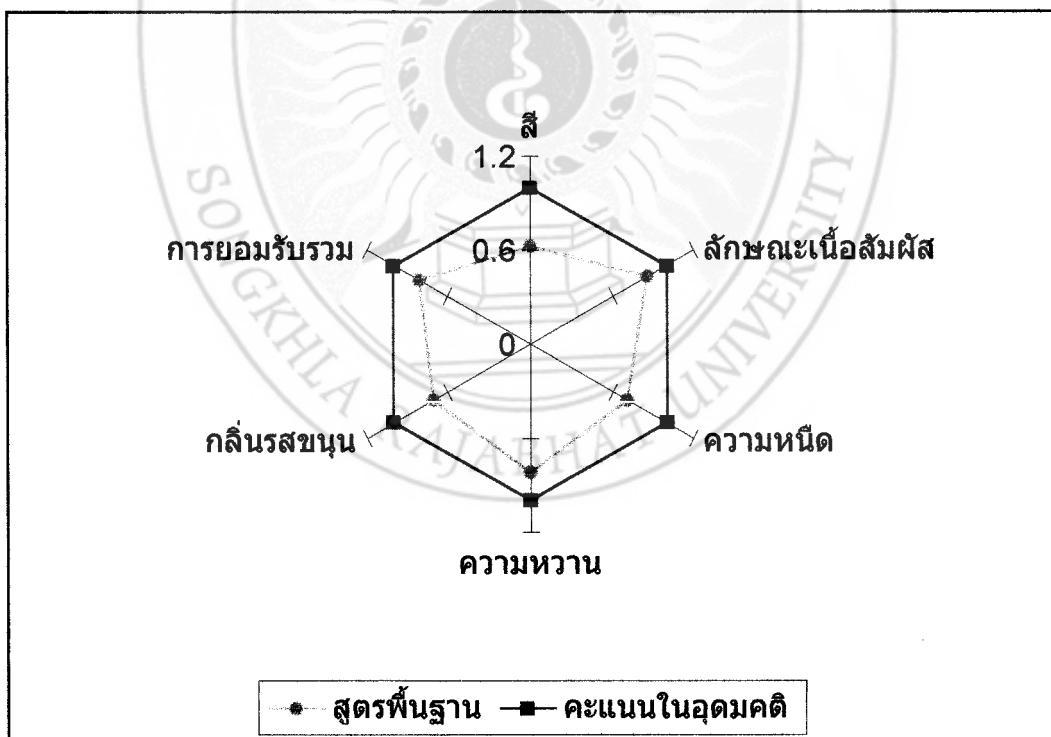


ผลและวิจารณ์ผลการทดสอบ

1. การยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์สังขยาบูนสำหรับขนมปังจากสูตรพื้นฐาน

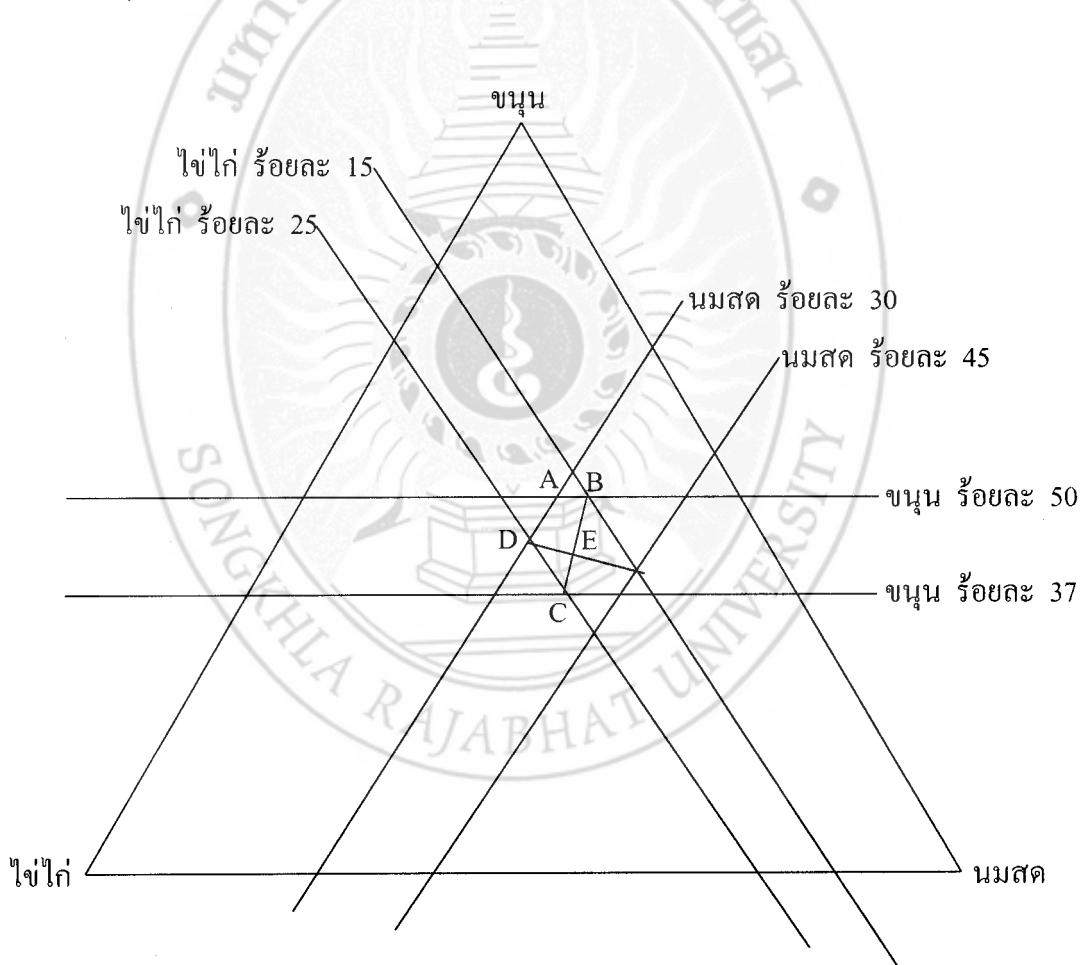
จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์สังขยาบูนสำหรับขนมปังจากสูตรพื้นฐานที่ดัดแปลงจากสูตรสังขยาเครื่องของห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสมัมพัสด้วยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน ทำการทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA) ประเมินคุณภาพด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด ความหวาน กลิ่นรสบูนและการยอมรับรวม พนว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับคุณภาพในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ยังน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบจากค่าอัตราส่วนเคลื่อนของ S/I กับ อัตราส่วน I/I ดังภาพที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มีน้อยกว่าค่าอุดมคติที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้น จึงนำแนวความคิดนี้มาพัฒนาสูตร โดยพิจารณาจากค่า (S/I) ที่มีค่าเข้าใกล้ค่าอุดมคติน้อยที่สุด 3 คุณภาพ ซึ่งได้แก่ ค่าสี ความหนืด และกลิ่นรสบูน มาปรับปรุงส่วนผสมที่มีผลต่อค่าดังกล่าว เพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนการพัฒนาสูตรสังขยาบูนสำหรับขนมปังต่อไป



ภาพที่ 4 แสดงค่าโครงการผลิตภัณฑ์สังขยาบูนสำหรับขนมปังที่ได้รับการยอมรับจากสูตรพื้นฐาน

2. การพัฒนาสูตรสังขยาณุนสำหรับขนมปัง

การพัฒนาสูตรสังขยาณุนสำหรับขนมปัง โดยอาศัยเก้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์จากข้อ 1 (ภาพที่ 4) พบว่า ความมีการปรับปรุงส่วนผสมที่มีต่อ ค่าถี ความหนืด และกลิ่นรสบนนุน โดยใช้แผนกราฟคลองแบบ Mixture design (ภาพที่ 5) กำหนดให้มีการใช้ขันนุน ร้อยละ 37 – 50 ไข่ไก่ร้อยละ 15 – 25 และนมสดร้อยละ 30 – 45 สำหรับกระปิขัน นำตาลทราย เป็นข้าวโพด ใช้ในปริมาณคงที่ สามารถออกแบบสูตรสังขยาณุนได้ 7 สูตร นำมาใช้พัฒนาเพียง 5 สูตร (ตารางที่ 2) โดยในแต่ละสูตรให้อัตราส่วนระหว่างบนุน ไข่ไก่ นมสด รวมเป็นร้อยละ 55 กระปิขันร้อยละ 23 นำตาลทรายร้อยละ 20 และเป็นข้าวโพดร้อยละ 2 และนำมามหาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการผลิตสังขยาณุนสำหรับขนมปังในข้อ 1.2



ภาพที่ 5 แสดงช่วงของการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สังขยาณุนสำหรับขนมปังโดยใช้แผนกราฟคลองแบบ Mixture design (ไฟโโรนี วิริยะราชี, 2535)

ตารางที่ 2 แสดงสูตรที่ได้จากการพัฒนาสูตรสังขยาขันนุนสำหรับขนมปังโดยใช้แผนกราฟคลองแบบ Mixture design

สูตร	ขันน (ร้อยละ)	ไข่ไก่ (ร้อยละ)	นมสด (ร้อยละ)
A	50	20	30
B	50	15	35
C	37	25	38
D	40	15	45
E	43	20	37

ที่มา : คัดแปลงจากห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาโครงการสวนพร่องค์ สาขาวิชารัตนศาสตร์ (2544)

2.1 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า สังขยาขันนุนสำหรับขนมปังมีคะแนน S/I ของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด ความหวาน กลิ่นรสขันนุน และการยอมรับรวม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 3 และตารางภาคผนวก ง1) โดยสังขยาขันนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีค่าสีเหลืองสูงกว่าสังขยาขันนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง B E C และ D ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี (ตารางที่ 4) คือตัวอย่าง A จะมีค่าสีเหลือง (b) สูงที่สุด เนื่องจากตัวอย่าง A มีปริมาณขันนุนและไข่ไก่ในส่วนผสมปริมาณมาก ลักษณะเนื้อสัมผัสมของผลิตภัณฑ์สังขยาขันนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง B มีลักษณะเนื้อเนียนกว่า สังขยาขันนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่างอื่นๆ เนื่องจากตัวอย่าง B มีปริมาณไข่ไก่ในส่วนผสมน้อย (15%) เพราะปริมาณไข่ไก่ที่ลดลงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อเนียนมากขึ้น (เพิ่มพันธุ์ อัคคี สุวรรณ และอุษما จันทร์, 2545) ความหนืดของสังขยาขันนุนสำหรับขนมปัง พบว่า ในตัวอย่าง A และ D มีความหนืดมากกว่าในตัวอย่าง B E และ C ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลการวัดความหนืดด้วยเครื่องมือ (ตารางที่ 4) คือสังขยาขันนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีความหนืดสูงที่สุด ($P < 0.01$) รองลงมาคือตัวอย่าง D E B และ C ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความหนืดและลักษณะเนื้อสัมผัส (ความเนียนลดลง) เพราะเมื่อไข่ไก่ได้รับความร้อนไปรตีนจะเกิดการแข็งตัว และเกิดโครงสร้างเป็นวุ้น (gelation) หากใส่ไข่ไก่ในปริมาณมาก ผลิตภัณฑ์จะมีความหนืดมากและลักษณะเนื้อก็จะหยาบขึ้น (เพิ่มพันธุ์ อัคคี สุวรรณ และอุษมา จันทร์, 2545) ค่าความหวานของสังขยาขันนุนสำหรับขนมปังพบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (ตารางที่ 5) คือสังขยาขันนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีค่าความหวานสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ

เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีปริมาณขุนนเพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหวานมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากขุนนเป็นส่วนผสมที่ให้ความหวาน เนื่องเดียวกันกับกลิ่นรสขุนนที่แสดงในผลิตภัณฑ์เมื่อปริมาณขุนนเพิ่มขึ้น กลิ่นรสขุนนเพิ่มขึ้น คือ สังขยาขุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A และ B มีกลิ่นรสขุนนมากกว่าตัวอย่าง C และ D ตามลำดับ ($P < 0.01$) (ตารางภาคผนวก ง1) เนื่องจากมีปริมาณขุนนในส่วนผสมมากที่สุด (ร้อยละ 50)

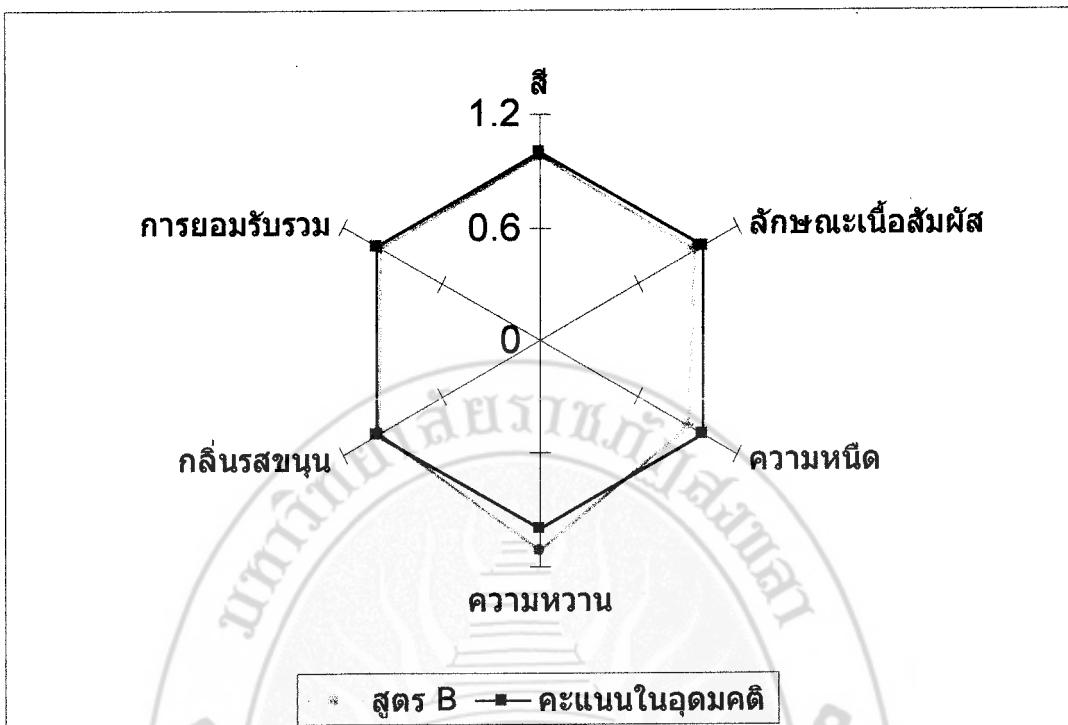
ตารางที่ 3 แสดงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สังขยาขุนสำหรับขนมปัง

สังขยาขุน สำหรับขนม ปัง (สูตร)	คะแนนการยอมรับ ¹					
	สี**	ลักษณะเนื้อ	ความ	ความ	กลิ่นรส	การยอมรับ
	ส้มผัก**	หนึด**	หวาน**	ขุน**	รวม**	
A	1.11 ^a	0.87 ^b	1.30 ^a	0.99 ^a	0.99 ^a	0.88 ^b
B	1.00 ^b	0.95 ^a	0.90 ^b	0.99 ^a	0.99 ^a	0.99 ^a
C	0.73 ^c	0.80 ^c	0.73 ^d	0.67 ^c	0.73 ^b	0.60 ^c
D	0.62 ^d	0.68 ^d	0.92 ^b	0.67 ^c	0.56 ^c	0.60 ^c
E	0.97 ^b	0.82 ^{bc}	0.87 ^c	0.84 ^b	0.74 ^b	0.81 ^b

¹ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนคะแนนตัวอย่างกับค่าอุดมคติ (S/I) จากผู้ทดสอบ 15 คน

**มีค่าแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ส่วนคะแนนการยอมรับรวมแตกต่างกัน ($P < 0.01$) พนว่า ผลิตภัณฑ์สังขยาขุนสำหรับขนมปังตัวอย่าง B ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ซึ่งสังเกตได้จากการคะแนน S/I ของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับหลายปัจจัยที่เข้าใกล้อุดมคติ (ค่า I/I) ($P > 0.05$) ดังภาพที่ 6 โดยผลิตภัณฑ์สังขยาขุนสำหรับขนมปังตัวอย่าง B ประกอบด้วยขุนร้อยละ 50 ไข่ไก่ร้อยละ 15 และนมสดร้อยละ 35 ดังนั้น จึงเลือกผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง B เป็นสังขยาขุนสำหรับขนมปังเพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาต่อไป



ภาพที่ 6 แสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์สังขยาขันนุนสำหรับขนมปังที่ได้รับการยอมรับจากการพัฒนาสูตร

2.2 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

2.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ (ตารางที่ 4) พบว่า ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Aw) ค่าสี L a b และความหนืด มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางภาคผนวก ง2 – ง7) ได้ผลดังนี้

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) พบว่า สังขยาขันนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง B มีค่า pH ต่ำที่สุด คือ 5.71 รองลงมาคือตัวอย่าง A E D และ C ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตัวอย่าง B มีค่าความเป็นกรดมากที่สุด เนื่องจากตัวอย่าง B มีปริมาณไข่ไก่ในส่วนผสมน้อยที่สุด เพราะไข่แดงสด มีคุณสมบัติค่อนข้างเป็นกรด (ค่า pH ประมาณ 6) เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นด่าง ประกอบกับไข่ขาวที่มีความเป็นด่างสูง (ค่า pH ประมาณ 9.1) (เพิ่มพันธ์ อัคคีสุวรรณ และอุษามาจันทรี, 2545)

ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Aw) ในสังขยาขันนุนสำหรับขนมปังตัวอย่าง B มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้สูงที่สุด รองลงมาคือตัวอย่าง A C D และ E ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก ง3)

ค่าสี พบว่า สังขยาณุสำหรับนมปั่นในตัวอย่าง D มีค่า L (ความสว่าง) สูงกว่า ตัวอย่าง C E B และ A ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ในขณะที่สีของสังขยาณุสำหรับนมปั่น ตัวอย่าง E มีแนวโน้มค่อนไปทางสีแดง (ค่า a เป็นบวก) สูงกว่าในตัวอย่าง C A B และ D ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก ง5) ส่วนสีสังขยาณุสำหรับนมปั่นในตัวอย่าง A มีค่าค่อนไปทางสีเหลือง (ค่า b เป็นบวก) สูงกว่าตัวอย่างตัวอื่นๆ (ตารางที่ 4) (ตารางภาคผนวก ง6) เนื่องจากตัวอย่าง A มีการใช้ขันนุนและไข่ไก่ปริมาณมาก เพราะเนื้อขันนุนมีลักษณะสีเหลือง เมื่อใส่ในปริมาณมากทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองเข้มขึ้นและไข่ไก่มีคุณสมบัติทำให้อาหารมีลักษณะของสีเข้มมากขึ้นด้วย (เงินทอง นิมจินดา, 2538)

ความหนืด พบว่า สังขยาณุสำหรับนมปั่นมีความหนืดแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยในตัวอย่าง A จะมีความหนืดมากที่สุด รองลงมาคือ ตัวอย่าง D E B และ C ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์สังขยาณุสำหรับนมปั่น

สังขยาณุ สำหรับนมปั่น (สูตร)	องค์ประกอบทางกายภาพ ¹						ความหนืด (CP)**
	pH**	Aw**	L**	a**	b**		
A	5.75 ^c	0.87 ^b	56.00 ^e	5.58 ^c	42.72 ^a	766.67 ^a	
B	5.71 ^d	0.87 ^a	59.15 ^d	4.72 ^d	42.46 ^a	699.67 ^d	
C	5.97 ^a	0.87 ^c	61.51 ^b	6.23 ^b	39.67 ^b	682.00 ^c	
D	5.85 ^b	0.83 ^e	61.91 ^a	4.91 ^e	37.65 ^c	728.67 ^b	
E	5.76 ^c	0.86 ^d	60.23 ^c	6.66 ^a	40.39 ^b	714.00 ^c	

'ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ชุด ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ

**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

2.2.2 คุณภาพทางเคมี

ผลการทดสอบคุณภาพทางเคมี (ตารางที่ 5) พบว่า สังขยาณุสำหรับนมปั่นทั้ง 5 ตัวอย่างมีปริมาณของโปรตีนที่คล้ายได้ทั้งหมด ความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และปริมาณเกล้าแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางภาคผนวก ง8 – ง12) ได้ผลดังนี้

สังขยาขันน้ำสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีปริมาณของแป้งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ เนื่องจากมีปริมาณขันน้ำมากในส่วนผสม ซึ่งมีผลสอดคล้องกับค่าความหวานจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 3)

ความชื้น สังขยาขันน้ำสำหรับขนมปังในตัวอย่าง B มีค่าสูงกว่าตัวอย่าง A C D และ E ตามลำดับ ดังตารางที่ 5 (ตารางภาคผนวก ง9) สอดคล้องกับค่าวาอเตอร์แอคติวิตี้ (Aw) ในตารางที่ 4 คือ สังขยาขันน้ำสำหรับขนมปังในตัวอย่าง B มีค่าวาอเตอร์แอคติวิตี้สูงที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง ค่าวาอเตอร์แอคติวิตี้จะสูง เช่นกัน (รัชนี ตัณฑพานิชกุล, 2536)

ปริมาณโปรตีน สังขยาขันน้ำสำหรับขนมปังในตัวอย่าง C มีค่าสูงที่สุดทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่าง C มีปริมาณไข่ไก่และนมสดในส่วนผสมอยู่มากที่สุด เพราะไข่ไก่และนมสดเป็นอาหารที่มีองค์ประกอบของโปรตีนสูง เมื่อนำมาประกอบอาหารจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีปริมาณโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น (จิตราดา แจ่มเมฆ และคณะ, 2540)

ปริมาณไขมัน พบว่า สังขยาขันน้ำสำหรับขนมปังในตัวอย่าง E มีค่ามากกว่าตัวอย่างอื่นๆ (ตารางที่ 5) เนื่องจากตัวอย่าง E มีปริมาณไข่ไก่ในส่วนผสมอยู่มาก เพราะไขมันมีอยู่มากในไข่แดง ประกอบด้วยไขมันชนิดต่างๆ คือไตรกลีเซอเรต์ พอสโฟลิปิด และโโคเรสเทอโรล (เกสรี วุฒิถ่อง และสมเดช สังเกต, 2538)

ปริมาณถ้า พบว่า สังขยาขันน้ำสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีปริมาณถ้าสูงที่สุด รองลงมาคือตัวอย่าง B E C และ D ตามลำดับ (ตารางที่ 5) เนื่องจากในส่วนผสมของตัวอย่าง A มีปริมาณขันน้ำและไข่ไก่อยู่มาก จึงทำให้มีปริมาณถ้าสูง เพราะในขันน้ำและไข่ไก่มีส่วนประกอบของแร่ธาตุอยู่หลายชนิด เช่น พอสฟอรัส วิตามินเอ แคลเซียมและฟอสฟัต เป็นต้น (ศศิเกย์ ทองยงค์ และพรพรรณ เดชาคำแหง, 2530)

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพของผลิตภัณฑ์สังขยาขันสำหรับขนมปัง

สังขยาขัน สำหรับขนมปัง (สูตร)	องค์ประกอบทางเคมี ¹				
	ปริมาณของเบจิ้งที่ คลายได้ทั้งหมด	ความชื้น** (ร้อยละ)	โปรตีน** (ร้อยละ)	ไขมัน** (ร้อยละ)	เต้า** (ร้อยละ)
	(°Brix)**				
A	60.00 ^a	42.52 ^b	2.50 ^d	11.60 ^b	1.47 ^a
B	54.00 ^b	44.01 ^a	2.30 ^c	8.02 ^d	1.33 ^b
C	48.00 ^d	42.64 ^b	3.14 ^a	9.08 ^c	1.16 ^c
D	48.00 ^d	41.51 ^c	2.68 ^c	8.50 ^{cd}	1.10 ^c
E	49.00 ^c	32.90 ^d	2.99 ^b	14.78 ^a	1.31 ^b

¹ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ชุด ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ

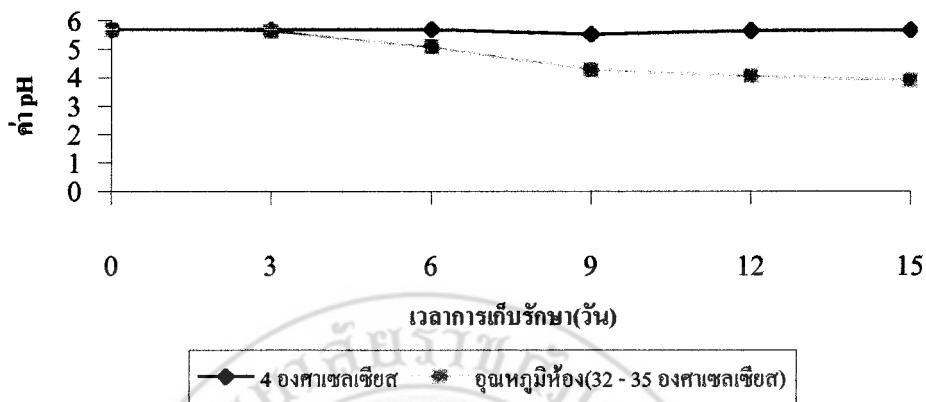
**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

3. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์สังขยาขันสำหรับขนมปังในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์สังขยาขันสำหรับขนมปังที่ผ่านการพัฒนาสูตรจนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แล้วมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน ทำการประเมินคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางชุลินทรีย์ได้ผล ดังนี้

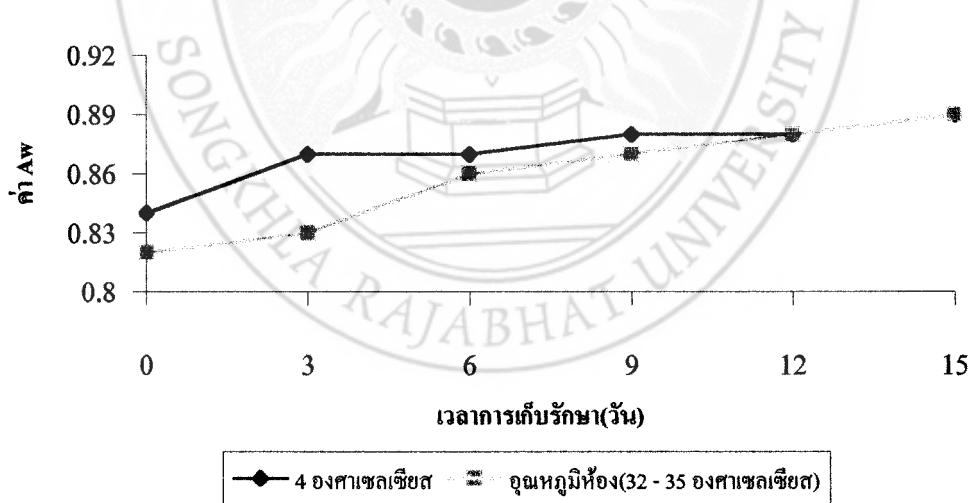
3.1 คุณภาพทางกายภาพ

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า pH ของผลิตภัณฑ์สังขยาขันสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีค่าลดลงเล็กน้อย ($P < 0.01$) มีค่าอยู่ในช่วง pH 5.68 – 5.66 ที่อุณหภูมิห้องค่า pH จะลดลงอย่างเห็นได้ชัด อยู่ในช่วง pH 5.68 – 3.89 (ภาพที่ 7) (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวก ง13) ซึ่งมีแนวโน้มค่อนข้างเป็นกรดเพิ่มขึ้น เนื่องจากที่อุณหภูมิห้องชุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้กว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งชุลินทรีย์จะใช้ส่วนประกอบของอาหารในการเจริญเติบโตและปล่อยกรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก ออกมานเป็นผลทำให้ pH ของอาหารลดลง (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534)



ภาพที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์ สังขยาขันนุนสำหรับขนมปัง

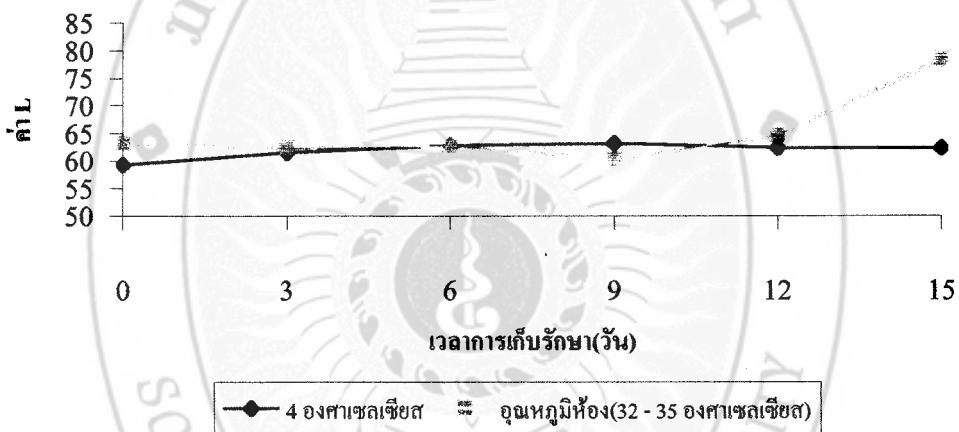
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Aw) จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สังขยาขันนุนสำหรับขนมปังที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง พบร่วมกันว่า วันแรกของการเก็บรักษามีค่าต่ำที่สุด ($P < 0.01$) และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 8) (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวก ง 14)



ภาพที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Aw) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์ สังขยาขันนุนสำหรับขนมปัง

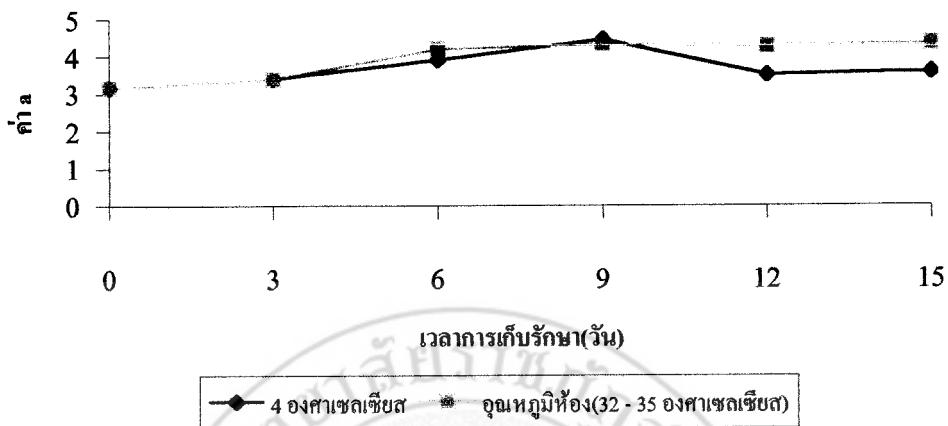


ค่าสี การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์สังขยาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง ค่าความสว่าง (ค่า L) ค่าสีแดง (ค่า a) และค่าสีเหลือง (ค่า b) มีค่าเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น ($P < 0.01$) (ภาพที่ 9 – 11) (ตารางที่ 6) (ตารางภาคผนวก ง 15 – ง 16) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีสีเข้มกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นผลมาจากการผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าความชื้นมากกว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากปริมาณความชื้นที่สูง ทำให้ไม่เลกฤทธิ์ของน้ำในผลิตภัณฑ์สามารถดูดไม่เลกฤทธิ์ของออกซิเจนได้มาก ซึ่งมีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาสีน้ำตาลให้เกิดได้เร็วขึ้น ผลิตภัณฑ์จึงเกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีเข้มขึ้น (เพิ่มพันธ์ อัคคีสุวรรณ และอุษา จันทร์, 2545)

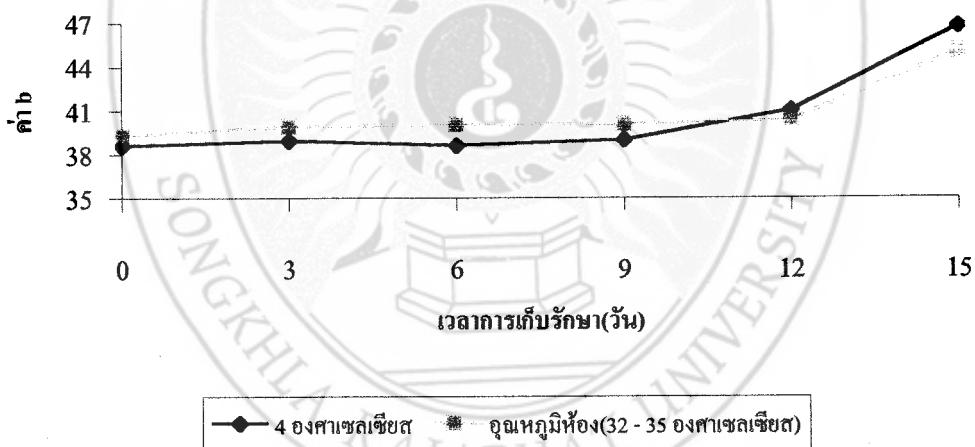


ภาพที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า L (ความสว่าง) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาที่อุณหภูมน้ำมันสำหรับบนมีปั๊ม

641.33
KA1

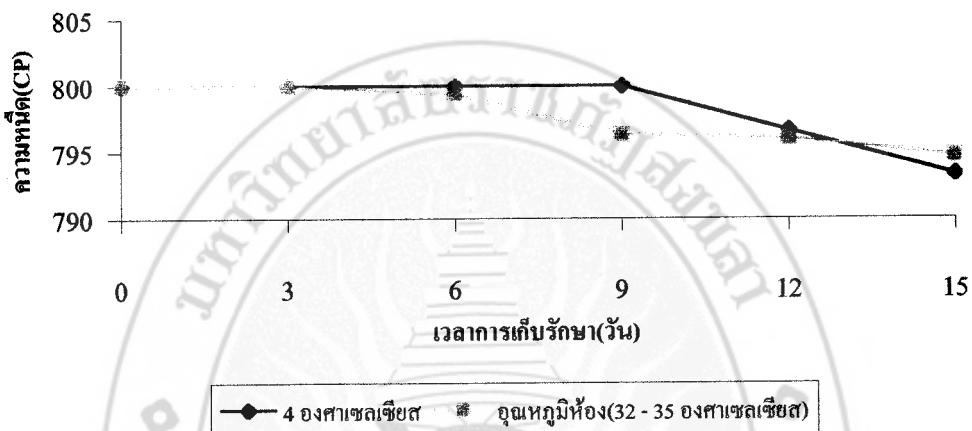


ภาพที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า a (สีแดง) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยา
ขุนสำราญบัณปัจ



ภาพที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า b (สีเหลือง) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยา
ขุนสำราญบัณปัจ

ความหนืด เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สังขยาขันน้ำสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นทำให้ความหนืดลดลงเล็กน้อย (ภาพที่ 12) (ตารางที่ 6) เป็นผลมาจากการความชื้นที่เพิ่มขึ้น ($P > 0.05$) (ตารางภาคผนวก ง 18) จึงทำให้มีปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น



ภาพที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาขันน้ำสำหรับขนมปัง

ตารางที่ 6 แสดงองค์ประกอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สังขยาบนุสำหรับขนมปังในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน

อายุการ เก็บรักษา (วัน)	องค์ประกอบทางกายภาพ ¹											
	PH		Aw		L		A		b		ความหนืด	
	4 ⁰ c**	อุณหภูมิห้อง**	4 ⁰ c**	อุณหภูมิห้อง**	4 ⁰ c**	อุณหภูมิห้อง*	4 ⁰ c**	อุณหภูมิห้อง**	4 ⁰ c**	อุณหภูมิห้อง**	4 ⁰ c ^{ns}	อุณหภูมิห้อง ^{ns}
0	5.68 ^{ab}	5.68 ^a	0.843 ^d	0.823 ^c	59.32 ^f	63.22 ^b	3.16 ^c	3.16 ^d	38.59 ^c	39.25 ^f	799.99	799.99
3	5.68 ^{ab}	5.63 ^a	0.865 ^c	0.838 ^d	61.49 ^e	62.34 ^b	3.40 ^d	3.40 ^c	38.93 ^c	39.91 ^e	799.99	799.96
6	5.69 ^a	5.08 ^b	0.874 ^{bc}	0.856 ^c	62.81 ^d	62.66 ^b	3.91 ^b	4.20 ^b	38.59 ^c	40.02 ^a	799.96	799.33
9	5.53 ^c	4.27 ^c	0.881 ^b	0.872 ^b	63.22 ^a	60.22 ^b	4.45 ^a	4.32 ^a	38.99 ^c	40.06 ^c	799.96	796.33
12	5.65 ^b	4.06 ^d	0.884 ^b	0.875 ^b	62.40 ^c	64.65 ^b	3.50 ^c	4.27 ^{ab}	41.01 ^b	40.38 ^a	796.63	795.99
15	5.66 ^{ab}	3.89 ^c	0.894 ^a	0.892 ^a	62.34 ^d	78.37 ^a	3.58 ^c	4.34 ^a	46.75 ^a	45.02 ^c	793.30	794.66

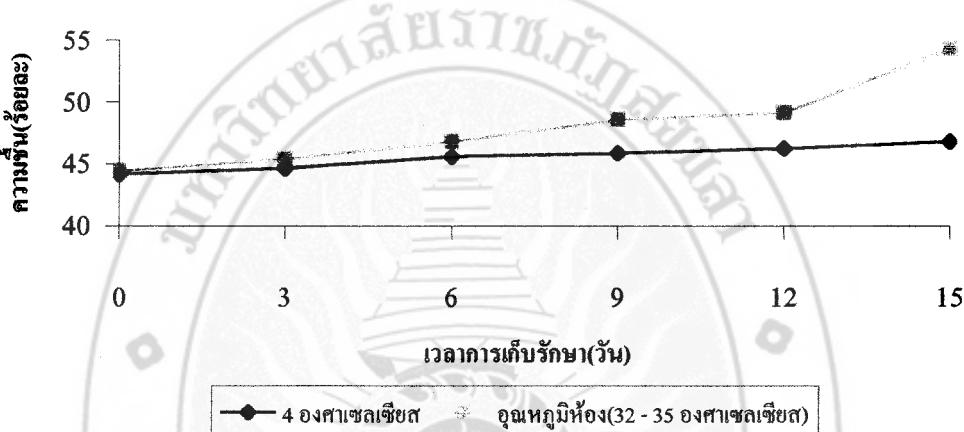
¹ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ชุด ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ
ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.05$)

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.05$)

**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

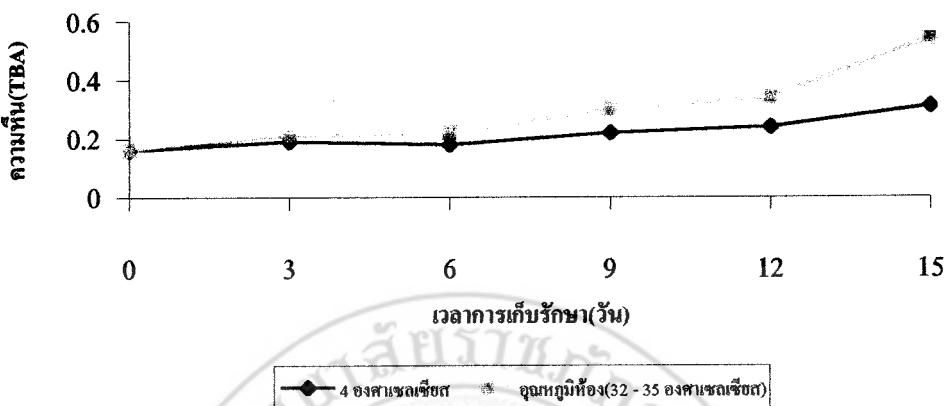
3.2 คุณภาพทางเคมี

ระยะเวลาการเก็บรักษาทำให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สังขยาข้นสำหรับขันปั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ($P < 0.01$) (ภาพที่ 13) (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวก 19) เนื่องจากสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง มีการเก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทซึ่งสามารถป้องกันความชื้นได้ดีพอสมควร



ภาพที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาข้นสำหรับขันปั้ง

ค่าความทึบ (TBA) ของผลิตภัณฑ์สังขยาข้นสำหรับขันปั้งในการเก็บรักษา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 14) (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวก 20) ทั้งที่สภาวะการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ($P > 0.05$) และอุณหภูมิห้อง ($P < 0.05$) โดยที่อุณหภูมิห้องมีค่าความทึบ (TBA) เพิ่มขึ้นมากกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่อุณหภูมิห้องมีแสงสว่างและอุณหภูมิที่สูงกว่า จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาการเหม็นหืนได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพราะความร้อนและแสงสว่าง ช่วยเร่งให้การเหม็นหืนเกิดได้รวดเร็วขึ้น ดังนั้นการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่เย็น (ศศิเกย์ม ทองยงค์ และพรรณี เดชาดำรง, 2530)



ภาพที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความทึบและเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาข้นนุนสำหรับขนมปัง

ตารางที่ 7 แสดงองค์ประกอบทางเคมี (ความชื้นและความทึบ) ของผลิตภัณฑ์สังขยาข้นนุนสำหรับขนมปังในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	องค์ประกอบทางเคมี ¹			
	ความชื้น (ร้อยละ)		$4^{\circ}\text{C}^{\text{ns}}$	อุณหภูมิห้อง**
	4°C^{**}	อุณหภูมิห้อง**		
0	44.18 ^f	44.45 ^c	0.16	0.16 ^b
3	44.64 ^e	45.38 ^d	0.19	0.21 ^b
6	45.60 ^d	46.81 ^c	0.18	0.22 ^b
9	45.89 ^c	48.59 ^b	0.22	0.30 ^{ab}
12	46.27 ^b	49.15 ^b	0.24	0.34 ^{ab}
15	46.81 ^a	54.29 ^a	0.31	0.54 ^a

¹ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ชุด ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ

**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.05$)

ระยะเวลาการเก็บรักษาของสังขยาขันน้ำสำหรับนมปั่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสไม่มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีนไขมัน และถ้า เกิดการเปลี่ยนแปลง ($P > 0.05$) (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวก ง21 และ ง22) ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนไขมัน มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) (ตารางที่ 8 และ ตารางภาคผนวก ง21 และ ง22) พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณโปรตีนที่อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) มีปริมาณลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดโดยเฉพาะพวกราไก้ใช้สารอาหารประเภทโปรตีนโดยจะทำการย่อยลายโปรตีนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (เสาวภา คุปตภาก, 2542) และปริมาณไขมัน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เนื่องจากไขมันที่เกิดจากส่วนประกอบของอาหารทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยเฉพาะเมื่อมีแสงและความชื้นทำให้เกิดกรดไขมันอิสระเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีไขมันเยิมออกนามีกลิ่นเหม็นและรสชาติเปลี่ยนแปลงมีรสเปรี้ยว (ศศิเกย์ ทองยงค์ และพรมนี เดชะคำแหง, 2530)

ตารางที่ 8 แสดงองค์ประกอบทางเคมี (โปรตีน ไขมัน และถ้า) ของผลิตภัณฑ์สังขยาขันน้ำสำหรับนมปั่งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน

อายุการเก็บ		องค์ประกอบทางเคมี ¹					
รักษาก	(วัน)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	ถ้า (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	ถ้า (ร้อยละ)
		4°C ^{ns}	อุณหภูมิห้อง**	4°C ^{ns}	อุณหภูมิห้อง**	4°C ^{ns}	อุณหภูมิห้อง ^{ns}
0	0	2.63	2.63	14.00	14.00	0.95	0.94
	15	2.60	2.29	13.98	15.82	0.95	0.95

¹ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ชุด ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ

**มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.05$)

3.3 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สังขยาขันน้ำสำหรับนมปั่ง พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจากวันแรกจนถึงวันสุดท้าย (ตารางที่ 9) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าออเดอร์แอคติวิตี้ (Aw) ที่เพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 6) ซึ่งสภาวะดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโต

ได้คือที่ pH 6.6 – 7.5 และค่า Aw สูงกว่า 0.8 (ศิริลักษณ์ สินธวा�ลัย, 2525) ปริมาณจุลินทรีย์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) มีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) มีสภาวะที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ส่วนราและยีสต์มีจำนวนน้อย (ตารางที่ 10) เนื่องจากสภาวะการเก็บรักษาดังกล่าวไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรานะ夷ส์ต์ เพราะเชื้อรานารถเจริญได้คือที่ pH 2 – 8.5 ค่า Aw 0.80 ที่อุณหภูมิ 25 – 30 องศาเซลเซียส ส่วนยีสต์เจริญได้คือที่ pH 2 – 8.5 ค่า Aw 0.88 ที่อุณหภูมิ 25 – 30 องศาเซลเซียส แต่ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) จะมีปริมาณเชื้อราน้ำที่สูงกว่าที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอาจเกิดการปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกทำให้จุลินทรีย์พวยที่ต้องการออกซิเจนสามารถเจริญเติบโตได้ (เสาวภา คุปตภักร, 2542)

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคลoni / กรัมตัวอย่าง) ในผลิตภัณฑ์สังขยาบุนเดชารับขึ้นเมื่อระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการ เก็บรักษา	ปริมาณเจือจาง	ระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 – 15 (วัน) ¹					
		0	3	6	9	12	15
อุณหภูมิ 4	10^3	2.00	3.50	37.50	54.50	>300	>300
องศาเซลเซียส	10^4	1.00	3.00	>300	40.00	>300	>300
	10^5	0.50	2.50	8.50	>300	19.50	>300
	10^6	0.50	1.00	2.40	12.50	15.00	29.50
อุณหภูมิห้อง (32-35 องศา เซลเซียส)	10^3	5.00	18.50	40.00	>300	>300	>300
	10^4	5.00	13.00	36.50	>300	>300	>300
	10^5	4.50	9.50	30.00	>300	>300	>300
	10^6	3.00	7.00	19.50	53.25	>300	>300

¹ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ชุด

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนยีสต์ – รา (โคลนี / กรัมตัวอย่าง) ในผลิตภัณฑ์สังขยาขันน้ำสำหรับขนมปัง
ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (32–35 องศาเซลเซียส)
เป็นเวลา 15 วัน

สภาพการเก็บ รักษา	ปริมาณ	ระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 – 15 (วัน) ¹					
		0	3	6	9	12	15
อุณหภูมิ 4	10^3	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	1.00 (รา)
องศาเซลเซียส	10^4	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.50 (รา)	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^5	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	0.50 (รา)
	10^6	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
อุณหภูมิห้อง (32-35	10^3	ไม่พบ	ไม่พบ	4.00(รา)	5.00(รา)	6.00(รา)	12.00 (รา)
องศาเซลเซียส)	10^4	ไม่พบ	2.00(รา)	ไม่พบ	3.50(รา)	4.50 (รา)	8.00 (รา)
	10^5	ไม่พบ	ไม่พบ	3.00 (รา)	2.00(รา)	ไม่พบ	3.00(รา)
	10^6	ไม่พบ	ไม่พบ	2.00(รา)	ไม่พบ	3.00(รา)	3.50(รา)

¹ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ชั้ง