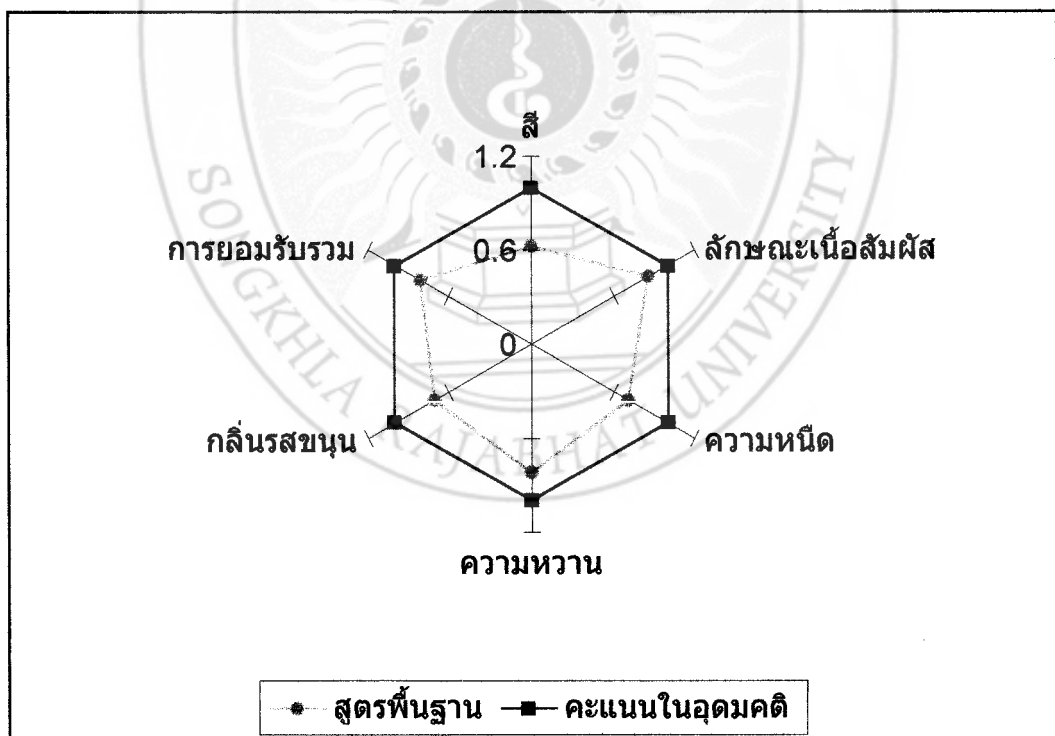


## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### 1. การยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังจากสูตรพื้นฐาน

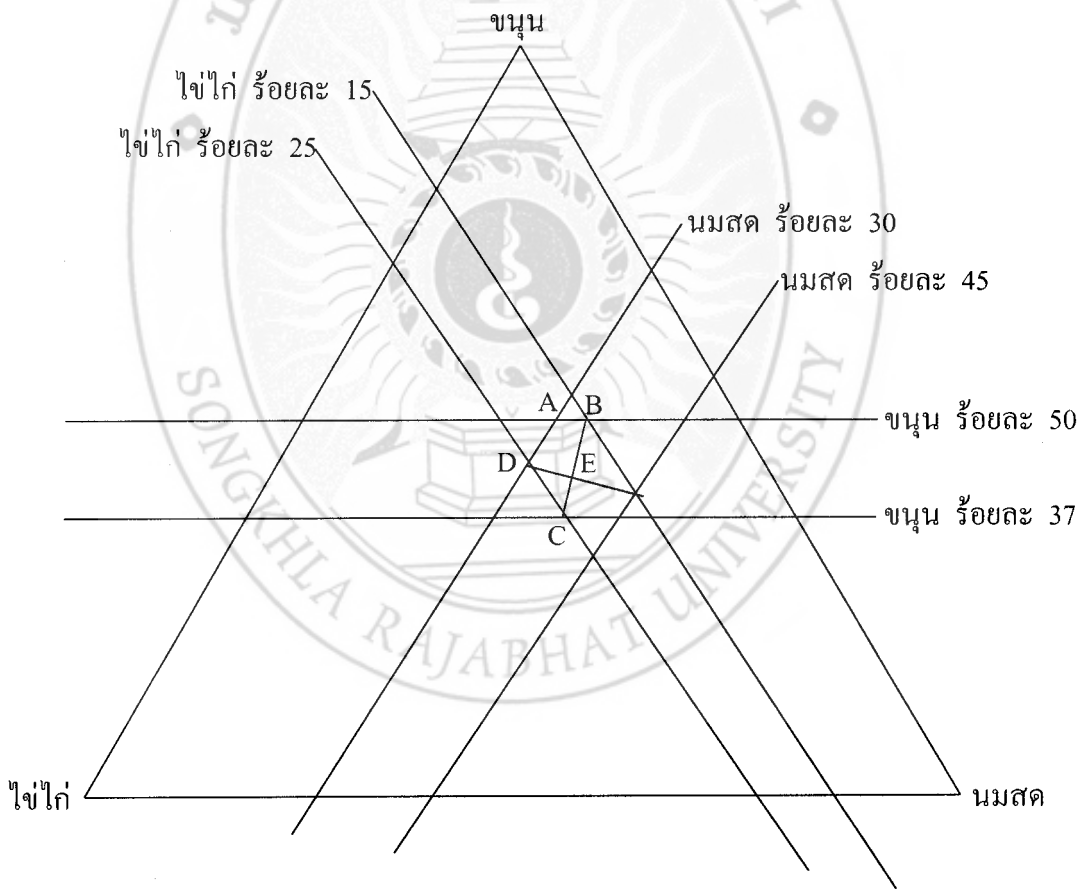
จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังจากสูตรพื้นฐานที่ดัดแปลงจากสูตรสังขยาแคโรทของห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน ทำการทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA) ประเมินคุณภาพด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด ความหวาน กลิ่นรสขนุนและการยอมรับรวม พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับคุณภาพในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ยังน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอัตราส่วนเฉลี่ยของ S/I กับ อัตราส่วน I/I ดังภาพที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มีน้อยกว่าค่าอุดมคติที่ผู้บริโภครต้องการ ดังนั้น จึงนำแนวความคิดนี้มาพัฒนาสูตร โดยพิจารณาจากค่า (S/I) ที่มีค่าเข้าใกล้ค่าอุดมคติน้อยที่สุด 3 คุณภาพ ซึ่งได้แก่ ค่าสี ความหนืด และกลิ่นรสขนุน มาปรับปรุงส่วนผสมที่มีผลต่อค่าดังกล่าว เพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนการพัฒนาสูตรสังขยาขนุนสำหรับขนมปังต่อไป



ภาพที่ 4 แสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่ได้รับการยอมรับจากสูตรพื้นฐาน

## 2. การพัฒนาสูตรสังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

การพัฒนาสูตรสังขยาขนุนสำหรับขนมปัง โดยอาศัยเค้าโครงลักษณะผลิตภัณฑ์จากข้อ 1 (ภาพที่ 4) พบว่า ควรมีการปรับปรุงส่วนผสมที่มีต่อ ค่าสี ความหนืด และกลิ่นรสขนุน โดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture design (ภาพที่ 5) กำหนดให้มีการใช้ขนุน ร้อยละ 37 – 50 ไข่ไก่ร้อยละ 15 – 25 และนมสดร้อยละ 30 – 45 สำหรับกะทิชั้น น้ำตาลทราย แป้งข้าวโพด ใช้ในปริมาณคงที่ สามารถออกแบบสูตรสังขยาขนุนได้ 7 สูตร นำมาใช้พัฒนาเพียง 5 สูตร (ตารางที่ 2) โดยในแต่ละสูตรให้อัตราส่วนระหว่างขนุน ไข่ไก่ นมสด รวมเป็นร้อยละ 55 กะทิชั้นร้อยละ 23 น้ำตาลทรายร้อยละ 20 และแป้งข้าวโพดร้อยละ 2 แล้วนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการผลิตสังขยาขนุนสำหรับขนมปังในข้อ 1.2



ภาพที่ 5 แสดงช่วงของการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังโดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture design (ไพโรจน์ วิริยาริ, 2535)

ตารางที่ 2 แสดงสูตรที่ได้จากการพัฒนาสูตรสังขยาขนุนสำหรับขนมปังโดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture design

สูตร	ขนุน (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 : ดัดแปลงจากห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาโครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา (2544)

## 2.1 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า สังขยาขนุนสำหรับขนมปังมีคะแนน S/I ของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด ความหวาน กลิ่นรสขนุน และการยอมรับรวม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) (ตารางที่ 3 และตารางภาคผนวก ง1) โดยสังขยาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีค่าสีเหลืองสูงกว่าสังขยาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง B E C และ D ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี (ตารางที่ 4) คือตัวอย่าง A จะมีค่าสีเหลือง (b) สูงที่สุด เนื่องจากตัวอย่าง A มีปริมาณขนุนและไข่ไก่ในส่วนผสมปริมาณมาก ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง B มีลักษณะเนื้อเนียนกว่าสังขยาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่างอื่นๆ เนื่องจากตัวอย่าง B มีปริมาณไข่ไก่ในส่วนผสมน้อย (15%) เพราะปริมาณไข่ไก่ที่ลดลงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อเนียนมากขึ้น (เพิ่มพันธ์ อัครศิสุวรรณ และอุษา จันทศรี, 2545) ความหนืดของสังขยาขนุนสำหรับขนมปัง พบว่า ในตัวอย่าง A และ D มีความหนืดมากกว่าในตัวอย่าง B E และ C ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลการวัดความหนืดด้วยเครื่องมือ (ตารางที่ 4) คือสังขยาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีความหนืดสูงที่สุด ( $P < 0.01$ ) รองลงมาคือตัวอย่าง D E B และ C ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความหนืดและลักษณะเนื้อสัมผัส (ความเนียนลดลง) เพราะเมื่อไข่ไก่ได้รับความร้อนโปรตีนจะเกิดการแข็งตัว และเกิดโครงสร้างเป็นวุ้น (gelation) หากใส่ไข่ไก่ในปริมาณมาก ผลิตภัณฑ์จะมีความหนืดมากและลักษณะเนื้อก็จะหยาบขึ้น (เพิ่มพันธ์ อัครศิสุวรรณ และอุษา จันทศรี, 2545) ค่าความหวานของสังขยาขนุนสำหรับขนมปังพบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (ตารางที่ 5) คือสังขยาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีค่าความหวานสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ

เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีปริมาณขนุนเพิ่มขึ้น จึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหวานมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากขนุนเป็นส่วนผสมที่ให้ความหวาน เช่นเดียวกับกับกลิ่นรสขนุนที่แสดงในผลิตภัณฑ์เมื่อปริมาณขนุนเพิ่มขึ้น กลิ่นรสขนุนเพิ่มขึ้น คือ สังขยาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A และ B มีกลิ่นรสขนุนมากกว่าตัวอย่าง E C และ D ตามลำดับ ( $P < 0.01$ ) (ตารางภาคผนวก ง1) เนื่องจากมีปริมาณขนุนในส่วนผสมมากที่สุด (ร้อยละ 50)

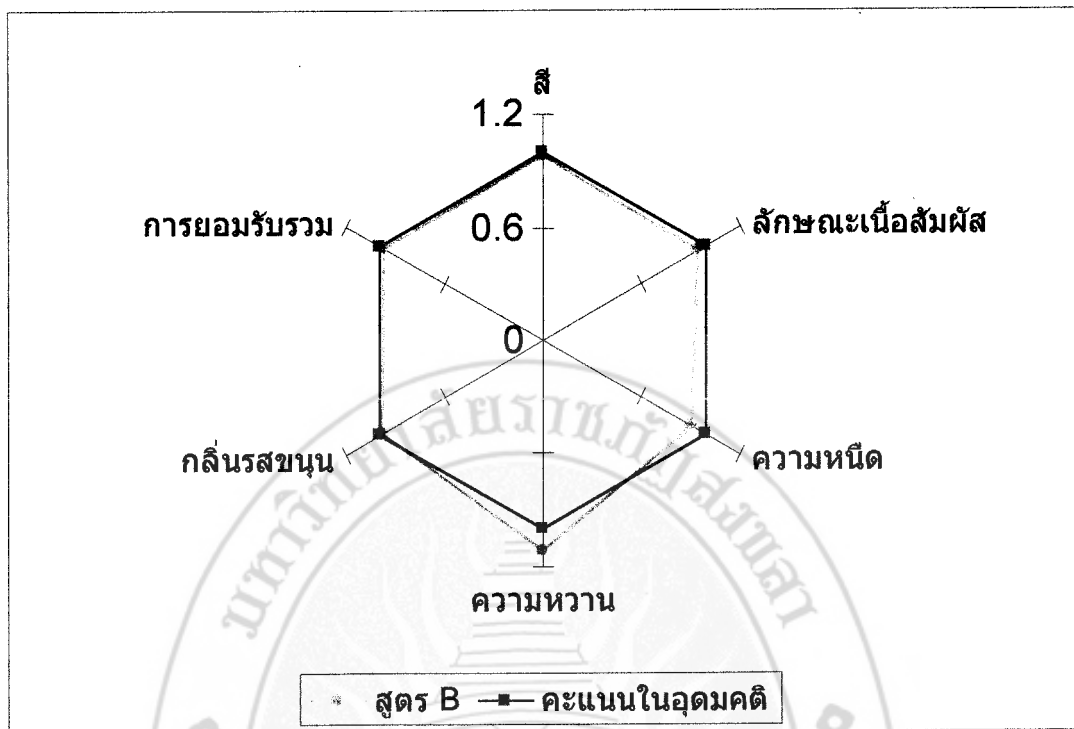
ตารางที่ 3 แสดงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

สังขยาขนุน สำหรับขนม ปัง (สูตร)	คะแนนการยอมรับ <sup>1</sup>					
	สี**	ลักษณะเนื้อ สัมผัส**	ความ หนืด**	ความ หวาน**	กลิ่นรส ขนุน**	การยอมรับ รวม**
A	1.11 <sup>a</sup>	0.87 <sup>b</sup>	1.30 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.88 <sup>b</sup>
B	1.00 <sup>b</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.90 <sup>b</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>
C	0.73 <sup>c</sup>	0.80 <sup>c</sup>	0.73 <sup>d</sup>	0.67 <sup>c</sup>	0.73 <sup>b</sup>	0.60 <sup>c</sup>
D	0.62 <sup>d</sup>	0.68 <sup>d</sup>	0.92 <sup>b</sup>	0.67 <sup>c</sup>	0.56 <sup>c</sup>	0.60 <sup>c</sup>
E	0.97 <sup>b</sup>	0.82 <sup>bc</sup>	0.87 <sup>c</sup>	0.84 <sup>b</sup>	0.74 <sup>b</sup>	0.81 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนคะแนนตัวอย่างกับค่าอุดมคติ (S/I) จากผู้ทดสอบ 15 คน

\*\*มีค่าแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ส่วนคะแนนการยอมรับรวมแตกต่างกัน ( $P < 0.01$ ) พบว่า ผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังตัวอย่าง B ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ซึ่งสังเกตได้จากคะแนน S/I ของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับหลายปัจจัยที่เข้าใกล้อุดมคติ (ค่า I/I) ( $P > 0.05$ ) ดังภาพที่ 6 โดยผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังตัวอย่าง B ประกอบด้วยขนุนร้อยละ 50 ไข่ไก่ร้อยละ 15 และนมสดร้อยละ 35 ดังนั้น จึงเลือกผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง B เป็นสังขยาขนุนสำหรับขนมปังเพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาต่อไป



ภาพที่ 6 แสดงเค้าโครงผลิตภัณฑ์สังฆชาขนุนสำหรับขนมปังที่ได้รับการยอมรับจากการพัฒนาสูตร

## 2.2 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

### 2.2.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ (ตารางที่ 4) พบว่า ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $A_w$ ) ค่าสี L a b และความหนืด มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) (ตารางภาคผนวก 2 – 7) ได้ผลดังนี้

ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) พบว่า สังฆชาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง 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 อัครศิสุวรรณ และอุษา จันทศรี, 2545)

ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ( $A_w$ ) ในสังฆชาขนุนสำหรับขนมปังตัวอย่าง B มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีสูงที่สุด รองลงมาคือตัวอย่าง A C D และ E ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก 3)

ค่าสี พบว่า สังกษยาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง D มีค่า L (ความสว่าง) สูงกว่าตัวอย่าง C E B และ A ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ในขณะที่สีของสังขยาขนุนสำหรับขนมปังตัวอย่าง E มีแนวโน้มก่อนไปทางสีแดง (ค่า a เป็นบวก) สูงกว่าในตัวอย่าง C A B และ D ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก ง5) ส่วนสีสังขยาขนุนสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีค่าก่อนไปทางสีเหลือง (ค่า b เป็นบวก) สูงกว่าตัวอย่างตัวอื่นๆ (ตารางที่ 4) (ตารางภาคผนวก ง6) เนื่องจากตัวอย่าง A มีการใช้ขนุนและไข่ไก่ปริมาณมาก เพราะเนื้อขนุนมีลักษณะสีเหลือง เมื่อใส่ในปริมาณมากทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองเข้มขึ้นและไข่ไก่มีคุณสมบัติทำให้อาหารมีลักษณะของสีเข้มมากขึ้นด้วย (เข้มทอง นิมจินดา, 2538)

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

**ตารางที่ 4** แสดงองค์ประกอบทางกายภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

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

<sup>1</sup>ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ

\*\*มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

### 2.2.2 คุณภาพทางเคมี

ผลการทดสอบคุณภาพทางเคมี (ตารางที่ 5) พบว่า สังกษยาขนุนสำหรับขนมปังทั้ง 5 ตัวอย่างมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และปริมาณเถ้าแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) (ตารางภาคผนวก ง8 – ง12) ได้ผลดังนี้

สังขยาขุ่นสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ เนื่องจากมีปริมาณขุ่นมากในส่วนผสม ซึ่งมีผลสอดคล้องกับค่าความหวานจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 3)

ความชื้น สังขยาขุ่นสำหรับขนมปังในตัวอย่าง B มีค่าสูงกว่าตัวอย่าง A C D และ E ตามลำดับ ดังตารางที่ 5 (ตารางภาคผนวก ง9) สอดคล้องกับค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Aw) ในตารางที่ 4 คือ สังขยาขุ่นสำหรับขนมปังในตัวอย่าง B มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีสูงที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง ค่าวอเตอร์แอกติวิตีจะสูงเช่นกัน (รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2536)

ปริมาณโปรตีน สังขยาขุ่นสำหรับขนมปังในตัวอย่าง C มีค่าสูงที่สุดทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่าง C มีปริมาณไข่ไก่และนมสดในส่วนผสมอยู่มากที่สุด เพราะไข่ไก่และนมสดเป็นอาหารที่มีองค์ประกอบของโปรตีนสูง เมื่อนำมาประกอบอาหารจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น (จิตรนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2540)

ปริมาณไขมัน พบว่า สังขยาขุ่นสำหรับขนมปังในตัวอย่าง E มีค่ามากกว่าตัวอย่างอื่นๆ (ตารางที่ 5) เนื่องจากตัวอย่าง E มีปริมาณไข่ไก่ในส่วนผสมอยู่มาก เพราะไขมันมีอยู่มากในไข่แดง ประกอบด้วยไขมันชนิดต่างคือไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิปิด และโคเรสเตอรอล (เกสรี วุกถ้อง และสมเดช สังเกต, 2538)

ปริมาณเถ้า พบว่า สังขยาขุ่นสำหรับขนมปังในตัวอย่าง A มีปริมาณเถ้าสูงที่สุด รองลงมาคือตัวอย่าง B E C และ D ตามลำดับ (ตารางที่ 5) เนื่องจากในส่วนผสมของตัวอย่าง A มีปริมาณขุ่นและไข่ไก่อยู่มาก จึงทำให้มีปริมาณเถ้าสูง เพราะในขุ่นและไข่ไกมีส่วนประกอบของแร่ธาตุอยู่หลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส วิตามินเอ แคลเซียมและฟอสเฟต เป็นต้น (ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณี เดชกำแหง, 2530)

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

สังขยาขนุน สำหรับขนมปัง (สูตร)	องค์ประกอบทางเคมี <sup>1</sup>				
	ปริมาณของแข็งที่ ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)**	ความชื้น** (ร้อยละ)	โปรตีน** (ร้อยละ)	ไขมัน** (ร้อยละ)	เถ้า** (ร้อยละ)
A	60.00 <sup>a</sup>	42.52 <sup>b</sup>	2.50 <sup>d</sup>	11.60 <sup>b</sup>	1.47 <sup>a</sup>
B	54.00 <sup>b</sup>	44.01 <sup>a</sup>	2.30 <sup>c</sup>	8.02 <sup>d</sup>	1.33 <sup>b</sup>
C	48.00 <sup>d</sup>	42.64 <sup>b</sup>	3.14 <sup>a</sup>	9.08 <sup>c</sup>	1.16 <sup>c</sup>
D	48.00 <sup>d</sup>	41.51 <sup>c</sup>	2.68 <sup>c</sup>	8.50 <sup>cd</sup>	1.10 <sup>c</sup>
E	49.00 <sup>c</sup>	32.90 <sup>d</sup>	2.99 <sup>b</sup>	14.78 <sup>a</sup>	1.31 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ

\*\*มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

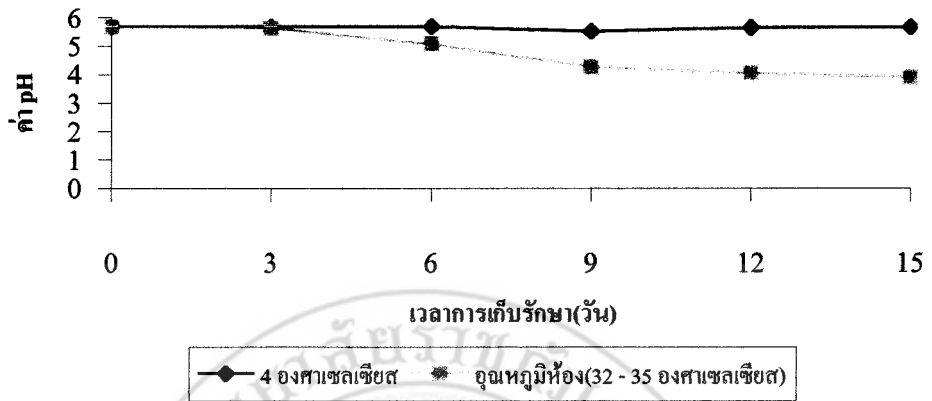
### 3. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่ผ่านการพัฒนาสูตรจนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคแล้วมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (32–35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน ทำการประเมินคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลินทรีย์ได้ผล ดังนี้

#### 3.1 คุณภาพทางกายภาพ

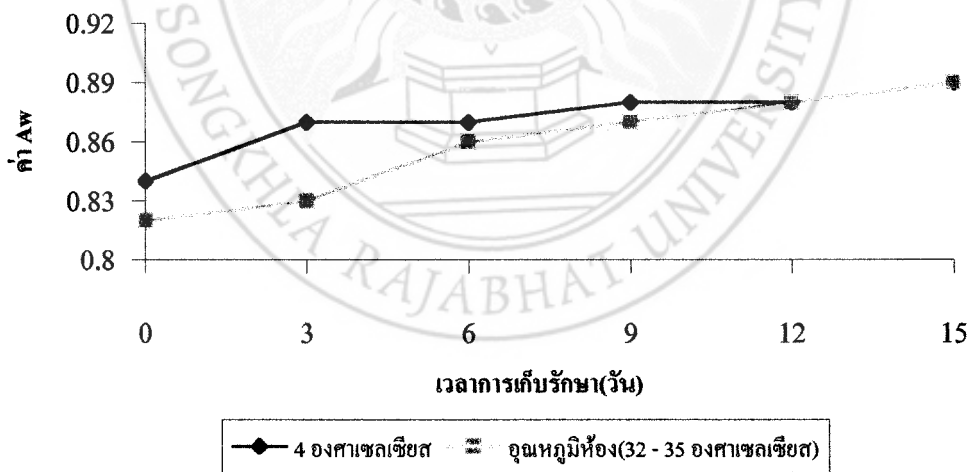
ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า pH ของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีค่าลดลงเล็กน้อย ( $P < 0.01$ ) มีค่าอยู่ในช่วง pH 5.68–5.66 ที่อุณหภูมิห้องค่า pH จะลดลงอย่างเห็นได้ชัด อยู่ในช่วง pH 5.68–3.89 (ภาพที่ 7) (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวก ง13) ซึ่งมีแนวโน้มค่อนข้างเป็นกรดเพิ่มขึ้น เนื่องจากที่อุณหภูมิห้องจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งจุลินทรีย์จะมีส่วนประกอบของอาหารในการเจริญเติบโตและปล่อยกรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก ออกมาเป็นผลทำให้ pH ของอาหารลดลง (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2534)





ภาพที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

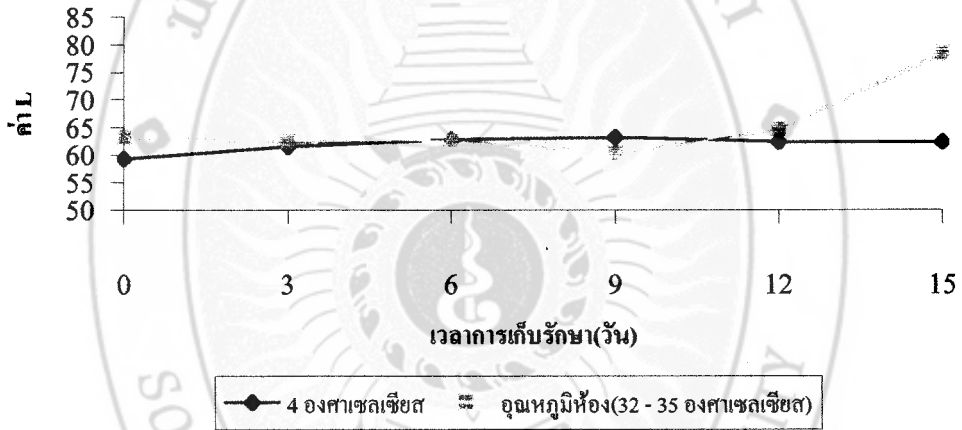
ค่าแอกเตอร์แอคทีวิตี้ ( $A_w$ ) จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง พบว่า วันแรกของการเก็บรักษามีค่าต่ำที่สุด ( $P < 0.01$ ) และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 8) (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวก ง14)



ภาพที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแอกเตอร์แอคทีวิตี้ ( $A_w$ ) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

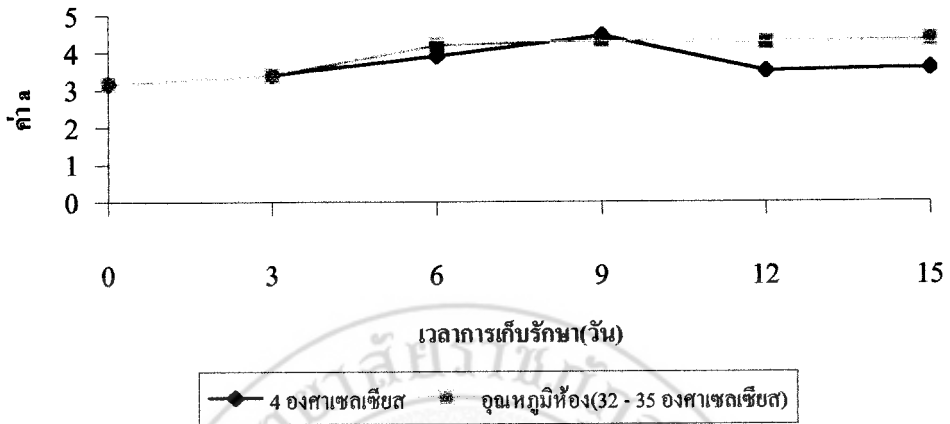


ค่าสี การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิห้อง ค่าความสว่าง (ค่า L) ค่าสีแดง (ค่า a) และค่าสีเหลือง (ค่า b) มีค่าเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น ( $P < 0.01$ ) (ภาพที่ 9 – 11) (ตารางที่ 6) (ตารางภาคผนวก ง15 – ง16) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีสีเข้มกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าความชื้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากปริมาณความชื้นที่สูง ทำให้โมเลกุลของน้ำในผลิตภัณฑ์สามารถดูดโมเลกุลของออกซิเจนได้มาก ซึ่งมีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาสีน้ำตาลให้เกิดได้เร็วขึ้น ผลิตภัณฑ์จึงเกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีเข้มขึ้น (เพิ่มพันธ์ อัครศิสุวรรณ และ อุษา จันทศรี, 2545)

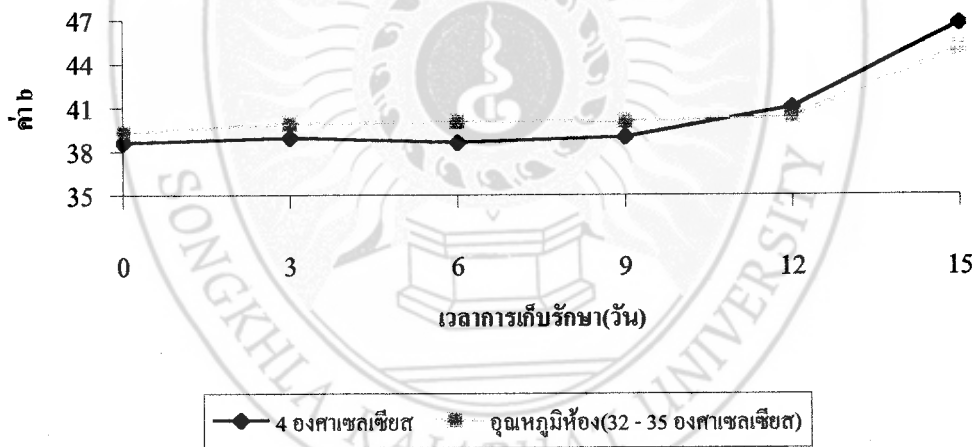


ภาพที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า L (ความสว่าง) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

๖๓.๓๓  
๓๓/๓

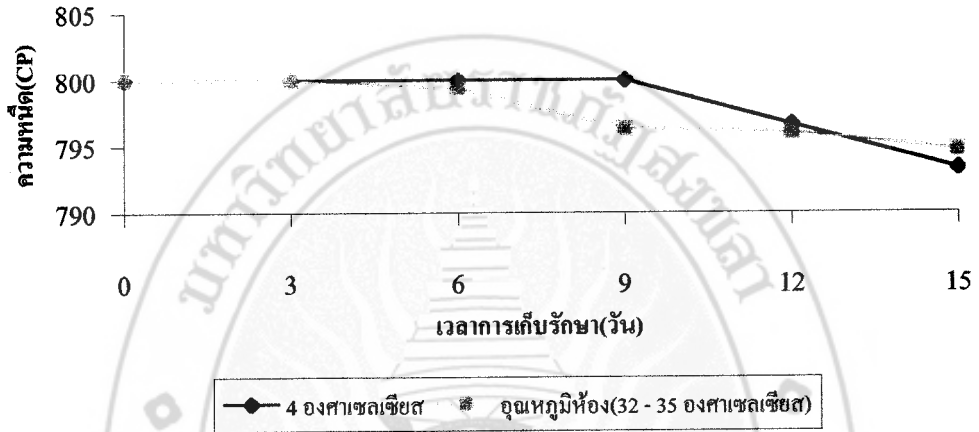


ภาพที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า a (สีแดง) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยา  
ขนุนสำหรับขนมปัง



ภาพที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า b (สีเหลือง) และเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยา  
ขนุนสำหรับขนมปัง

ความหนืด เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นทำให้ความหนืดลดลงเล็กน้อย (ภาพที่ 12) (ตารางที่ 6) เป็นผลมาจากความชื้นที่เพิ่มขึ้น ( $P > 0.05$ ) (ตารางภาคผนวก ง18) จึงทำให้มีปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น



ภาพที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

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

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

<sup>1</sup>ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ

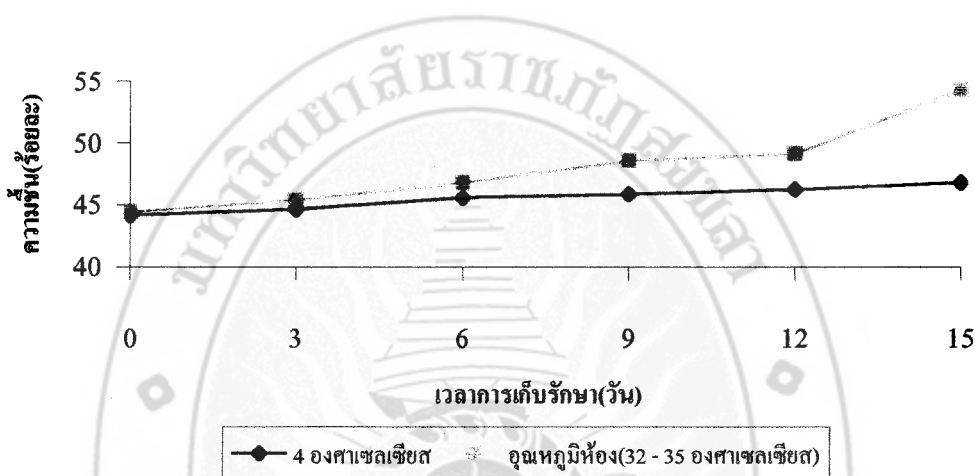
ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P > 0.05)

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P < 0.05)

\*\*มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P < 0.01)

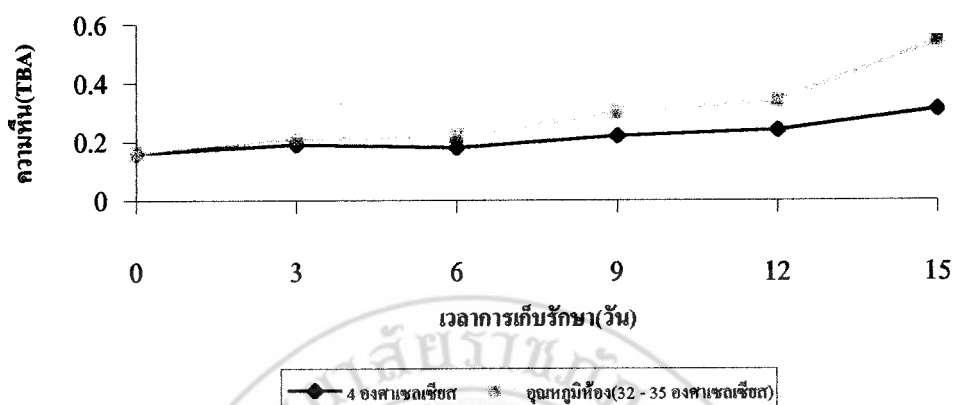
### 3.2 คุณภาพทางเคมี

ระยะเวลาการเก็บรักษาทำให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ( $P < 0.01$ ) (ภาพที่ 13) (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวก ง19) เนื่องจากสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง มีการเก็บรักษาในภาชนะปิดสนิทซึ่งสามารถป้องกันความชื้นได้ดีพอสมควร



ภาพที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง

ค่าความหืน (TBA) ของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังในการเก็บรักษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 14) (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวก ง20) ทั้งที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ( $P > 0.05$ ) และอุณหภูมิห้อง ( $P < 0.05$ ) โดยที่อุณหภูมิห้องมีค่าความหืน (TBA) เพิ่มขึ้นมากกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่อุณหภูมิห้องมีแสงสว่างและอุณหภูมิที่สูงกว่า จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาการเหม็นหืนได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพราะความร้อนและแสงสว่าง ช่วยเร่งให้การเหม็นหืนเกิดขึ้นได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่เย็น (ศศิเกษม ทองรงค์ และพรณี เดชกำแหง, 2530)



ภาพที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและเวลาการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน สำหรับขนมปัง

ตารางที่ 7 แสดงองค์ประกอบทางเคมี (ความชื้นและค่าความชื้น) ของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน สำหรับขนมปังในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	องค์ประกอบทางเคมี <sup>1</sup>			
	ความชื้น (ร้อยละ) 4°C**	อุณหภูมิห้อง**	4°C <sup>ns</sup>	TBA อุณหภูมิห้อง**
0	44.18 <sup>f</sup>	44.45 <sup>c</sup>	0.16	0.16 <sup>b</sup>
3	44.64 <sup>c</sup>	45.38 <sup>d</sup>	0.19	0.21 <sup>b</sup>
6	45.60 <sup>d</sup>	46.81 <sup>c</sup>	0.18	0.22 <sup>b</sup>
9	45.89 <sup>c</sup>	48.59 <sup>b</sup>	0.22	0.30 <sup>ab</sup>
12	46.27 <sup>b</sup>	49.15 <sup>b</sup>	0.24	0.34 <sup>ab</sup>
15	46.81 <sup>a</sup>	54.29 <sup>a</sup>	0.31	0.54 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ

\*\*มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P > 0.05$ )

ระยะเวลาการเก็บรักษาของสังขยาขนุนสำหรับขนมปังที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไม่มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า เกิดการเปลี่ยนแปลง ( $P > 0.05$ ) (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวก ง21 และ ง22) ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) มีผลทำให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน มีความแตกต่างกัน ( $P < 0.01$ ) (ตารางที่ 8 และ ตารางภาคผนวก ง21 และ ง22) พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณโปรตีนที่ อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) มีปริมาณลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์บางชนิดโดยเฉพาะพวก ราได้ใช้สารอาหารประเภทโปรตีนโดยจะทำการย่อยสลายโปรตีนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (เสาวภา คุปตภากร, 2542) และปริมาณไขมัน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณไขมันที่ อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากไขมันที่เกิดจากส่วนประกอบของ อาหารทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ โดยเฉพาะเมื่อมีแสงและความชื้นทำให้เกิดกรดไขมัน อิสระเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีไขมันเยิ้มออกมามีกลิ่นเหม็นและรสชาติเปลี่ยนแปลงมีรสเปรี้ยว (ศศิเกษม ทองยงค์ และพรณี เดชคำแหง, 2530)

**ตารางที่ 8** แสดงองค์ประกอบทางเคมี (โปรตีน ไขมัน และเถ้า) ของผลิตภัณฑ์สังขยาขนุน สำหรับขนมปังในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน

อายุการเก็บ รักษา (วัน)	องค์ประกอบทางเคมี <sup>1</sup>					
	โปรตีน (ร้อยละ)		ไขมัน (ร้อยละ)		เถ้า (ร้อยละ)	
	4°C <sup>ns</sup>	อุณหภูมิห้อง**	4°C <sup>ns</sup>	อุณหภูมิห้อง**	4°C <sup>ns</sup>	อุณหภูมิห้อง <sup>ns</sup>
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

<sup>1</sup>ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ตัวอักษรเหมือนกันแสดงถึงความไม่แตกต่างทางสถิติ

\*\*มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P > 0.05$ )

### 3.3 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปัง พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในผลิตภัณฑ์ มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจากวันแรกจนถึงวันสุดท้าย (ตารางที่ 9) ซึ่งมีความสอดคล้อง กับค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และค่าแอดอร์แอคทีวิตี (Aw) ที่เพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 6) ซึ่งสภาวะ ดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโต



ได้ดีที่ pH 6.6–7.5 และค่า Aw สูงกว่า 0.8 (ศิริลักษณ์ สินชวาลย์, 2525) ปริมาณจุลินทรีย์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) มีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าที่เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) มีสภาวะที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ส่วนราและยีสต์มีจำนวนน้อย (ตารางที่ 10) เนื่องจากสภาวะการเก็บรักษาดังกล่าวไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราและยีสต์ เพราะเชื้อราสามารถเจริญได้ดีที่ pH 2–8.5 ค่า Aw 0.80 ที่อุณหภูมิ 25–30 องศาเซลเซียส ส่วนยีสต์เจริญได้ดีที่ pH 2–8.5 ค่า Aw 0.88 ที่อุณหภูมิ 25–30 องศาเซลเซียส แต่ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) จะมีปริมาณเชื้อราที่สูงกว่าที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอาจเกิดการปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกทำให้จุลินทรีย์พวกที่ต้องการออกซิเจนสามารถเจริญเติบโตได้ (เสาวภา คุปตภากร, 2542)

**ตารางที่ 9** แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี / กรัมตัวอย่าง) ในผลิตภัณฑ์สังขยาขนุนสำหรับขนมปังระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (32 – 35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	ปริมาณเชื้ออาจ	ระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 – 15 (วัน) <sup>1</sup>					
		0	3	6	9	12	15
อุณหภูมิห้อง (32-35 องศาเซลเซียส)	10 <sup>3</sup>	2.00	3.50	37.50	54.50	>300	>300
	10 <sup>4</sup>	1.00	3.00	>300	40.00	>300	>300
	10 <sup>5</sup>	0.50	2.50	8.50	>300	19.50	>300
	10 <sup>6</sup>	0.50	1.00	2.40	12.50	15.00	29.50
อุณหภูมิห้อง (32-35 องศาเซลเซียส)	10 <sup>3</sup>	5.00	18.50	40.00	>300	>300	>300
	10 <sup>4</sup>	5.00	13.00	36.50	>300	>300	>300
	10 <sup>5</sup>	4.50	9.50	30.00	>300	>300	>300
	10 <sup>6</sup>	3.00	7.00	19.50	53.25	>300	>300

<sup>1</sup>ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ

**ตารางที่ 10** แสดงจำนวนยีสต์ – รา (โคโลนี / กรัมตัวอย่าง) ในผลิตภัณฑ์สังขยาขุ่นสำหรับขนมปัง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง (32–35 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 วัน

สภาวะการเก็บรักษา	ปริมาณเชื้ออาจ	ระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0–15 (วัน) <sup>1</sup>					
		0	3	6	9	12	15
อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	$10^3$	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	1.00 (รา)
	$10^4$	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 องศาเซลเซียส)	$10^3$	ไม่พบ	ไม่พบ	4.00(รา)	5.00(รา)	6.00(รา)	12.00 (รา)
	$10^4$	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)

<sup>1</sup>ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ