มีความเข้มข้นสูงกว่า 16 % ขึ้นไป แต่กรณีที่ต้องการทั้งรสเปรี้ยว เค็ม และรักษาไว้ได้นาน ก็จะทำได้โดยทำให้อาหารเกิดรสเปรี้ยวก่อนแล้วจึงเพิ่มความเข้มข้นเกลือขึ้นทุกสัปดาห์จนมากกว่า 16 %

- ผักเค็ม เช่น หัวผักกาดเค็ม (หัวไช้โป๊) เป็นอาหารชนิดที่ต้องการความเค็มอย่างเดียว ซึ่งทำได้โดยนำมาดองกับเกลือที่เข้มข้นไม่มากแต่ต้องค่อย ๆ ตากให้แห้ง ซึ่งเป็นผลทำให้ความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้น เมื่อแห้งได้ที่แล้วความเข้มข้นเกลือ และน้ำในอาหารที่เหลือจะเพียงพอต่อการถนอมอาหารนั้นๆ

- ผักกาดดอง ได้มาจากการดองเปรี้ยวโดยเชื้อ lactic acid bacteria โดยการใช้เกลือในปริมาณที่พอเหมาะกับการเจริญของเชื้อดังกล่าว และเพื่อให้การหมักเกิดกรดดีและป้องกันการเจริญของเชื้อที่ไม่ต้องการควรปิดฝาภาชนะที่ใช้หมักในการหมักมีการเติมน้ำข้าว ข้าวสุกหรือน้ำตาลลงไปเพื่อเพิ่มรสชาติและเป็นแหล่งอาหารให้จุลินทรีย์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผักกระป๋อง ในอุตสาหกรรมผักบรรจุกระป๋องนิยมใช้น้ำเกลือในการบรรจุ ซึ่งปริมาณเกลือที่ใช้นั้นจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของผักนอกจากจะมีการใช้เกลือในการทำผลิตภัณฑ์ผัก ผลไม้ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว เรายังสามารถใช้เกลือเพื่อป้องกันการเกิด hardness ได้อีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก ถ้าน้ำที่เรานำมาใช้ในการลวกพวกถั่วต่าง ๆ มีความกระด้าง (มีแมกนิเซียมปนอยู่) จะทำให้ถั่วเกิด hardness ได้ซึ่งเราสามารถป้องกันปัญหานี้โดยการใช้น้ำเกลือในการลวกผัก แต่วิธีการนี้จะเกิดปัญหาได้คือ ควบคุมความเข้มข้นของเกลือได้ยาก ความเค็มที่แทรกซึมเข้าไปในอาหารและการสึกกร่อนของเครื่องมือ นอกจากจะใช้น้ำเกลือในการลวกผักแล้วยังมีการใช้น้ำเกลือในการแช่อาหารก่อนการแปรรูปเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

6) อุตสาหกรรมห้องเย็น มีการใช้เกลือในอุตสาหกรรมทำน้ำแข็งมาเป็นเวลานาน เพื่อเป็น secondary heat transfer media เนื่องจากเมื่อเกลือละลายน้ำ สารละลายจะมีจุดแข็งตัวลดลงต่ำกว่า 0° ซ (หรือ 32° ฟ) ความเข้มข้นของน้ำเกลือสูงสุดที่สามารถใช้ได้คือประมาณ 88° Salometer ถ้าเข้มข้นกว่านี้เกลือจะจับกับน้ำบางส่วนและแข็งตัวได้ในอุณหภูมิสูงกว่านี้ ดังนั้นเราจะใช้น้ำเกลือในกรณีที่ต้องการแช่เย็นที่ระดับ 25-50° ฟ ถ้าต้องการอุณหภูมิต่ำกว่านี้ ควรใช้เกลือตัวอื่นเช่นเกลือแคลเซียมคลอไรด์

2.3.5 บทบาทและหน้าที่ของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

เกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์ อยู่ในรูปเกลือแกงหรือเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งแต่เดิมมนุษย์ใช้เกลือเพื่อเป็นตัวป้องกันการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ของเนื้อสัตว์เมื่อหมักในสภาพห้องธรรมดา ดังนั้น การใช้เกลือในการหมักเนื้อจึงใช้ที่ความเข้มข้นสูง โดยปกติต้องใช้มีเกลือในผลิตภัณฑ์อย่างน้อยร้อยละ 6 ทำให้เนื้อมีรสชาติเค็มจัด และลักษณะของผลิตภัณฑ์แห้ง มีผิวหน้าเหี่ยวย่น มองดูไม่น่ารับประทาน แต่ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามามีบทบาทต่อการถนอมรักษาเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นปริมาณการใช้เกลือจึงลดลงเพื่อให้รสชาติดีขึ้น ดังเช่นปริมาณเกลือที่เป็นที่ยอมรับกันในกลุ่มผู้บริโภค สำหรับแฮมควรมีเกลืออยู่ประมาณร้อยละ 3 และเบคอนควรมีเกลืออยู่ประมาณร้อยละ 2 เกลือที่เหมาะสมในการใช้หมักเนื้อสัตว์ควรเป็นเกลือที่สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว โลหะหนัก เช่น ทองแดง ถ้ามีอยู่ในเกลือที่ใช้หมักเนื้อจะมีผลเร่งปฏิกิริยาการหืนของไขมัน นอกจากนี้เกลือที่เติมไอโอดีนไม่เหมาะที่จะใช้ในการหมักเนื้อซึ่งใช้ร่วมกับไนเตรทเนื่องจากไอโอดีนจะเป็นตัวยั้บยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ช่วยเร่งการเปลี่ยนสารไนเตรทให้เป็นไนไตรท์ได้ เป็นผลให้มีสารไนเตรทตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์มาก โดยสรุปบทบาทและหน้าที่ของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ดังนี้ (เข้าถึงได้จาก http://coursewares.mju.ac.th/ft470/ct/ct_0605.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เกลือมีผลต่อการลดน้ำในผลิตภัณฑ์และทำให้แรงดันออสโมติค (osmotic pressure) ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ค่า water activity ลดลง จึงมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันการเน่าเสีย

2. เกลือทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มจัด รสไม่นุ่มนวล และสีของเนื้อแดง (lean meat) มีสีดำ ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์เหี่ยวย่น ไม่เป็นที่พึงปรารถนาต่อผู้บริโภค

3. น้ำเกลือช่วยลดการแพร่หรือการแทรกซึมของออกซิเจน ดังนั้น ออกซิเจนจะซึมลงไปในสารละลายได้น้อยลง จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนจะเจริญเติบโตได้ยาก และสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้

4. เกลือเป็นตัวทำละลายเอนไซม์บางชนิดของจุลินทรีย์ สามารถทำให้โปรตีนบางตัวเกิดการเสื่อมสภาพและเสียคุณสมบัติด้านหน้าที่ไปเนื่องจากกระบวนการ salting out มีผลให้จุลินทรีย์บางชนิดหยุดการเจริญเติบโต

5. เกลือช่วยในการเกิดเจลในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เนื่องจากการละลายของเส้นใยโปรตีน (ธนกร, 2549)

2.3.6 มาตรฐานของเกลือ

มาตรฐานของเกลือตามพระราชบัญญัติอาหารของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า "อย." นั้นแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามวัตถุประสงค์การ ใช้งาน กล่าวคือ หากเป็นเกลือแกงที่ใช้ปรุงหรือแต่งรสอาหารและบรรจุอยู่ในภาชนะพร้อมจำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค จะจัดเป็นเกลือบริโภคตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 153 (พ.ศ.2537) ซึ่งต้องมีไอโอดีนไม่น้อยกว่า 30 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม และต้องแสดงฉลากให้ถูกต้องตามกำหนดในประกาศกระทรวงฯ โดยไม่ต้องส่งมอบฉลากใช้ อย. พิจารณาอนุมัติ แต่ถ้าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้ในทางอุตสาหกรรมอาหารจะจัดเป็นอาหารควบคุมเฉพาะประเภทวัตถุเจือปนอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 (พ.ศ.2527) (เข้าถึงได้จาก http://www. nfi .or.th/nfi/salt)

2.3.7 ผลของเกลือต่อสุขภาพ

การบริโภคเกลือในปริมาณมากจะส่งผลสียต่อสุขภาพได้ โดยเกลือจะมีผลโดยตรงต่อระบบความดันโลหิต ซึ่งจะมีผลในการเพิ่มความดันโลหิตให้สูงมากขึ้น ผู้ป่วยความดันโลหิตสูงระยะเริ่มแรก ส่วนใหญ่จะไม่มีอาการ อาจตรวจพบโดยการตรวจเช็คสุขภาพประจำปี หรือเจ็บป่วยด้วยโรคอื่น แล้วแพทย์วัดความดันของเลือดพบว่าผิดปกติ สำหรับที่รายมีอาการจะมีอาการมึนงง ตาพร่ามัว ปวดศรีษะตรงท้ายทอย มักจะปวดตอนตื่นนอน เหนื่อยง่าย แน่นหน้าอก นอนไม่หลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อ่อนเพลีย บางรายเลือดกำเดาออกบ่อยๆ อาการดังกล่าว อาจเกิดจากโรคอื่นได้อีกหลายโรค และที่สำคัญที่สุดความดันโลหิตสูง บางรายอาจไม่มีอาการใดเลยก็ได้ นอกจากตรวจวัดด้วยเครื่องมือแพทย์จึงจะทราบ ฉะนั้น ถ้าในคนที่สงสัยว่าเป็นโรคนี้ หรือมีอายุเกิน 35 ปี ควรตรวจวัดความดันโลหิต อย่างน้อยปีละ 1-2 ครั้ง (เข้าถึงได้จาก http://www.yourhealthyguide.com/article/ah-hyper tension-symptom.html) และจากการที่ความดันโลหิตสูงมากขึ้นจะเป็นการเพิ่มปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอื่น ๆ ตามมาอีกหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นโรคไต โรคหัวใจ หรือแม้กระทั่งเส้นเลือดในสมองแตกได้ ซึ่งหากผู้บริโภคควบคุมการบริโภคเกลือในระดับที่เหมาะสมหรือลดปริมาณที่บริโภคอยู่เป็นประจำลงไป จะทำให้ช่วยลดปัจจัยเสี่ยงต่ออันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับสุขภาพได้ รวมทั้งในกรณีของผู้บริโภคนั้นมีความดันโลหิตสูงอยู่แล้วการควบคุมอาหารโดยการลดเกลือก็จะเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดความดันโลหิต ซึ่งจะช่วยลดภาวะอันตรายและอัตราการตายได้ (อุไร, 2542)

2.3.8 แนวทางการลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์อาหาร

วิธีการลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์อาหาร มี 4 แนวทาง (Desmond, 2006) ได้แก่ การใช้เกลือผสมแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ การใช้สารปรุงแต่งกลิ่นรสเค็มและสารบดบังกลิ่นรสอื่นที่ไม่ต้องการ การเลือกใช้เกลือในรูปแบบที่เหมาะสม และการเลือกใช้กระบวนการแปรรูปเพื่อเพิ่มลักษณะที่ดี

2.3.8.1 การใช้เกลือผสมแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยเกลือผสมที่นิยมใช้จะอยู่ในรูปของน้ำเกลือผสมระหว่างโซเดียมคลอไรด์กับโปแตสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วนที่มีโปแตสเซียมคลอไรด์สูงสุดได้ไม่เกินร้อยละ 50 ถ้าใช้ในปริมาณมากกว่านี้จะส่งผลต่อกลิ่นรสเฝื่อนขมในผลิตภัณฑ์อาหาร การใช้โปแตสเซียมคลอไรด์สามารถช่วยลดปริมาณการใช้โซเดียมคลอไรด์ได้ในระดับหนึ่ง เพราะเกลือผสมช่วยเพิ่มรสชาติมากกว่าการใช้โซเดียมคลอไรด์เพียงชนิดเดียว

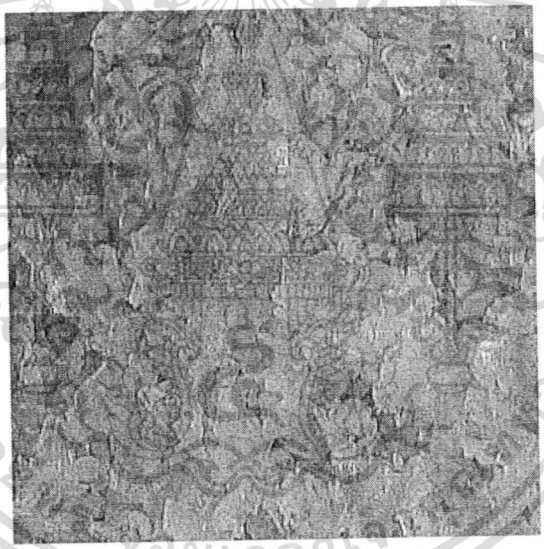
2.3.8.2 การใช้สารปรุงแต่งกลิ่นรสเค็มและสารบดบังกลิ่นรสอื่นที่ไม่ต้องการ วิธีการนี้สามารถลดปริมาณการใช้โซเดียมคลอไรด์ได้สูงสุดถึงร้อยละ 40-75 สารดังกล่าวได้แก่ yeast extracts, lactates, monosodium glutamate (MSG), mycoscent เป็นต้น โดยสารจำพวกนี้จะมีสมบัติในการกระตุ้นต่อมรับรสที่บริเวณปากและลำคอทำให้ระบบประสาทรับรสสามารถรับรสได้ชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถบดบังกลิ่นรสไม่ดีจากการใช้เกลือโปแตสเซียมคลอไรด์ จึงสามารถลดปริมาณการใช้โซเดียมคลอไรด์ได้ในระดับหนึ่ง

2.3.8.3 การเลือกใช้เกลือในรูปแบบที่เหมาะสม รูปร่างโครงผลึกของเกลือที่ต่างกันได้แก่ เกลือที่มีผลึกเป็นแผ่น (flake salt) แสดงดังภาพที่ 2.4 และเกลือที่มีผลึกเป็นเม็ด (granular salt) เป็นต้น จะมีความสามารถแสดงสมบัติด้านหน้าที่เชิงฟิสิกส์ต่างกัน โดยพบว่ารูปแบบของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

115629

เกลือที่เหมาะสมจะส่งผลโดยตรงต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเกลือ เกี่ยวข้องกับการละลายของเกลือและเส้นใยโปรตีน การเพิ่มรสชาติในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยสูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อยกว่าการใช้เกลือปกติ จึงสามารถใช้หลักการดังกล่าวลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ ตัวอย่างคุณสมบัติที่เหมาะสม เช่น เกลือที่มีผลึกเป็นแผ่น (flake salt) จะละลายได้รวดเร็วและดีกว่าเกลือที่มีผลึกเป็นเม็ด (granular salt) ทำให้ได้รสชาติมากกว่า อีกทั้งเกลือที่มีผลึกเป็นแผ่น (flake salt) ยังช่วยให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์สูงขึ้น และช่วยให้ลักษณะของไขมันของผลิตภัณฑ์ดีกว่าการใช้เกลือที่มีผลึกเป็นเม็ด (granular salt)



ภาพที่ 2.4 ลักษณะของเกลือที่มีผลึกเป็นแผ่น (flake salt)

ที่มา: http://th.wikipedia.org/wiki/sodiumchloride (18/09/2007)

2.3.8.4 การเลือกใช้กระบวนการแปรรูปเพื่อเพิ่มลักษณะที่ดี แนวทางการเลือกใช้กระบวนการแปรรูปวิธีต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละผลิตภัณฑ์ นิยมใช้ร่วมกับวิธีการลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์วิธีอื่นหลาย ๆ แนวทาง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดปริมาณการใช้เกลือโดยจะให้ความสำคัญกับลักษณะโครงสร้างของเนื้อสัตว์เองและกระบวนการผลิตที่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มคุณสมบัติด้านหน้าที่ของเนื้อสัตว์เพื่อลดปริมาณการใช้เกลือ เช่น ลักษณะของเนื้อสัตว์ในระยะ pre-rigor ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีแรงดันสูง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

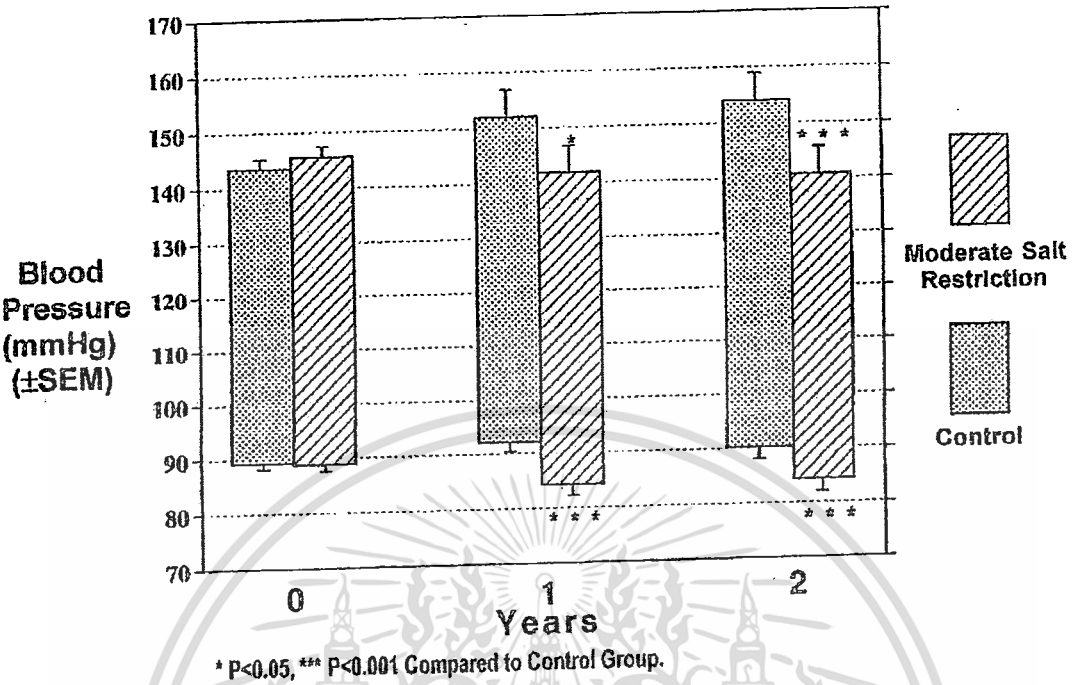
2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของเกลือโซเดียมต่อภาวะความดันโลหิตสูง

Haddy และคณะ (2006) ได้มีการศึกษาและรายงานว่าโรคความดันโลหิตสูงจัดเป็นโรคเรื้อรังในประเทศสหรัฐอเมริกา และเมื่อไม่ได้รับการรักษาแล้วจะเป็นผลทำให้เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตได้จากโรคอื่นๆที่เกิดขึ้นตามมา ในปัจจุบันนี้ได้มีวิธีการรักษาโรคความดันโลหิตสูงได้หลายแนว ทาง และวิธีหนึ่งในการรักษาที่ได้ผลดีคือการลดปริมาณเกลือหรือโซเดียมคลอไรด์ในอาหารที่บริโภค ซึ่งจากการศึกษากับผู้ที่มีสุขภาพไตดี โดยให้บริโภคอาหารที่มีปริมาณของเกลือให้มากเท่า ที่ต้องการ แล้วสังเกตุผลภายใน 24 ชั่วโมงปรากฏว่ามีการขับถ่ายปัสสาวะอย่างปกติและไม่มีผลต่อความดันโลหิต และทำการศึกษาในผู้ป่วยที่เป็นโรคไตภายใต้การทดลองเดียวกันปรากฏว่าปรากฏว่าจะมีการทำงานของไตที่ไม่ปกติ อีกทั้งยังทำให้เกิดความดันโลหิตสูงขึ้นเนื่องจากว่าผู้ป่วยที่เป็นโรคไตจะมีความไวต่อเกลือเป็นอย่างมาก

นอกจากนี้ Haddy และคณะ (2006) ยังได้มีการศึกษาว่าโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อการเพิ่มความดันโลหิตได้อย่างไร โดยทำการทดลองในสัตว์ทดลอง เมื่อมีการเพิ่มปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่รับเข้าไปในตัวของสัตว์ ทดลองจะเป็นผลให้มีการเพิ่มน้ำหนักตัวมากขึ้นมีระดับของเหลวภายนอกเซลล์มากขึ้น ปริมาตรของพลาสมาและเลือดก็เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งมีการลดลงของระดับพลาสมาเรนนิน (rennin) แองจิโอเทนซิน (angiotensin) และนอร์อิพริเนฟริน (norepinephrine) และเพิ่มการทำงานในการขับถ่ายของไตในการขับโซเดียม โพแทสเซี่ยม และแคลเซี่ยม และสำหรับการศึกษาในมนุษย์พบว่าจะมีการเพิ่มระดับของเหลวภายนอกเซลล์ จึงทำให้มีน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้น และจากกลไกการควบคุมเพื่อให้มีความสมดุลระหว่างน้ำและโซเดียมภายในร่างกายเป็นผลทำให้เกิดความดันโลหิตสูงขึ้นนทันที ซึ่งผลที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยตรง

Forte และคณะ (1989) อ้างถึงโดย McGregor (1998) ว่ามีการศึกษาผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อความดันโลหิต โดยศึกษาจากกลุ่มคน 2 กลุ่มในประเทศโปรตุเกศ กลุ่มที่ 1 บริโภคอาหารที่มีเกลือในระดับที่ปกติที่บริโภคเป็นประจำ และกลุ่มที่ 2 บริโภคอาหารที่มีการจำกัดเกลือให้น้อยลงกว่าปกติหรือไม่ใช้เกลือเติมลงในอาหารบางชนิดเลย จากนั้นติดตามค่าความดันโลหิตเฉลี่ยของกลุ่มคนทั้งสองเป็นระยะเวลา 2 ปี ผลการทดลองดังแสดงในภาพที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



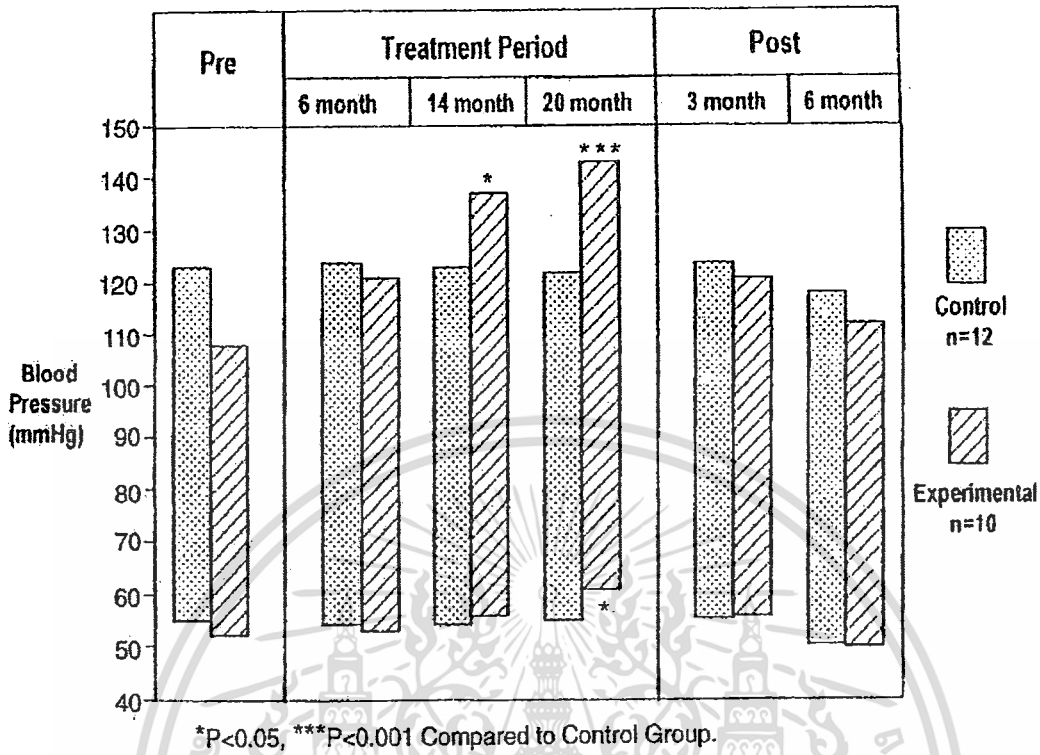
ภาพที่ 2.5 ผลการศึกษาการลดเกลือโซเดียมในอาหารของกลุ่มคนในประเทศโปรตุเกส

ที่มา: MacGregor , (1998)

จากผลการทดลองในภาพที่ 2.5 จะเห็นได้ว่า ค่าความดันโลหิตเฉลี่ยของคนในกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีการจำกัดปริมาณเกลือที่บริโภคมีค่าลดต่ำกว่าคนในกลุ่มที่ 1 ที่บริโภคอาหารที่มีเกลือปกติ แสดงให้เห็นว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลในการเพิ่มความดันโลหิตในคน

นอกจากนี้ Denton และคณะ (1995) อ้างถึงโดย McGregor (1998) ได้ศึกษาในลิงชิมแพนซี ซึ่งเป็นสัตว์ที่กินอาหารที่ได้จากธรรมชาติ โดยปกติแล้วลิงชิมแพนซี จะได้รับโซเดียมจากอาหารที่มีในธรรมชาติประมาณ 10 มิลลิโมลของโซเดียมต่อวัน ซึ่งในการศึกษานี้ได้แบ่งลิงชิมแพนซีออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มแรกให้กินอาหารจากธรรมชาติปกติและอีกกลุ่มหนึ่งให้เพิ่มปริมาณของโซเดียมเข้าไปในอาหารเป็น 150 - 200 มิลลิโมลของโซเดียมต่อวัน ใช้ระยะเวลาในการศึกษาเป็นเวลา 2 ปี ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 ผลของเกลือโซเดียมต่อความดันโลหิตของลิงชิมแพนซี

ที่มา: MacGregor , (1998)

จากข้อมูลในภาพที่ 2.6 จะเห็นได้ชัดเจนว่ากลุ่มลิงชิมแพนซีตามธรรมชาติ (กลุ่มควบคุม) จะมีค่าความดันโลหิตเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มลิงชิมแพนซีที่ได้รับอาหารที่มีการเพิ่มเกลือโซเดียมอย่างมีนัยสำคัญ ภายหลังจากการกินอาหารดังกล่าวติดต่อกันเป็นระยะเวลา 14 เดือน และจะยิ่งเห็นได้ชัดเจนมากขึ้นหลังจาก 20 เดือน นอกจากนี้เมื่อยุติการทดลอง โดยให้ลิงชิมแพนซีทั้งสองกลุ่มกินอาหารที่มาจากธรรมชาติปกติเหมือนกัน ปรากฏว่าความดันโลหิตเฉลี่ยของลิงกลุ่มที่ได้รับเกลือโซเดียมปริมาณสูงก่อนหน้านี้ เริ่มมีค่าลดลง หลังจากหยุดการให้อาหารที่เพิ่มปริมาณโซเดียม ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าโซเดียมมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตอย่างแน่นอน

Hunt และคณะ (1983) อ้างถึงโดย TeKol (2006) ว่ามีการศึกษาในกลุ่มคนในชุมชนแห่งหนึ่ง ซึ่งแบ่งกลุ่มคนเหล่านั้นออกเป็นสามกลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของโซเดียมตามปริมาณดังนี้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ให้บริโภคน้อยกว่า 1.76 กรัมต่อวัน กลุ่มที่ 2 ให้บริโภคประมาณ 1.76 - 3.5 กรัมต่อวัน และกลุ่มที่ 3 ให้บริโภคเท่ากับ 10 กรัมต่อวัน ทำการทดลองเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาหนึ่ง แล้วทำการวัดค่าความดันโลหิตของประชาการทั้ง 3 กลุ่ม ผลการทดลองปรากฏดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลการทดลองความสัมพันธ์ของการบริโภคเกลือโซเดียมกับความดันโลหิต

ปริมาณเกลือโซเดียมที่บริโภคเฉลี่ยต่อวัน (g)	เปอร์เซ็นต์ของประชาการที่มีอาการความดันโลหิตสูง
< 1.76	0 %
1.76 - 3.5	3 %
10	20 %

ที่มา: ดัดแปลงจาก Tekol (2006)

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าในกลุ่มคนที่บริโภคอาหารที่มีเกลือโซเดียมน้อยกว่า 1.76 กรัมต่อวัน จะไม่พบผู้ที่มีอาการความดันโลหิตสูง ในกลุ่มคนที่บริโภคอาหารที่มีเกลือโซเดียมประมาณ 1.76 - 3.5 กรัมจะพบผู้ที่มีอาการความดันโลหิตสูง 3 % และในกลุ่มคนที่บริโภคเกลือโซเดียม 10 กรัมต่อวัน จะพบผู้ที่มีอาการความดันโลหิตสูงมากถึง 20 % ดังนั้นจากผลการทดลองที่ได้จะสรุปได้ว่าเมื่อมีการบริโภคอาหารที่มีเกลือโซเดียมเข้าไปมากขึ้น จะมีผลต่อโอกาสที่จะเกิดภาวะความดันโลหิตสูงมากขึ้น

2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

Coutron-Gambotti และคณะ (1999) ได้ศึกษาผลของการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อองค์ประกอบของไขมันและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮมหมักเกลือแบบแห้ง (Corsican dry-cured ham) โดยใช้วิธีการหมักเกลือ 2 วิธี คือ การหมักเกลือแบบใช้เวลานาน (long time salting, LTS) และการหมักเกลือแบบใช้เวลาสั้น (short time salting, STS) โดยพบว่าวิธีการหมักเกลือแบบใช้เวลาสั้นจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และองค์ประกอบของไขมัน รวมทั้งอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์สั้นกว่า แต่ไม่พบความแตกต่างต่อสีและลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการหมักเกลือแบบใช้เวลาสั้นเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันน้อยกว่าวิธีการหมักเกลือแบบใช้เวลานาน แต่กลับพบกลิ่นไม่ดีเกิดขึ้นมากกว่าเนื่องจากวิธีการหมักเกลือแบบใช้เวลาสั้นมีความเข้มข้นของเกลือในผลิตภัณฑ์น้อยกว่า ผู้ทดสอบจึงรับรู้กลิ่นไม่ดีได้ชัดเจนกว่าวิธีการหมักเกลือแบบใช้เวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gimeno และคณะ (2001) ได้ศึกษาผลของการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์บางส่วนด้วยเกลือแคลเซียมแอสคอร์เบทที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแห้ง พบว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ลดลงแต่มีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น คุณภาพของสีมีความแตกต่างกัน โดยพบว่าลักษณะสีของผลิตภัณฑ์จะเกี่ยวข้องกับปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณแอสคอร์เบท และการเติมไนไตรท์ ลักษณะเนื้อสัมผัสจะเกิดความแตกต่างเฉพาะความแห้งหยาบและความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ส่วนคุณภาพด้านจุลชีววิทยาพบว่าการเพิ่มปริมาณของเกลือแคลเซียมแอสคอร์เบทมีผลทำให้ปริมาณกรดในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแห้งเพิ่มขึ้น ค่า pH จึงลดลง ส่งผลให้แบคทีเรียกลุ่มแลคติกเพิ่มขึ้น และมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์กลุ่มที่ต้องการอากาศรวมทั้ง *Micrococcaceae* ที่ไวต่อกรดด้วย ซึ่งแอสคอร์เบทยังสามารถทำงานร่วมกับไนไตรท์ในการยับยั้งการเจริญของ *Clostidium botulinum* ช่วยต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันและช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์มีความคงตัวมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

3.1.1 ไข่เป็ด เบอร์ 1 น้ำหนักเฉลี่ย 60-70 กรัมต่อฟอง (ซื้อจากตลาดวัดตะกล่ำ เขตประเวศ)

3.1.2 เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ชนิดเม็ด (ซื้อจากตลาดวัดตะกล่ำ เขตประเวศ)

3.1.3 เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) (ซื้อจากบริษัท ไทยฟู้ดเคมิคัล จำกัด)

3.1.4 น้ำประปา

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง พิกัดชั่ง 3100 กรัม (Sartorius; BP 3100S, Germany)

3.2.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง พิกัดชั่ง 210 กรัม (OHAUS; AR 2140, USA)

3.2.3 เครื่องผสมสารละลายในหลอดทดลอง (Vortex; genie G-560E, USA)

3.2.4 ชุดเครื่องกรองสุญญากาศ (suction; WJ-20 6Y3087, Japan)

3.2.5 เครื่องวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือ (Salometer; USA)

3.2.6 เครื่องวัดค่าความถ่วงจำเพาะในน้ำเกลือ (Hydrometer; USA)

3.2.7 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า (Shaker water bath; Memmert MOO P104-0249, Thailand)

3.2.8 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath; Memmert, Thailand)

3.2.9 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer; Thermo, G10 VIS, 2E8J051002, USA)

3.2.10คิวเวตแก้ว (Cuvett)

3.2.11ตู้อบลมร้อน (Hot air oven; Heraeus, Germany)

3.3 สารเคมี

3.3.1 ซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$; Merck, Germany))

3.3.2 กรดไนตริก (HNO_3; Carlo Erba, Germany)

3.3.3 เจลาตินผง (Gelatin; Fluka-Sigma, Switzerland)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 โพแทสเซียมเฮกซาไซยาโนเฟอร์เลต ($K_3[Fe(CN_6)]$; Merck, USA)

3.3.5 ซิงค์อะซิเตต ($Zn\ [CH_3(CO)]\ .2H_2O$; Farmitalia Calo Erba, Germany)

3.3.6 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl; Calo Erba, Germany) ชนิด AR grade

3.3.7 โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl; Calo Erba, Germany) ชนิด AR grade

3.3.8 สารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ 40 -60 องศาเซลเซียส (Petroleum-ether; Lab-Scan, Thailand)

3.4 ขั้นตอนวิธีการทดลอง

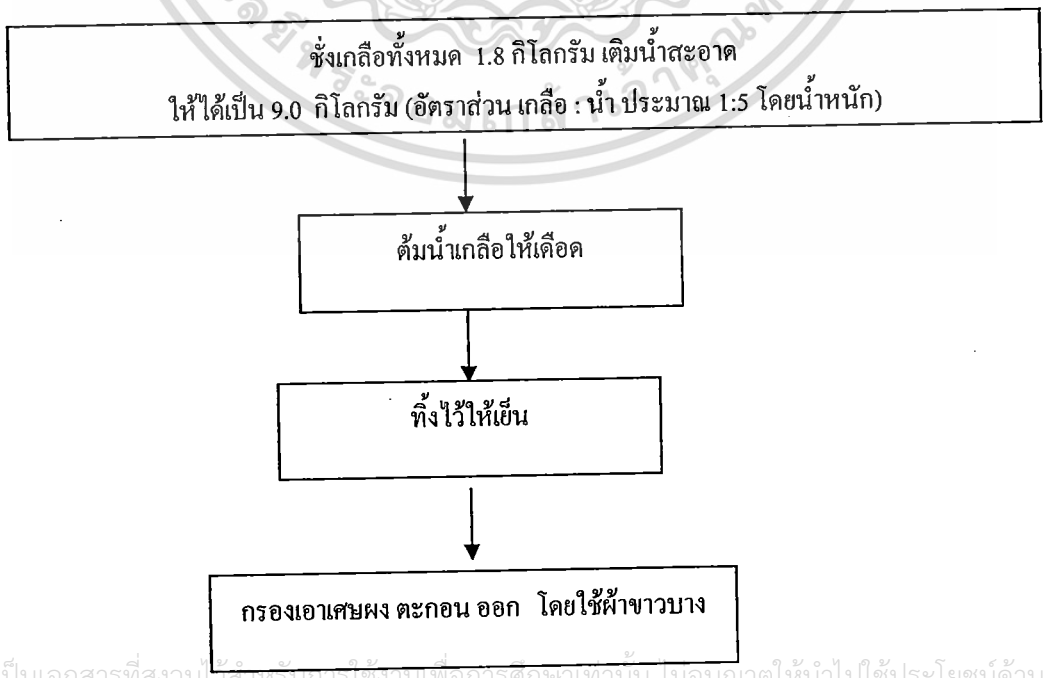
3.4.1 การเตรียมตัวอย่างไข่เป็ด

เตรียมตัวอย่างไข่เป็ดที่ใช้ในการทดลองโดยซื้อไข่เป็ดเบอร์ 1 จากตลาดวัดตะกล่ำ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร เช็ดทำความสะอาดด้วยผ้าชื้นและตรวจสอบไม่ให้มีรอยแตกร้าวก่อนการทดลอง

3.4.2 การศึกษาผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์บางส่วนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ในน้ำเกลือสำหรับดองไข่เป็ดต่อคุณภาพของไข่เค็มที่ได้

3.4.2.1 วิธีทำไข่เค็ม

ใช้วิธีการหมักแบบน้ำเกลือหรือการดองไข่ในน้ำเกลือ โดยดัดแปลงจากวิธีการของ อนงค์ (2549) ทำการดองไข่เป็ดในน้ำเกลือเป็นระยะเวลาประมาณ 18 วัน ดังวิธีการในแผนภูมิภาพที่ 3.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำไข่เค็ม

ที่มา: ดัดแปลงจาก อนงค์ (2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 ผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ ในน้ำเกลือสำหรับดองไข่เป็ดต่อคุณภาพของไข่เค็มที่ได้

เตรียมน้ำเกลือผสมระหว่างโซเดียมคลอไรด์และโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยแปรความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ใช้ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 0, 20, 40 และ 60 % โดยน้ำหนัก จากนั้นนำไข่เป็ดมาดองในน้ำเกลือผสมที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ตามวิธีในข้อ 3.4.2.1 เก็บตัวอย่างไข่เค็มและน้ำเกลือผสมที่ใช้ดองตามเวลาที่กำหนด เป็นเวลา 18 วัน มาตรวจวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพบางประการ การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏทางด้านสี เนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังนี้

1) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำเกลือผสม

การวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือจะใช้ไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) และซาโลมิเตอร์ (salometer) ตามลำดับ เก็บตัวอย่างน้ำเกลือผสมที่ใช้ดองเค็มที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15, และ 18 วัน มาตรวจวิเคราะห์ซึ่งรายละเอียดวิธีวิเคราะห์ดูได้จากภาคผนวก ข

2) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไข่เค็มในระหว่างการดองเค็ม

เก็บตัวอย่างไข่เค็มที่ได้ในระหว่างการดองเค็มที่เวลา 3, 6, 9, 12, 15, และ 18 วัน นำมาต้มให้สุกแล้วผ่าครึ่ง ตรวจวิเคราะห์ดังนี้

2.1) ตรวจดูการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏทางด้านสีและเนื้อสัมผัสโดยการบรรยายลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ และถ่ายภาพไว้

2.2) วิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ไอออน ด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมตรีซึ่งรายงานโดย Zhang และ Xia (2007) โดยอาศัยการทำปฏิกิริยากันระหว่างซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) กับคลอไรด์ไอออน (Cl^-) ในตัวอย่างของไข่เค็ม จะเกิดตะกอนขาวของซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 385 นาโนเมตร รายละเอียดวิธีวิเคราะห์ดูได้จากภาคผนวก ค

2.4) ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองเค็มที่เวลา 6, 12, 15, และ 18 วัน สำหรับปัจจัยในด้านสีของไข่ขาว สีของไข่แดง รสเค็ม รสขม กลิ่นรสแปลกปลอม เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Paired Comparison Method ให้ผู้ชิมเปรียบเทียบกับตัวอย่างอ้างอิง (ที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0 %) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Random Complete

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Dancan's New Multiple Range Test (ตัวอย่างแบบสอบถามดูได้จากภาคผนวก ง)

2.5) ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างไข่เค็มสำหรับตัวอย่างไข่เค็มที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดและมีข้อบกพร่องน้อยที่สุดจากผลการทดลองที่ได้จากข้อ 2.1-2.4) โดยวิธี Hedonic Scaling ผู้ชิมประเมินผลในด้าน สี ความเค็ม กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ซึ่งแบ่งออกเป็น 7 ระดับโดย 1 = ไม่ชอบมาก และ 7 = ชอบมาก โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน นำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ตัวอย่างแบบสอบถามดูได้จากภาคผนวก ง)

3.4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในตัวอย่างไข่เค็ม

ทดลองเตรียมไข่เค็มตามวิธีในภาพที่ 3.1 โดยใช้น้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0 และ 40 % โดยน้ำหนัก ใช้ระยะเวลาในการดอง 12 วัน จากนั้นนำตัวอย่างไข่เค็มที่ได้มาต้มให้สุก นำไปวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในส่วนของไข่ขาวและไข่แดงด้วยเทคนิค Inductive couple plasma optima emission spectrometry (ICP-OES) โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่สถาบันอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือในระหว่างการดองเค็ม

จากการทดลองเตรียมไข่เค็มโดยการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0, 20, 40, และ 60 % โดยน้ำหนัก เก็บตัวอย่างของน้ำเกลือทุกตัวอย่างที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วันมาตรวจวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือโดยใช้ซาโลมิเตอร์ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1- 4.2 และ ภาพที่ 4.1 – 4.2

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันในระหว่างการดองเค็ม

ระดับการทดแทน (% โดยน้ำหนัก)	ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเกลือที่แต่ละวันของการดองเค็ม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)						
	0	3	6	9	12	15	18
0	1.118	1.116	1.113	1.111	1.110	1.109	1.109
20	1.112	1.117	1.116	1.114	1.112	1.111	1.110
40	1.123	1.121	1.119	1.116	1.1104	1.113	1.112
60	1.128	1.126	1.124	1.123	1.121	1.119	1.118

หมายเหตุ: ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันในระหว่างการดองเค็ม

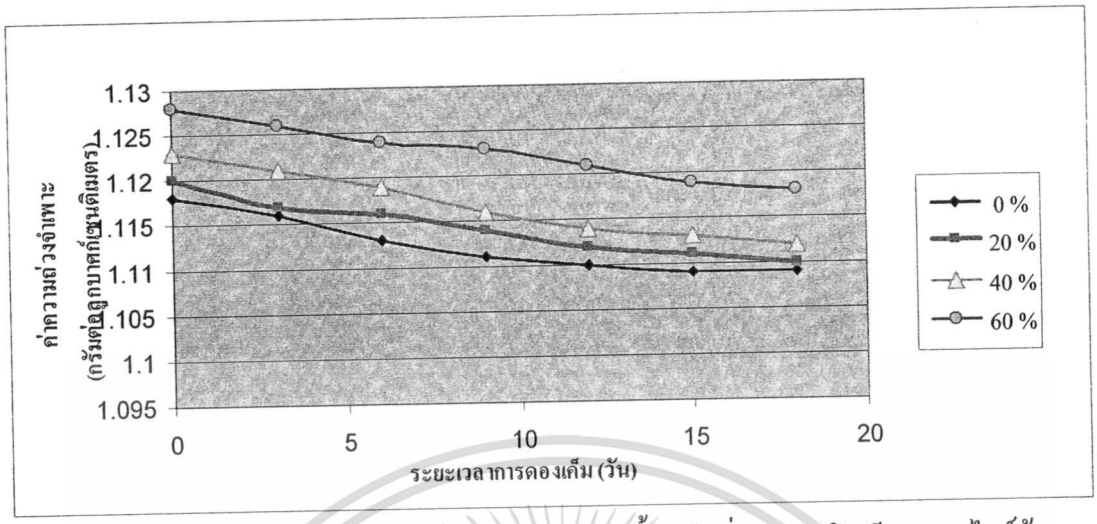
ระดับการทดแทน (% โดยน้ำหนัก)	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือที่แต่ละวันของการดองเค็ม (เปอร์เซ็นต์)						
	0	3	6	9	12	15	18
0	16.27	16.00	15.87	15.73	15.73	15.40	15.60
20	18.20	18.07	17.80	17.53	17.47	17.53	17.33
40	17.00	16.80	16.47	16.20	16.20	16.00	15.93
60	16.07	16.00	15.73	15.60	15.33	15.40	15.40

หมายเหตุ: ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ครั้ง

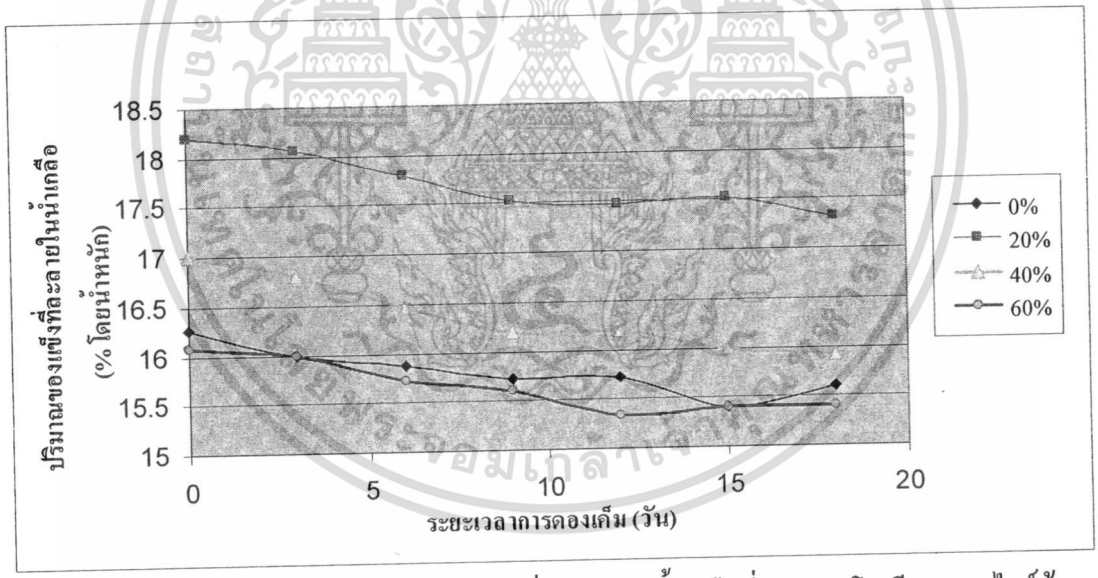
จากตารางที่ 4.1 และ ภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการดองไข่เค็มนานขึ้นค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเกลือทุกตัวอย่างมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยที่ระดับการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น น้ำเกลือผสมจะมีแนวโน้มของค่าความถ่วงจำเพาะสูงขึ้น ในวันที่ 18 ของการดองไข่เค็มน้ำเกลือผสมที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0, 20, 40, และ 60 % โดยน้ำหนัก จะมีค่าความถ่วงจำเพาะลดลงจากเริ่มต้นคิดเป็น 0.81, 0.89, 0.98, และ 0.89 % ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลการทดลองในตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการดองไข่เค็มนานขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือทุกตัวอย่างจะมีค่าลดลงซึ่งสอดคล้องกับค่าความถ่วงจำเพาะที่ลดลง และเมื่อระยะเวลาในการดองมากกว่า 12 วัน ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือทุกตัวอย่างจะมีแนวโน้มเริ่มคงที่ เนื่องจากเมื่อเข้าใกล้จุดสมดุลการแพร่ของเกลือเข้าสู่ไข่เป็ดจะช้าลง สำหรับในวันที่ 18 ของการดองไข่เค็ม น้ำเกลือผสมที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ไรด์ 0, 20, 40, และ 60 % โดยน้ำหนัก จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือลดลงจากเริ่มต้นคิดเป็น 4.12, 4.78, 6.29, และ 4.17 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันในระหว่างการดองไข่เค็ม



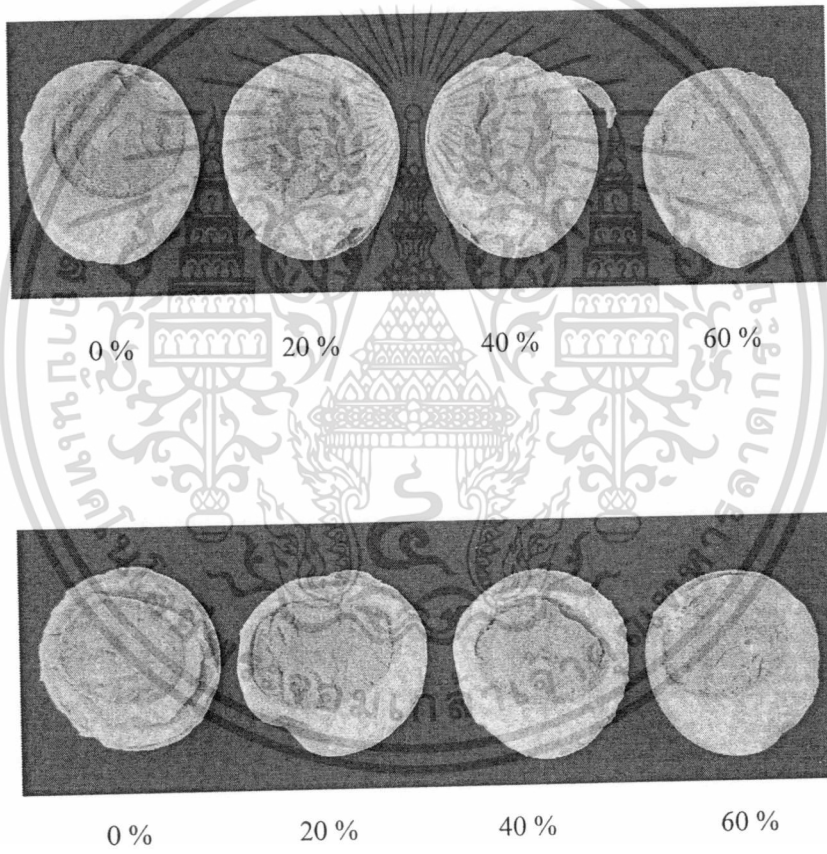
ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันในระหว่างการดองไข่เค็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ ในน้ำเกลือสำหรับดองไข่ต่อคุณภาพของไข่เค็ม

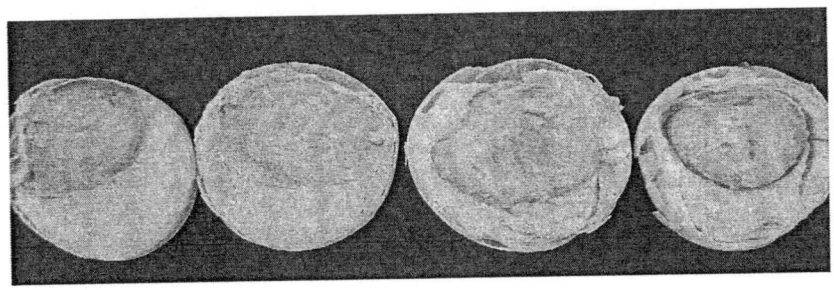
4.2.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏทางด้านสีและเนื้อสัมผัสของไข่เค็มที่ระยะเวลาต่าง ๆ

เมื่อทดลองเตรียมไข่เค็มโดยการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทส-เซียมคลอไรด์ไรด์ที่ระดับ 0, 20, 40, และ 60 % โดยน้ำหนัก เก็บตัวอย่างไข่เค็มที่ได้ที่ระยะเวลา 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน มาต้มให้สุกผ่าครึ่ง และตรวจดูลักษณะปรากฏทางด้านสีและเนื้อสัมผัสทั้งส่วนของข่าวและไข่แดง ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.3 และตารางที่ 4.3



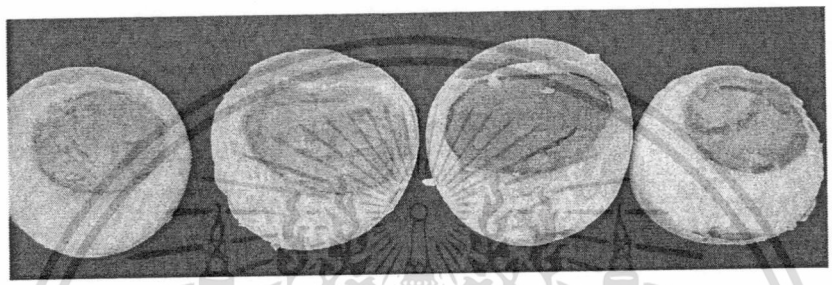
ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏทางด้านสีของไข่เค็มที่ดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันเป็นเวลา 3 วัน (ก), 6วัน (ข), 9 วัน (ค), 12 วัน (ง), 15 วัน (จ), และ 18 วัน (ฉ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



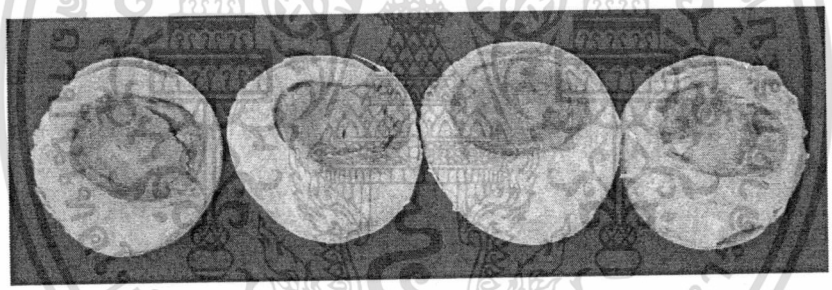
(ค)

0 % 20 % 40 % 60 %



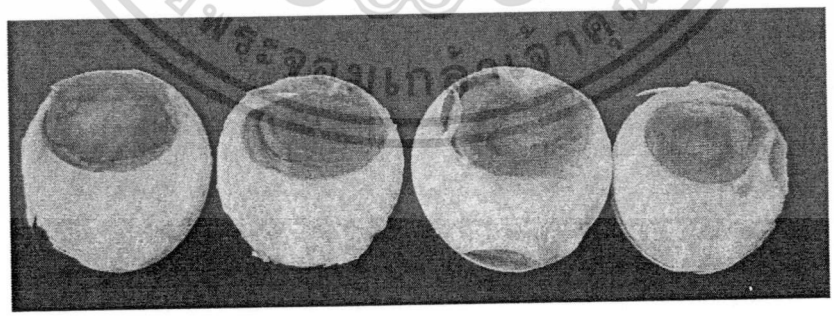
(ง)

0 % 20 % 40 % 60 %



(จ)

0 % 20 % 40 % 60 %



(ฉ)

0 % 20 % 40 % 60 %

ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏทางด้านสีของไข่เค็มที่ดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กันเป็นเวลา 3 วัน (ก), 6วัน (ข), 9 วัน (ค), 12 วัน (ง), 15 วัน (จ), และ 18 วัน (ฉ) (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการดองไข่เค็มนานขึ้น สีของไข่เค็มในส่วนของไข่แดงทุกตัวอย่างจะมีสีส้มเข้มขึ้น และเกิดมันเจลชัดเจนมากขึ้น โดยสีของไข่แดงที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 20% ที่ระยะเวลา 18 วันจะมีสีส้มเข้มที่สุดและเกิดมันเจลมากที่สุด ส่วนที่ระยะเวลาอื่น ๆ มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน สำหรับสีของไข่เค็มในส่วนของไข่ขาวทุกตัวอย่างจะไม่แตกต่างกัน กล่าวคือสีของไข่เค็มในส่วนของไข่ขาวทุกตัวอย่างจะมีสีขาวขุ่น

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏทางด้านเนื้อสัมผัสของไข่เค็มเมื่อดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ กัน

ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์	ลักษณะเนื้อสัมผัสที่สังเกตด้วยตาและการชิม	
	ไข่แดง	ไข่ขาว
0 %	เนื้อสัมผัสของไข่แดงมีลักษณะแห้งขึ้นเล็กน้อย และเกิดมันเจลมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการดองนานขึ้น	เนื้อสัมผัสของไข่ขาวมีลักษณะแห้งขึ้นเล็กน้อย ค่อนข้างนิ่ม เมื่อระยะเวลาการดองนานขึ้น
20 %	เนื้อสัมผัสของไข่แดงมีลักษณะแห้งขึ้นและเกิดมันเจลมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการดองนานขึ้น	เนื้อสัมผัสของไข่ขาวมีลักษณะแห้งขึ้นเล็กน้อย ค่อนข้างนิ่ม และเนื้อแน่นขึ้นเมื่อระยะเวลาการดองนานขึ้น
40 %	เนื้อสัมผัสของไข่แดงมีลักษณะแห้งขึ้นหยาบเล็กน้อยและเกิดมันเจลมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการดองนานขึ้น	เนื้อสัมผัสของไข่ขาวค่อนข้างแห้งหยาบ และเนื้อแน่นมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการดองนานขึ้น
60 %	เนื้อสัมผัสของไข่แดงแห้งมากขึ้น หยาบร่วน และเกิดมันเจลเยิ้มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการดองนานขึ้น	เนื้อสัมผัสของไข่ขาวแห้ง หยาบ และเนื้อแน่นมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการดองนานขึ้น

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับสูงขึ้น เนื้อสัมผัสของไข่ขาวจะมีลักษณะแห้ง หยาบ และเนื้อแน่นมากขึ้น ในขณะที่ตัวอย่างควบคุมจะมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มนวลกว่า ส่วนไข่แดงจะมีเนื้อสัมผัสแห้งขึ้น รวมทั้งมีลักษณะหยาบร่วนมากขึ้นเมื่อดองในน้ำเกลือที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

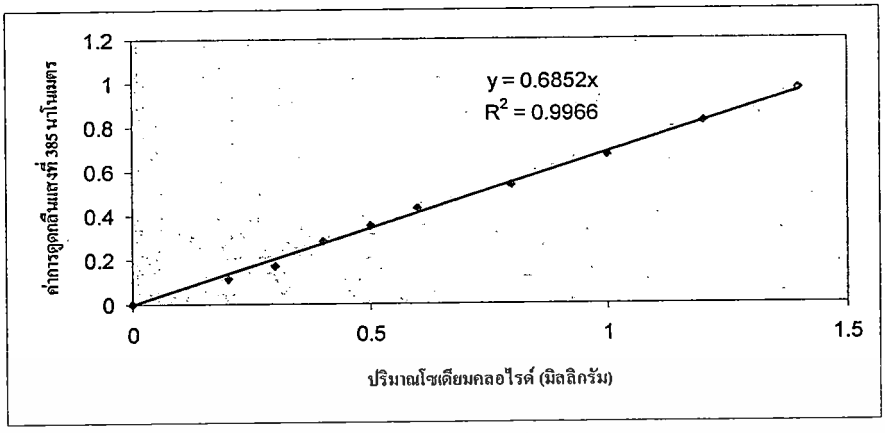
ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับสูงขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อระยะเวลาในการดองเค็มนานขึ้น อย่างไรก็ตามไข่เค็มทุกตัวอย่างจะมีส่วนของไข่แดงมีลักษณะเป็นมันเจลมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการดองเค็มนานขึ้น

สำหรับกลิ่นรสของไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือผสมมีแนวโน้มของกลิ่นรสแปลกปลอมคล้ายกลิ่นโลหะมากขึ้น เมื่อระดับการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับสูงขึ้น และระยะเวลาการดองนานขึ้น

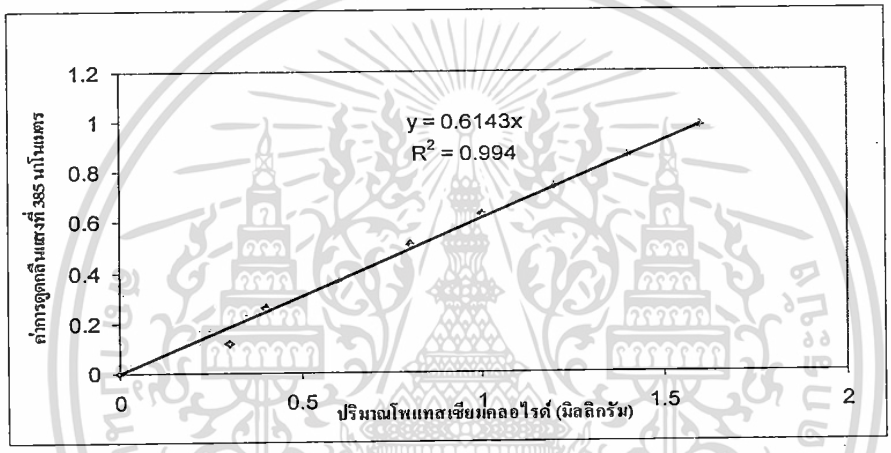
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเกลือในรูปของคลอไรด์

เนื่องจากวิธีวิเคราะห์ปริมาณเกลือคลอไรด์จะใช้วิธีทางสเปกโตรโฟโตเมตรีโดยอาศัยการทำปฏิกิริยากันระหว่างซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) กับคลอไรด์ (Cl^-) ในตัวอย่างไข่เค็ม เกิดเป็นตะกอนขาวของซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 385 นาโนเมตร ซึ่งการคำนวณปริมาณเกลือคลอไรด์จะต้องใช้กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือ จึงได้ทดลองเตรียมกราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือ 3 ชนิด ได้แก่ กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และกราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือผสมระหว่างโซเดียมคลอไรด์กับโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วน 60/40 โดยน้ำหนัก แสดงดังภาพที่ 4.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่ากราฟมาตรฐานทั้งสามดังกล่าวมีสมการเส้นตรงที่มีความชันใกล้เคียงกันแสดงให้เห็นว่าวิธีวิเคราะห์ปริมาณเกลือในรูปของคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลองนี้สามารถวิเคราะห์ปริมาณเกลือในรูปของคลอไรด์ทั้งโซเดียมคลอไรด์และโพแทสเซียมคลอไรด์ได้เหมือนกัน เมื่อทดลองใช้กราฟมาตรฐานทั้งสามดังกล่าวในการคำนวณปริมาณเกลือคลอไรด์ในตัวอย่างไข่เค็ม ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4

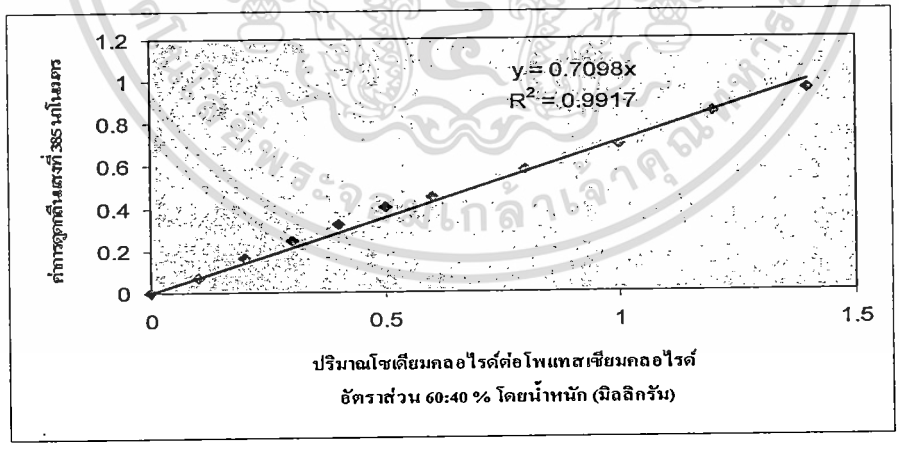
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 4.4 กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือสามชนิด (ก) กราฟมาตรฐานของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (ข) กราฟมาตรฐานของสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ และ (ค) กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือผสมระหว่างโซเดียมคลอไรด์กับโพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วน 60/40 โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเกลือคลอไรด์ในไข่เค็มตัวอย่างควบคุมที่ระยะเวลาการดอง 3 วัน เมื่อคำนวณโดยใช้กราฟมาตรฐานแตกต่างกัน

ตัวอย่าง	ปริมาณเกลือคลอไรด์เมื่อใช้กราฟมาตรฐานแตกต่างกันในการคำนวณ (มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่าง)		
	โซเดียมคลอไรด์	โพแทสเซียมคลอไรด์	โซเดียมคลอไรด์กับโพแทสเซียมคลอไรด์ (60/40)
ไข่ขาว	4.00 ± 0.28^{a}	4.16 ± 0.32^{a}	3.96 ± 0.27^{a}
ไขแดง	1.97 ± 0.30^{a}	2.20 ± 0.33^{a}	1.90 ± 0.29^{a}

จากข้อมูลในตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าปริมาณเกลือคลอไรด์ในตัวอย่างไข่เค็มทั้งในส่วนของไข่ขาวและไข่แดงที่ได้จากการคำนวณโดยใช้มาตรฐานทั้งสามมีค่าใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกใช้กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณเกลือคลอไรด์ในตัวอย่างไข่เค็มสำหรับการทดลองต่อไป

เมื่อทดลองเตรียมไข่เค็มโดยการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0, 20, 40 และ 60 % โดยน้ำหนัก เก็บตัวอย่างไข่เค็มที่ระยะเวลา 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน มาต้มให้สุกและวิเคราะห์ปริมาณเกลือคลอไรด์ทั้งในส่วนของไข่ขาวและไข่แดง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.5 – 4.6 และภาพที่ 4.5 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

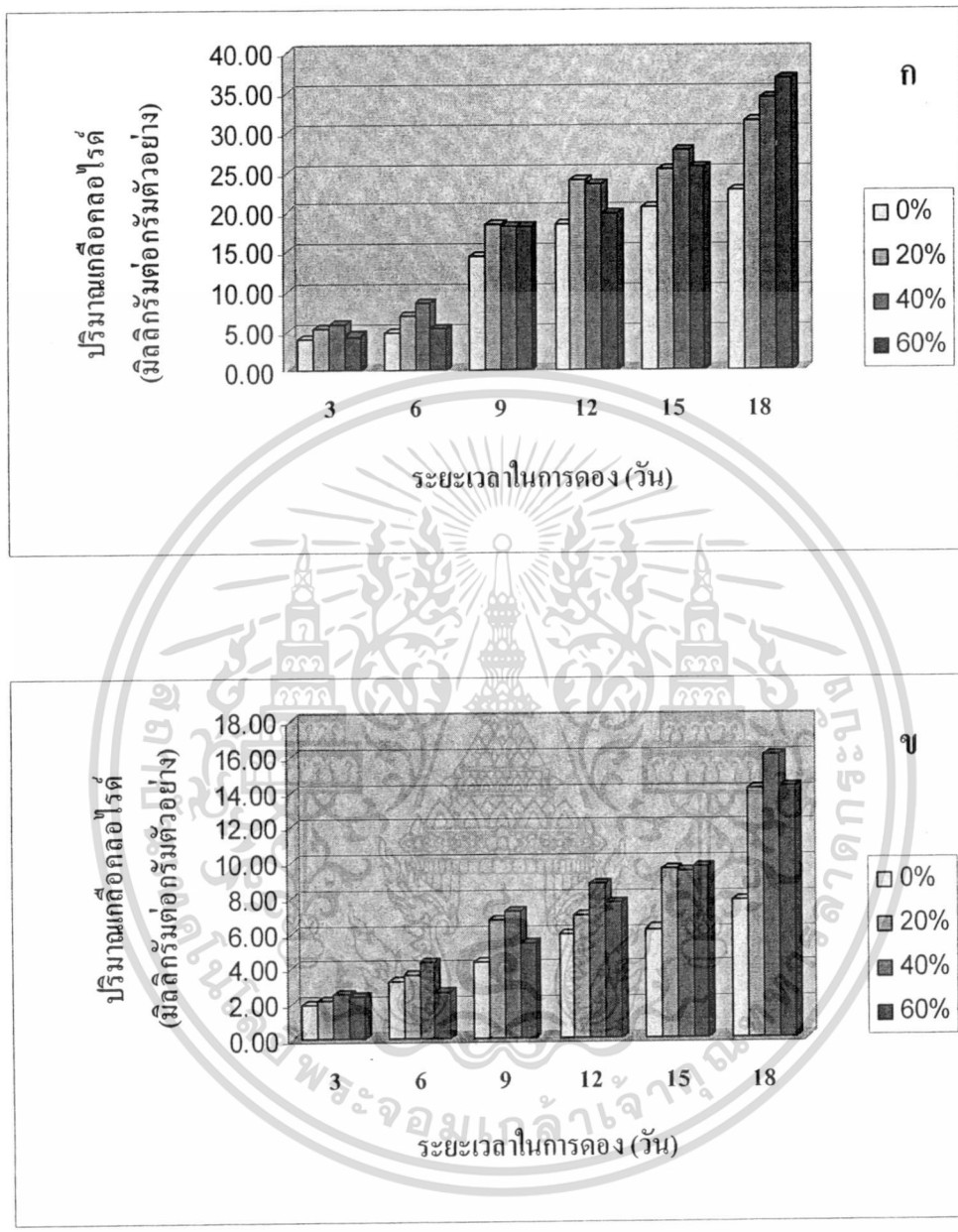
ตารางที่ 4.5 ปริมาณเกลือคลอไรด์ในส่วนของไข่ขาวของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างกัน

ระยะเวลาดองเค็ม	ปริมาณเกลือคลอไรด์ในไข่ขาวของไข่เค็มที่ได้เมื่อระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่างกัน (มิลลิกรัมต่อกรัม)			
	0 %	20 %	40 %	60 %
3	4.00 ± 0.28	5.42 ± 0.23	5.83 ± 0.36	4.49 ± 0.45
6	4.89 ± 0.20	6.94 ± 0.34	8.70 ± 0.05	5.42 ± 0.21
9	14.46 ± 0.16	18.46 ± 0.18	18.23 ± 0.09	18.26 ± 0.12
12	18.31 ± 0.62	24.10 ± 0.26	23.40 ± 0.30	19.69 ± 0.36
15	20.52 ± 0.34	25.22 ± 0.09	27.58 ± 0.29	25.52 ± 0.11
18	22.57 ± 0.25	31.32 ± 3.02	34.42 ± 1.14	36.61 ± 0.69

ตารางที่ 4.6 ปริมาณเกลือคลอไรด์ในส่วนของไข่แดงของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างกัน

ระยะเวลาดองเค็ม	ปริมาณเกลือคลอไรด์ในไข่แดงของไข่เค็มที่ได้เมื่อระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ต่างกัน (มิลลิกรัมต่อกรัม)			
	0 %	20 %	40 %	60 %
3	1.97 ± 0.30	2.24 ± 0.12	2.51 ± 0.16	2.43 ± 0.12
6	3.32 ± 0.21	3.64 ± 0.07	4.39 ± 0.11	2.67 ± 0.11
9	4.32 ± 0.43	6.75 ± 0.32	7.25 ± 0.07	5.41 ± 0.19
12	5.92 ± 0.09	6.93 ± 0.24	8.71 ± 0.09	7.67 ± 0.11
15	6.20 ± 0.15	9.65 ± 0.09	9.51 ± 0.09	9.69 ± 0.09
18	7.79 ± 0.25	14.09 ± 0.39	16.01 ± 0.81	14.20 ± 0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 ปริมาณเกลือคลอไรด์ในส่วนของไข่ขาว (ก) และไข่แดง (ข) ของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.5 – 4.6 และภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าปริมาณเกลือคลอไรด์ทั้งในส่วนของไข่ขาวและไข่แดงของไข่เค็มทุกตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการดองนานขึ้น และเป็นที่น่าสังเกตว่าตัวอย่างไข่เค็มที่ดองในน้ำเกลือผสมของโซเดียมคลอไรด์และโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ทุกระดับการทดแทนจะมีแนวโน้มของปริมาณเกลือคลอไรด์สูงกว่าตัวอย่างควบคุมที่ทุกระยะเวลาในการดองซึ่งเหตุผลยังไม่ทราบแน่ชัด หรืออาจเป็นไปได้ว่าสารละลายเกลือผสมดังกล่าวมีผลทำให้การแพร่ของเกลือเข้าสู่ภายในไข่เป็ดเกิดขึ้นดีกว่ากรณีสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์บริสุทธิ์

4.2.3 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการนำตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 40 , 50 และ 60 % โดยน้ำหนักที่ระยะเวลาในการดอง 6 , 12 และ 18 วัน มาต้มสุกและทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่างไข่เค็มดังกล่าวกับตัวอย่างควบคุม (ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0 %) ซึ่งเป็นตัวอย่างอ้างอิงโดยใช้การทดสอบแบบ Paired comparison สำหรับปัจจัยด้านความขุ่นของไข่ขาว ความเป็นมันเงาของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาวและไข่แดง เนื้อสัมผัสของไข่ขาวและไข่แดง ความขมของไข่ขาวและไข่แดง กลิ่นรสแปลกปลอมของทั้งไข่ขาวและไข่แดง และความชอบโดยรวม โดยมีระดับการให้คะแนนของปัจจัยของความขุ่นของไข่ขาว ความเป็นมันเงาของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาวและความเค็มของไข่แดงมีระดับการให้คะแนนดังนี้ คือ คะแนนเท่ากับ 1 มีลักษณะดังกล่าวมากกว่าตัวอย่างควบคุมมาก, คะแนนเท่ากับ 2 มีลักษณะดังกล่าวมากกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย, คะแนนเท่ากับ 3 คือ มีลักษณะดังกล่าวไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม, คะแนนเท่ากับ 4 มีลักษณะดังกล่าวน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย และคะแนนเท่ากับ 5 มีลักษณะดังกล่าวน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมมาก และสำหรับปัจจัยเนื้อสัมผัสของไข่ขาวและไข่แดง ความขมของไข่ขาวและไข่แดง กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่ขาวและไข่แดงมีระดับการให้คะแนนดังนี้ คือ คะแนนเท่ากับ 1 คือ มีลักษณะดังกล่าวไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม, คะแนนเท่ากับ 2 คือ มีลักษณะดังกล่าวแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมน้อย, คะแนนเท่ากับ 3 คือ มีลักษณะดังกล่าวแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมปานกลาง, คะแนนเท่ากับ 4 คือ มีลักษณะดังกล่าวแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมมากและคะแนนเท่ากับ 5 คือ มีลักษณะดังกล่าวมากกว่าตัวอย่างควบคุมมากที่สุด ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.7 - 4.10

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ระยะเวลาในการดอง 6 วัน ดังตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านความขุ่นของไข่ขาว ความเป็นมันเงาของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาวและไข่แดง และความขมของไข่ขาวและไข่แดง ของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ทุกระดับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นั่นคือ ไข่เค็มทุกตัวอย่างมีปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังกล่าวไม่แตกต่างกัน โดยที่ปัจจัยด้านความขุ่นของไข่ขาวและความเป็นมันเงาของไข่แดง ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน (2.83 - 3.33) ในระดับที่แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างไข่เค็มที่ทุกระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมในขณะที่ความเค็มของไข่ขาวและไข่แดงมีคะแนน (3.20 - 3.60) ในระดับที่ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมหรือมีแนวโน้มความเค็มน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย แต่สำหรับความขมของไข่ขาวและไข่แดงนั้นพบว่าผู้ทดสอบรู้สึกว่าไข่เค็มทุกตัวอย่างมีแนวโน้มความขมมากกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย ปัจจัยด้านเนื้อสัมผัสของไข่ขาวและไข่แดงนั้นพบว่าทุกตัวอย่างมีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมเล็กน้อยถึงปานกลาง สำหรับปัจจัยของความชอบโดยรวมพบว่าไข่เค็มที่ระดับการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ 40 % มีระดับคะแนน 2.97 ± 1.35 ซึ่งมีค่าความชอบที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด ทั้งนี้ไข่เค็มที่นำมาทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นได้มาจากไข่เค็มที่มีระยะการดองที่ยังไม่นานนัก ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับไข่เค็มซึ่งเป็นตัวอย่างควบคุมแล้วจึงมีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน

ตารางที่ 4.7 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองในวันที่ 6

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ทดแทน (% โดยน้ำหนัก)		
	40 %	50 %	60 %
ความขุ่นของไข่ขาว	2.83 ± 0.97^{a}	3.33 ± 1.12^{a}	2.87 ± 1.04^{a}
ความเป็นมันเงาของไข่แดง	3.13 ± 1.48^{a}	3.13 ± 1.25^{a}	2.83 ± 1.09^{a}
ความเค็มของไข่ขาว	3.40 ± 1.33^{a}	3.20 ± 1.35^{a}	3.50 ± 1.25^{a}
ความเค็มของไข่แดง	3.30 ± 1.15^{a}	3.63 ± 1.16^{a}	3.60 ± 1.22^{a}
เนื้อสัมผัสไข่ขาว	2.20 ± 0.76^{a}	2.80 ± 1.24^{b}	2.27 ± 1.05^{ab}
เนื่อสัมผัสไข่แดง	2.80 ± 1.19^{b}	2.40 ± 1.22^{ab}	2.00 ± 0.91^{a}
ความขมของไข่ขาว	1.80 ± 0.85^{a}	1.67 ± 0.92^{a}	1.90 ± 1.56^{a}
ความขมของไข่แดง	1.53 ± 0.82^{a}	1.87 ± 0.94^{a}	1.50 ± 0.68^{a}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองในวันที่ 6 (ต่อ)

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ทดแทน (% โดยน้ำหนัก)		
	40 %	50 %	60 %
กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่ขาว	1.60 ± 0.93^{a}	2.47 ± 1.04^{b}	2.10 ± 1.35^{ab}
กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่แดง	1.33 ± 0.61^{a}	2.17 ± 1.09^{b}	1.63 ± 0.83^{a}
ความชอบโดยรวม	2.97 ± 1.35^{b}	1.77 ± 0.94^{a}	1.93 ± 1.05^{a}

ตารางที่ 4.8 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองในวันที่ 12

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ทดแทน (% โดยน้ำหนัก)		
	40 %	50 %	60 %
ความขุ่นของไข่ขาว	2.83 ± 0.97^{a}	3.10 ± 0.85^{a}	3.03 ± 0.77^{a}
ความเป็นมันเงาของไข่แดง	3.13 ± 1.48^{a}	3.07 ± 1.05^{a}	3.30 ± 0.88^{a}
ความเค็มของไข่ขาว	3.40 ± 1.33^{a}	3.50 ± 1.44^{a}	2.97 ± 1.38^{a}
ความเค็มของไข่แดง	3.30 ± 1.15^{a}	3.50 ± 1.23^{a}	3.37 ± 1.00^{a}
เนื้อสัมผัสไข่ขาว	2.20 ± 0.76^{a}	1.97 ± 0.93^{a}	2.43 ± 1.36^{a}
เนื่อสัมผัสไข่แดง	2.80 ± 1.19^{a}	2.60 ± 1.00^{a}	2.37 ± 1.22^{a}
ความขมของไข่ขาว	1.80 ± 0.85^{a}	2.27 ± 1.05^{ab}	2.63 ± 1.22^{b}
ความขมของไข่แดง	1.53 ± 0.82^{a}	1.83 ± 1.05^{a}	2.07 ± 1.17^{a}
กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่ขาว	1.60 ± 0.93^{a}	1.53 ± 0.97^{a}	1.83 ± 1.05^{a}
กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่แดง	1.33 ± 0.61^{a}	1.80 ± 1.13^{a}	1.63 ± 1.10^{a}
ความชอบโดยรวม	2.97 ± 1.35^{b}	12.77 ± 1.43^{a}	2.23 ± 1.28^{a}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ระยะเวลาในการดอง 12 วัน ดังตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านความขุ่นของไข่ขาว ความเป็นมันเงาของไข่แดง ความเค็มของไข่ขาวและไข่แดง เนื้อสัมผัสไข่แดง ความขมของไข่แดง และกลิ่นรสแปลกปลอมของไข่ขาวและไข่แดงของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียม-คลอไรด์ที่ทุกระดับไม่มีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นั่นคือ ไข่เค็มทุกตัวอย่างมีปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังกล่าวไม่แตกต่างกันโดยที่ปัจจัยด้านความขุ่นของไข่ขาวและความเป็นมันเงาของไข่แดง ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน (2.83 - 3.30) ในระดับที่แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างไข่เค็มที่ทุกระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ในขณะที่ความเค็มของไข่ขาวและไข่แดงมีคะแนน (2.97 - 3.50) ในระดับที่ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมหรือมีแนวโน้มความเค็มน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย ในปัจจัยเนื้อสัมผัสไข่ขาวและไข่แดงพบว่ามีคะแนน (1.97 - 2.80) ในระดับที่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมน้อยถึงปานกลาง ซึ่งสำหรับความขมของไข่แดงและกลิ่นรสแปลกปลอมของไข่ขาวและไข่แดงนั้นมีคะแนน (1.33 - 2.07) ซึ่งพบว่าผู้ทดสอบรู้สึกว่าไข่เค็มทุกตัวอย่างมีแนวโน้มความขมในไข่แดงและกลิ่นรสแปลกปลอมทั้งไข่ขาวและไข่แดงแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย ในปัจจัยความขมของไข่ขาวพบว่าแต่ละระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์ที่นำมาทดแทนโซเดียม-คลอไรด์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มพบว่าเมื่อทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์มากยิ่งขึ้นจะทำให้ผู้ทดสอบรับรู้ถึงความขมที่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมมากยิ่งขึ้น สำหรับปัจจัยของความชอบโดยรวมพบว่าไข่เค็มที่ระดับการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียคลอไรด์ที่ 40 % มีระดับคะแนน 2.97 ± 1.35 ซึ่งมีค่าความชอบใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ระยะเวลาในการดอง 18 วัน ดังตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านความขุ่นของไข่ขาว ความเค็มของไข่แดง ความขมของไข่ขาวและไข่แดง ของตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ทุกระดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นั่นคือ ไข่เค็มทุกตัวอย่างมีปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสดังกล่าวไม่แตกต่างกันโดยที่ปัจจัยด้านความขุ่นของไข่ขาวผู้ทดสอบชิมให้คะแนน (2.87 - 2.93) และความเค็มของไข่แดงผู้ทดสอบชิมให้คะแนน (2.40 - 2.73) ในระดับที่แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างไข่เค็มที่ทุกระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ในขณะที่ความขมของไข่ขาวมีคะแนน (2.17 - 2.67) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างไข่เค็มที่ทุกระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์แตกต่างจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างควบคุมปานกลาง และความขมของไข่แดงมีคะแนน (1.73 - 2.13) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตัวอย่างไข่เค็มที่ทุกระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมเพียงเล็กน้อย ในปัจจัยของความเป็นมันเงาของไข่แดงและความเค็มของไข่ขาว พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์ที่นำมาทดแทนโซเดียมคลอไรด์ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในปัจจัยความเป็นมันเงาของไข่แดงพบว่าในไข่เค็มที่ได้จากการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ 40 และ 60 % มีคะแนน (2.57) ซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบรับรู้ถึงความเป็นมันเงาได้ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากกว่าในไข่เค็มที่ได้จากการทดแทนด้วยโพแทสเซียมที่ 50 % ซึ่งมีคะแนน (1.73) และในปัจจัยของความเค็มของไข่ขาวพบว่า ในไข่เค็มที่ได้จากการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ 40 และ 60 % นั้นมีคะแนนอยู่ในช่วง (1.87 - 1.97) ซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบรับรู้ถึงความเค็มมากกว่าตัวอย่างควบคุมเพียงเล็กน้อย ส่วนในไข่เค็มที่ได้จากการทดแทนด้วยโพแทสเซียมที่ 50 % นั้นมีคะแนน (1.37) ซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบรับรู้ถึงความเค็มที่มากกว่าตัวอย่างควบคุมมาก ในปัจจัยของลักษณะเนื้อสัมผัสของไข่ขาวและไข่แดงพบว่าทุกระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์ที่นำมาทดแทนโซเดียมคลอไรด์ที่ 40, 50 และ 60 % มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งระดับคะแนนจะอยู่ในช่วง 2 - 3 ซึ่งแสดงว่าตัวอย่างไข่เค็มที่ทุกระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมน้อยถึงปานกลาง และพบว่าแนวโน้มของผู้ทดสอบสามารถรับรู้ถึงความแตกต่างทางด้านลักษณะทางเนื้อสัมผัสมากขึ้นเมื่อการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์มากขึ้น ในปัจจัยกลิ่นรสแปลกปลอมของไข่ขาวและไข่แดงพบว่าทุกระดับความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ที่ 40, 50 และ 60 % มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบแนวโน้มว่าผู้ทดสอบสามารถรับรู้ถึงกลิ่นรสแปลกปลอมมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์มากขึ้น และพบว่าที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 40 % จะพบกลิ่นรสแปลกปลอมและความขมต่างจากตัวอย่างควบคุมน้อยที่สุด สำหรับปัจจัยของความชอบโดยรวมพบว่าไข่เค็มที่ระดับการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียคลอไรด์ 40 % มีระดับคะแนน 2.00 ± 0.91 ซึ่งมีค่าความชอบที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองในวันที่ 18

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ทดแทน (% โดยน้ำหนัก)		
	40 %	50 %	60 %
ความขุ่นของไข่ขาว	2.93 ± 0.91^{a}	2.87 ± 0.97^{a}	2.93 ± 0.91^{a}
ความเป็นมันเงาของไข่แดง	2.57 ± 1.20^{b}	1.73 ± 0.94^{a}	2.57 ± 1.25^{b}
ความเค็มของไข่ขาว	1.97 ± 1.13^{b}	1.37 ± 0.93^{a}	1.87 ± 1.25^{ab}
ความเค็มของไข่แดง	2.63 ± 1.00^{a}	2.40 ± 1.07^{a}	2.73 ± 1.05^{a}
เนื้อสัมผัสไข่ขาว	2.03 ± 0.86^{a}	2.60 ± 1.25^{b}	2.63 ± 1.16^{b}
เนื่อสัมผัสไข่แดง	2.03 ± 1.03^{a}	2.63 ± 1.19^{b}	2.77 ± 1.17^{b}
ความขมของไข่ขาว	2.17 ± 1.21^{a}	2.70 ± 1.56^{a}	2.67 ± 1.37^{a}
ความขมของไข่แดง	1.73 ± 1.02^{a}	1.97 ± 1.35^{a}	2.13 ± 1.14^{a}
กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่ขาว	1.80 ± 1.06^{a}	2.70 ± 1.44^{b}	2.47 ± 1.36^{b}
กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่แดง	1.70 ± 1.02^{a}	2.03 ± 1.19^{ab}	2.27 ± 1.31^{b}
ความชอบโดยรวม	2.00 ± 0.91^{c}	1.20 ± 0.50^{a}	1.60 ± 0.75^{b}

4.2.3.1 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไข่เค็ม

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ comparison test พบว่าผลิตภัณฑ์ไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองที่ 12 วัน ที่ทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 40 % มีลักษณะทางกายภาพที่ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม อีกทั้งยังมีความเค็มของทั้งไข่ขาวและไข่แดงไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม รวมทั้งกลิ่นรสแปลกปลอมและความขมในไข่ขาวและไข่แดงมีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมน้อยที่สุด และเมื่อนำไข่เค็มในวันและระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอ-ไรด์ดังกล่าวมาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี hedonic scale 7 ระดับ โดยมีระดับการให้คะแนนตั้งแต่ไม่ชอบมาก (คะแนนเท่ากับ 1) จนถึงชอบมาก (คะแนนเท่ากับ 7) ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่าปัจจัยด้านสี ความเค็มและลักษณะเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนใกล้เคียงกับ 5 ซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบ มีความชอบต่อปัจจัยดังกล่าวเล็กน้อย สำหรับปัจจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่นรสนั้นผู้ทดสอบให้คะแนนประมาณ 4 ซึ่งหมายถึงมีความรู้สึกเฉย ๆ กับปัจจัยกลิ่นรส สำหรับปัจจัยความชอบโดยรวมพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนสูงสุด คือ 5.50 ซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบจะมีความรู้สึกชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง

ตารางที่ 4.10 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้จากระยะการดองในวันที่ 12 ซึ่งทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 40 %

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ความชอบ
สี	4.70 ± 1.29
กลิ่นรส	4.03 ± 1.16
ความเค็ม	4.93 ± 1.39
ลักษณะเนื้อสัมผัส	5.10 ± 1.58
ความชอบ	5.50 ± 1.38

จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ในน้ำเกลือที่ใช้ดองไข่เค็มจะมีผล ต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของไข่เค็มที่ได้ โดยเมื่อระดับการทดแทนสูงขึ้นจะมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสแข็ง กระด้าง ปริมาณเกลือคลอไรด์ ความขม และกลิ่นรสแปลกปลอมซึ่งมีลักษณะคล้ายกลิ่นโลหะของไข่เค็มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 40 % โดยน้ำหนัก โดยไข่เค็มที่ได้ยังมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับได้ของผู้ทดสอบชิม

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในตัวอย่างไข่เค็ม

จากการนำตัวอย่างไข่เค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0 และ 40 % โดยน้ำหนัก ไปวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในส่วนของไข่ขาวและไข่แดง ผลแสดงดังตารางที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในตัวอย่างไข่ขาวและไข่แดงเค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0 และ 40 % โดยน้ำหนัก

ตัวอย่าง	ปริมาณโซเดียม (มิลิกรัม/100กรัม)	โพแทสเซียม (มิลิกรัม/100กรัม)
ไข่ขาว (0%)	1,101.6	130.6
ไข่แดง (0%)	259.5	91.5
ไข่ขาว (40%)	761.8	919.0
ไข่แดง (40%)	181.7	264.7

จากข้อมูลในตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าการดองไข่เค็มในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 40 % โดยน้ำหนัก จะทำให้ได้ไข่เค็มที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าโซเดียมทั้งในส่วนของไข่ขาวและไข่แดง โดยมีค่าสูงกว่าประมาณ 1.2 และ 1.5 เท่า ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาปริมาณโซเดียมเปรียบเทียบกับไข่เค็มตัวอย่างควบคุม (0% โพแทสเซียมคลอไรด์) จะเห็นว่าตัวอย่างไข่ขาวและไข่แดงเค็มที่ได้จากการดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 40 % โดยน้ำหนัก มีปริมาณโซเดียมต่ำกว่า ประมาณ 1.5 และ 1.4 เท่า ตามลำดับ หรือมีปริมาณโซเดียมลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ประมาณ 30 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลการทดแทนโซเดียมคลอไรด์บางส่วนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ในน้ำเกลืออสำหรับดองไข่เค็มต่อคุณภาพของไข่เค็มที่ได้ โดยแปรความเข้มข้นของโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ใช้ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายเกลือที่ระดับ 0, 40, 50, และ 60 % โดยน้ำหนัก ติดตามค่าความถ่วงจำเพาะและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของตัวอย่างน้ำเกลือ วิเคราะห์ปริมาณเกลือคลอไรด์ในตัวอย่างไข่เค็ม รวมทั้งคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยเก็บตัวอย่างสารละลายเกลือและไข่เค็มทุก 6 วัน จนครบระยะเวลาในการดองที่ 18 วัน สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. เมื่อระยะเวลาในการดองไข่เค็มนานขึ้น ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเกลือทุกตัวอย่างมีค่าลดลง โดยที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น น้ำเกลือผสมจะมีแนวโน้มของค่าความถ่วงจำเพาะสูงขึ้น ซึ่งในวันที่ 18 ของการดองไข่เค็มน้ำเกลือผสมที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0, 20, 40, และ 60 % โดยน้ำหนัก จะมีค่าความถ่วงจำเพาะลดลงจากกเริ่มต้นคิดเป็น 0.81, 0.89, 0.98, และ 0.89 % ตามลำดับ

2. เมื่อระยะเวลาในการดองไข่เค็มนานขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือทุกตัวอย่างมีค่าลดลงซึ่งสอดคล้องกับค่าความถ่วงจำเพาะที่ลดลง โดยเมื่อระยะเวลาในการดองมากกว่า 12 วัน ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือทุกตัวอย่างจะมีแนวโน้มเริ่มคงที่ ซึ่งวันที่ 18 ของการดองไข่เค็มน้ำเกลือผสมที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ไรด์ 0, 20, 40, และ 60 % โดยน้ำหนัก จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือลดลงจากเริ่มต้นคิดเป็น 4.12, 4.78, 6.29, และ 4.17 % ตามลำดับ

3. เมื่อระยะเวลาในการดองไข่เค็มนานขึ้น สีของไข่เค็มในส่วนของไข่แดงทุกตัวอย่างจะมีสีส้มเข้มขึ้น และเกิดมันเจลชัดเจนมากขึ้น โดยสีของไข่แดงที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 20 % ที่ระยะเวลา 18 วันจะมีสีส้มเข้มที่สุดและเกิดมันเจลมากที่สุด ส่วนไข่แดงของไข่เค็มที่มีการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ระดับต่าง ๆ ที่ระยะเวลาอื่น ๆ มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน สีของไข่เค็มในส่วนของไข่ขาวทุกตัวอย่างจะไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ ส่วนสีของไข่เค็มในส่วนของไข่ขาวทุกตัวอย่างจะมีสีขาวทึบ ในด้านกลิ่นรสแปลกปลอมพบว่า เมื่อระยะเวลาในการดองไข่เค็มนานขึ้น กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่เค็มในส่วนของไข่แดงและไข่ขาวทุกตัวอย่างจะไม่แตกต่างกัน กล่าวคือทุกตัวอย่างจะมีกลิ่นรสแปลกปลอมเล็กน้อยเท่านั้น ไข่เค็มที่ได้จากการดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในน้ำเกลือที่ทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับสูงขึ้น เนื้อสัมผัสของไข่ขาวจะมีลักษณะแห้ง หยาบ และเนื้อแน่นมากขึ้น ในขณะที่ตัวอย่างควบคุมจะมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มนวลกว่า ส่วนไข่แดงจะมีเนื้อสัมผัสแห้งขึ้น รวมทั้งมีลักษณะหยาบร่วนมากขึ้นเมื่อดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับสูงขึ้น โดยไข่เค็มทุกตัวอย่างจะมีส่วนของไข่แดงมีลักษณะเป็นมันเจลมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการดองเค็มนานขึ้น

4. ลักษณะปรากฏทางด้านสีและเนื้อสัมผัสในส่วนของไข่ขาวและไข่แดงของไข่เค็มทุกตัวอย่างพบว่ามีแนวโน้มคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่ขาวและไข่แดงพบว่า เมื่อระยะเวลาในการดองไข่เค็มนานขึ้น จะทำให้ผู้ทดสอบชิมรับรู้ถึงความเค็ม ความขม กลิ่นรสแปลกปลอมของทั้งไข่ขาวและไข่แดงได้มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ในปัจจัยความขุ่นของไข่ขาวพบว่าที่ทุกระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์และในทุกระยะเวลาของการดอง จะมีเนื้อสัมผัสไข่ขาวของไข่เค็มที่ได้จะไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ในปัจจัยความเป็นมันเงาของไข่แดงของทุกตัวอย่างไข่เค็มที่ทุกระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์จะมีค่ามากขึ้นเมื่อระยะการดองไข่เค็มมากขึ้น ในขณะที่ปัจจัยลักษณะของเนื้อสัมผัสของไข่ขาวและไข่แดงของทุกตัวอย่างไข่เค็มที่ทุกระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์และทุกระยะเวลาการดองจะมีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมเล็กน้อยถึงปานกลาง และผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสามารถทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 40 % โดยน้ำหนัก โดยไข่เค็มที่ได้ยังมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับได้ของผู้ทดสอบชิม

5. ไข่เค็มที่ดองในน้ำเกลือที่ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 40 % โดยน้ำหนัก จะมีปริมาณโพแทสเซียมสูงกว่าโซเดียมทั้งในส่วนของไข่ขาวและไข่แดง โดยมีค่าสูงกว่าประมาณ 1.2 และ 1.5 เท่า ตามลำดับ และมีปริมาณโซเดียมลดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ประมาณ 30 % ทั้งในส่วนของไข่ขาวและไข่แดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

แก้ว กาญจนา. 2548. สูตรลับตำรับยาสมุนไพรรักษาโรคหัวใจ-ความดันโลหิต. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์นีออนบุ๊ค มีเดีย. 23-27.

ธนกร กัวตระกูล. 2549. ผลของเกลือต่อชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในปลาส้มไทย. สัมนาปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ ฯ: 2-3 .

อนงค์ เนตตะสูต. 2549. ไข่เค็ม ไข่เยี่ยวม้า. กรุงเทพ: สำนักพิมพ์แม่บ้าน, 28 หน้า

อุไร ศรีแก้ว. 2542. การพยาบาลผู้ป่วยหัวใจและหลอดเลือด. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 51-52.

Coutron-Gambotti,C., Gandemer,G., Rousset,S., Maestrini,O., Casabianca,F. 1999. Reducing salt content of dry-cured ham: effect on lipid composition and sensory attributes. Food Chemistry. 64: 13-19 .

Desmond,E. 2006. Reducing salt: A challenge for the meat industry. Meat Science. 74: 188-196 .

Gimeno,O., Astiasaran,I., Bello,J. 2001. Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. Meat Science. 57: 23-29 .

Guardia, M.D.; Guerrero, L.; Gelabert, J.; Gou, P.; Arnau, J. 2006. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sauages with reduced sodium content. *Meat Science.* 73: 484-490.

Handy,F.J. 2006. Role of dietary salt in hypertension. Life Sciences. 79: 1585-1592 .

Lindsay,R.C. 1985. Flavors. *In* Food Chemistry, 2nd ed. (Fennema, O.R., ed.). New York: Marcel Dekker, Inc. 585-627.

MacGregor,G.A. 1998. Salt: blood pressure, the kidney, and other harmful effect. Nephrology Dialysis Transpantation. 13: 2471 - 2479.

Martinez-Alvarez, O.; Borderias, A.J.; Gomez-Guillen, M.C. 2005. Sodium replacement in cod (Gadus morhua) muscle salting process. *Food Chemistry.* 93: 125-133.

Ruusunen,M., Puolanne,E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. Meat Science. 70: 531-541 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tekol, Y.2006. Is systemic hypertension only a sign of chronic sodiumchloride intoxication. Medical Hypotheses. 67: 630-638 .

Zhang,Y., Xia,W. 2007. A novel method for the determination of sodium chloride in salted fish. International Journal of Food Sciences & Technology. (OnlineEarly Articles). Doi: 10.111/j. 1365-2621. 2007. 01544. x

การใช้สารเคมี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://coursewares.mju.ac.th/ ft470/ct/ct_0605.html (18/09/2007)

การถนอมรักษาไข่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thai goodview .com/library/student show/st2545/4-5/no12/eggpic.html/. (22/2/2008)

เกลือ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/ (18/09/2007)

เกลือ ที่มา และการนำไปใช้.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.pantown.com/. (22/8/2007)

เกลือมีบทบาทอย่างไรในอาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.pantown.com/ board.php (25/09/2007)

ความดันโลหิตสูง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.yourhealthyguide.com/article/ah-highpressure-2.htm. (8/8/2007)

โซเดียมคลอไรด์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.nhlbi.nih.gov/hbp.html. (22/8/2007)

โซเดียมคลอไรด์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/sodiumchloride. (15/8/2007)

ส่วนประกอบของไข่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.nsru.ac.th/e-learning/animals /lesson10_3.php/. (22/2/2008)

มาตรฐานเกลือ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.nfi.or.th/nfi/salt (25/09/2007)

โมโนโซเดียมกลูตาเมตมุมมองทางโภชนาการ. เข้าถึงได้จาก: http://www.fostat.org/picture-bin/file/Chpt2_Monosodium_Glutamate_Nutritional_Aspect.pdf (25/09/2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมน้ำเกลือผสมที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์และเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ต่างกัน

ปริมาณของเกลือโซเดียมคลอไรด์และโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายเกลือผสมที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ก1 ปริมาณของเกลือโซเดียมคลอไรด์และโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลอง

ระดับการทดแทน	ปริมาณเกลือที่ใช้ดองไข่เค็ม (กิโลกรัม)		ปริมาณเกลือทั้งหมด (กิโลกรัม)
	โซเดียมคลอไรด์ (เกลือเม็ด)	โพแทสเซียมคลอไรด์	
0 %	1.80	0.00	1.8
20 %	1.44	0.36	1.8
40 %	1.08	0.72	1.8
60 %	0.72	1.08	1.8

หมายเหตุ: ขั้นตอนการทดลองดูได้จากวิธีการทำไข่เค็มในภาพที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะ และปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือผสม

1. วิธีวิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะในน้ำเกลือที่ใช้ดองไข่เป็ด

1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- ไฮโดรมิเตอร์ ช่วงการวัดที่ 1.06 – 1.16
- กระบอกตวง 1 อัน

1.2 วิธีการทดลอง

นำตัวอย่างน้ำเกลือที่ใช้ดองไข่เป็ดมาล้าง (rinse) กระบอกตวง เทตัวอย่างน้ำเกลือใส่ลงกระบอกตวงให้ได้ 100 มิลลิลิตร โดยเอียงกระบอกตวง 45 องศาเพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ ใช้ฝ่ามือปิดปากกระบอกตวงแล้วคว่ำหงายกระบอกตวง 3 – 4 ครั้ง เพื่อให้อุณหภูมิของกระบอกตวงและตัวอย่างที่จะทำการวัดเสมอกัน ใช้มือจับก้านส่วนบนสุดของไฮโดรมิเตอร์แล้วนำลงจุ่มในน้ำเกลือที่อยู่ในกระบอกตวงโดยหมุนขึ้นลงช้า ๆ เพื่อไล่อากาศออกประมาณ 5 – 6 ครั้ง แล้วจึงปล่อยไฮโดรมิเตอร์ลงในน้ำเกลือ รอจนหยุดนิ่งจึงอ่านค่าบนก้านไฮโดรมิเตอร์โดยให้ระดับสายตาต่ำกว่าผิวหน้าของของเหลวเล็กน้อย จดบันทึกค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเกลือให้ถึงทศนิยม 3 ตำแหน่ง ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง

2. วิธีวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือที่ใช้ดองไข่เป็ด

2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- ซาโลมิเตอร์ ช่วงการวัดที่ 0 – 28 %

2.2 วิธีการทดลอง

รินน้ำกลั่นล้าง (rinse) บริเวณแผ่นกระจกซาโลมิเตอร์ แล้วจึงนำตัวอย่างน้ำเกลือที่ใช้ดองไข่เป็ดมาหยดลงบนบริเวณดังกล่าว ปิดฝาครอบบริเวณแผ่นกระจกซาโลมิเตอร์ อ่านค่าบนสเกลซาโลมิเตอร์โดยส่องกับแสงสว่าง จดบันทึกค่าของแข็งที่ละลายในน้ำเกลือให้ถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ปริมาณเกลือในรูปของคลอไรด์

การวิเคราะห์ปริมาณเกลือคลอไรด์ จะใช้วิธีที่รายงานโดย Zhang และ Xia (2007) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การเตรียมสารเคมี

1.1 สารละลายเกลือคลอไรด์มาตรฐาน

- ชั่งโซเดียมคลอไรด์ (AR-grade) 0.0500 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

- ชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (AR-grade) 0.0500 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

- ชั่งโซเดียมคลอไรด์ (AR-grade) 0.0300 กรัม และโพแทสเซียมคลอไรด์ (AR-grade) 0.0200 กรัม ผสมรวมกันแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มี ปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

1.2 กรดไนตริกเข้มข้น 1:4 โดยปริมาตร (HNO_3 1:4 V/V)

รินสารละลายกรดไนตริกเข้มข้นร้อยละ 65 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

1.3 สารละลายเจลาติน (Gelatin Solution 1.5 g/l)

ชั่งเจลาติน (AR-grade) 0.3750 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร

1.4 สารละลายซิลเวอร์ไนเตรทเข้มข้นร้อยละ 0.5 (0.5 % $AgNO_3$)

ชั่งซิลเวอร์ไนเตรท 5.0000 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

1.5 สารละลายโพแทสเซียมเฮกซาไซยาโนเฟอร์เลตเข้มข้นร้อยละ 0.5 (0.5% $K_3(Fe(CN)_6)$)

ชั่งโพแทสเซียมเฮกซาไซยาโนเฟอร์เลต 5.0000 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

1.6 สารละลายซิงค์อะซิเตตเข้มข้นร้อยละ 0.5 (0.5% $Zn(CH_3(CO))_2.2H_2O$)

ชั่งซิงค์อะซิเตต 5.0000 กรัม แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

2.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์

ปิเปตสารละลายโซเดียมคลอไรด์มาตรฐานปริมาตร 0 (Blank), 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, และ 14 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย Nitric Acid 2 มิลลิลิตร, สารละลายเจลาติน 2 มิลลิลิตร และสารละลายซิลเวอร์ไนเตรท 5 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 385 นาโนเมตร

2.2 กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์

ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์มาตรฐานปริมาตร 0(Blank), 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, และ 16 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย Nitric Acid 2 มิลลิลิตร, สารละลายเจลาติน 2 มิลลิลิตร และ สารละลายซิลเวอร์ไนเตรท 5 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มี ปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 385 นาโนเมตร

2.3 กราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือผสมระหว่างโซเดียมคลอไรด์กับโพแทสเซียมคลอไรด์อัตราส่วน 60/40 %โดยน้ำหนัก

ปิเปตสารละลายเกลือผสมของโซเดียมคลอไรด์และโพแทสเซียมคลอไรด์มาตรฐาน ปริมาตร 0 (Blank), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, และ 14 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย Nitric Acid 2 มิลลิลิตร, สารละลายเจลาติน 2 มิลลิลิตร และ สารละลายซิลเวอร์ไนเตรท 5 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 385 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์

3.1 การเตรียมตัวอย่างไข่ขาว

ชั่งตัวอย่างไข่ขาวบด 20.00 กรัม ผสมน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 ± 5 องศาเซลเซียส ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปแกว่งในเครื่องเขย่าบ่มไอร้อน 80 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องโดยแช่ในน้ำเย็นอุณหภูมิห้อง เติมสารละลายโพแทสเซียมเฮกซาไซยาโนเฟอร์เลต และ สารละลายซิงค์อะซิเตต อย่างละ 4 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร เขย่าจากนั้นนำไปกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้ผ้าขาวบางวางทับบนกระดาษกรองเบอร์ 4 จะได้สารสกัดตัวอย่างไข่ขาวใส

3.2 การเตรียมตัวอย่างไข่แดง

ชั่งตัวอย่างไข่แดงบด 20.00 กรัม ผสมน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 ± 5 องศาเซลเซียส ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปแกว่งในเครื่องเขย่าบ่มไอร้อน 80 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้องโดยแช่ในน้ำเย็นอุณหภูมิห้อง เติมสารละลาย Potassium hexacyanoferrate และ Zinc acetate อย่างละ 4 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร เขย่าจากนั้นนำไปกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศโดยใช้ผ้าขาวบางวางทับบนกระดาษกรองเบอร์ 4 นำสารที่กรองได้ไปสกัดแยกด้วยสารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาตร 50 มิลลิลิตร 2 ครั้งในกรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร จะได้สารสกัดตัวอย่างไข่แดงใส

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์

ปิเปตสารสกัดตัวอย่างไข่ขาวหรือไข่แดงที่กรองได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร (เจือจางตามความเหมาะสม) ผสมกับสารละลาย Nitric Acid 2 มิลลิลิตร, Gelatin solution 2 มิลลิลิตร และ Silver nitrate solution 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 50 เขย่าให้เข้ากัน นำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นถึงอุณหภูมิห้องแล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 385 นาโนเมตร (ใช้ Blank เดียวกับที่ใช้ในการเตรียมกราฟมาตรฐาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การคำนวณปริมาณคลอไรด์

ตัวอย่างวิธีคำนวณปริมาณเกลือคลอไรด์

ตัวอย่างไข่ขาวที่เวลาดองเค็ม 3 วัน ที่ระดับการทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ 0 % วัดค่าการดูดกลืนแสงได้ 0.217

สมการของกราฟมาตรฐานของสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์

คือ y = 0.6852x

X (ปริมาณเกลือคลอไรด์) = 0.217 /0.6852

= 0.317 มิลลิกรัม

สารสกัดตัวอย่างไข่ขาว 1 ml มีเกลือคลอไรด์อยู่ 0.317 มิลลิกรัม

สารสกัดตัวอย่างไข่ขาว 250 ml มีเกลือคลอไรด์อยู่ (0.317*250)/1

= 79.25 มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 20 กรัม

ตัวอย่างไข่ขาว 20 กรัม มีเกลือคลอไรด์อยู่ 79.25 มิลลิกรัม

ตัวอย่างไข่ขาว 1 กรัม มีเกลือคลอไรด์อยู่ (79.25*1)/20 มิลลิกรัม

= 3.96 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่เค็ม

1. แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มโดยใช้วิธีทดสอบแบบ Paired Comparison Method

สำหรับผลิตภัณฑ์รหัส.....

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี นักศึกษาชั้นปีที่ 4

สาขาเทคโนโลยีการหมัก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

.....

คำแนะนำ

1 ท่านจะได้รับตัวอย่างไข่เค็มทั้งหมด 3 ตัวอย่าง และตัวอย่างอ้างอิงซึ่งมีรหัสเป็น R อีก 1 ตัวอย่าง

2 ฟังคำชี้แจงจากผู้จัดทำก่อนทำการทดสอบ หากสงสัยกรุณาสอบถามทันที

ชื่อ.....นามสกุล.....วันที่ ...../...../.....

กรุณาทดสอบทางประสาทสัมผัสและให้คะแนนตามที่ท่านต้องการ

ข้อที่ 1	ข้อที่ 2
ความขุ่นของไข่ขาว	ความเป็นมันเงาของไข่แดง
1 มีความขุ่นมากกว่า R มาก	1 มีความเป็นมันเงามากกว่า R มาก
2 มีความขุ่นมากกว่า R เล็กน้อย	2 มีความเป็นมันเงามากกว่า R เล็กน้อย
3 มีความขุ่นไม่แตกต่างจาก R	3 มีความเป็นมันเงาไม่แตกต่างจาก R
4 มีความขุ่นน้อยกว่า R เล็กน้อย	4 มีความเป็นมันเงาน้อยกว่า R เล็กน้อย
5 มีความขุ่นน้อยกว่า R มาก	5 มีความเป็นมันเงาน้อยกว่า R มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่ 3

เนื้อสัมผัสไข่ขาว

1 มีเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจาก R

2 มีเนื้อสัมผัสแตกต่างจาก R น้อย

3 มีเนื้อสัมผัสแตกต่างจาก R ปานกลาง

4 มีเนื้อสัมผัสแตกต่างจาก R มาก

5 มีเนื้อสัมผัสแตกต่างจาก R มากที่สุด

ข้อที่ 4

เนื้อสัมผัสไข่แดง

1 มีเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจาก R

2 มีเนื้อสัมผัสแตกต่างจาก R น้อย

3 มีเนื้อสัมผัสแตกต่างจาก R ปานกลาง

4 มีเนื้อสัมผัสแตกต่างจาก R มาก

5 มีเนื้อสัมผัสแตกต่างจาก R มากที่สุด

ข้อที่5

ความเค็มของไข่ขาว

1 มีความเค็มมากกว่า R มาก

2 มีความเค็มมากกว่า R เล็กน้อย

3 มีความเค็มไม่แตกต่างจาก R

4 มีความเค็มน้อยกว่า R เล็กน้อย

5 มีความเค็มน้อยกว่า R มาก

ข้อที่6

ความเค็มของไข่แดง

1 มีความเค็มมากกว่า R มาก

2 มีความเค็มมากกว่า R เล็กน้อย

3 มีความเค็มไม่แตกต่างจาก R

4 มีความเค็มน้อยกว่า R เล็กน้อย

5 มีความเค็มน้อยกว่า R มาก

ข้อที่7

ความขมของไข่ขาว

1 ไม่แตกต่างจาก R

2 มีความขมเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ R

3 มีความขมปานกลางเมื่อเทียบกับ R

4 มีความขมมากเมื่อเทียบกับ R

5 มีความขมมากที่สุดเมื่อเทียบกับ R

ข้อที่8

ความขมของไข่แดง

1 ไม่แตกต่างจาก R

2 มีความขมเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ R

3 มีความขมปานกลางเมื่อเทียบกับ R

4 มีความขมมากเมื่อเทียบกับ R

5 มีความขมมากที่สุดเมื่อเทียบกับ R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่9

กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่ขาว

1 ไม่ต่างจาก R

2 มีกลิ่นรสแปลกปลอมน้อยเมื่อเทียบกับ R

3 มีกลิ่นรสแปลกปลอมกลางเมื่อเทียบกับR

4 มีกลิ่นรสแปลกปลอมมากเมื่อเทียบกับ R

5 มีกลิ่นรสแปลกปลอมมากสุดเมื่อเทียบกับ R

ข้อที่10

กลิ่นรสแปลกปลอมของไข่แดง

1 ไม่ต่างจาก R

2 มีกลิ่นรสแปลกปลอมน้อยเมื่อเทียบกับ R

3 มีกลิ่นรสแปลกปลอมกลางเมื่อเทียบกับR

4 มีกลิ่นรสแปลกปลอมมากเมื่อเทียบกับ R

5 มีกลิ่นรสแปลกปลอมมากสุดเมื่อเทียบกับ R

ข้อที่11

ความชอบโดยรวม

1 ชอบน้อยกว่า R มาก 2 ชอบน้อยกว่า R เล็กน้อย

3 ชอบไม่แตกต่างจาก R 4 ชอบมากกว่า R เล็กน้อย

5 ชอบมากกว่า R มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไข่เค็มโดยวิธีการทดสอบความชอบของตัวอย่างโดยการให้คะแนน (Hedonic scale)

ชื่อ.....นามสกุล.....วันที่.....

คำชี้แจง

ให้คะแนนความชอบโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับสเกลที่ผู้ชิมยอมรับในแต่ละคุณลักษณะ

1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉยๆ
5 = ชอบเล็กน้อย 6 = ชอบปานกลาง 7 = ชอบมาก

1. สีของไข่เค็ม	1	2	3	4	5	6	7
2. กลิ่นรสของไข่เค็ม	1	2	3	4	5	6	7
3.ความเค็มของไข่เค็ม	1	2	3	4	5	6	7
4.เนื้อสัมผัสของไข่เค็ม	1	2	3	4	5	6	7
5.ความชอบโดยรวม	1	2	3	4	5	6	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้