บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยอบ

ผลการสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยอบพบว่าลักษณะผลิตภัณฑ์กล้วยอบที่ผู้บริโภคคิดว่าสำคัญสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ลักษณะที่ปรากฏภายนอก ลักษณะที่สำคัญได้แก่ สี ความแข็งและความเหนียวของกล้วยอบ
2. กลิ่นและรสชาติ ลักษณะที่สำคัญได้แก่ กลิ่นกล้วยและรสหวาน
3. การยอมรับโดยรวม

ผลการศึกษาเพื่อหาลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์กล้วยอบที่ผู้บริโภคต้องการแสดงให้เห็นว่าลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 ดังกล่าว มีค่าสัดส่วน (Ideal ratio score) ดังแสดงในตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการและค่าสัดส่วน Ideal ratio profile

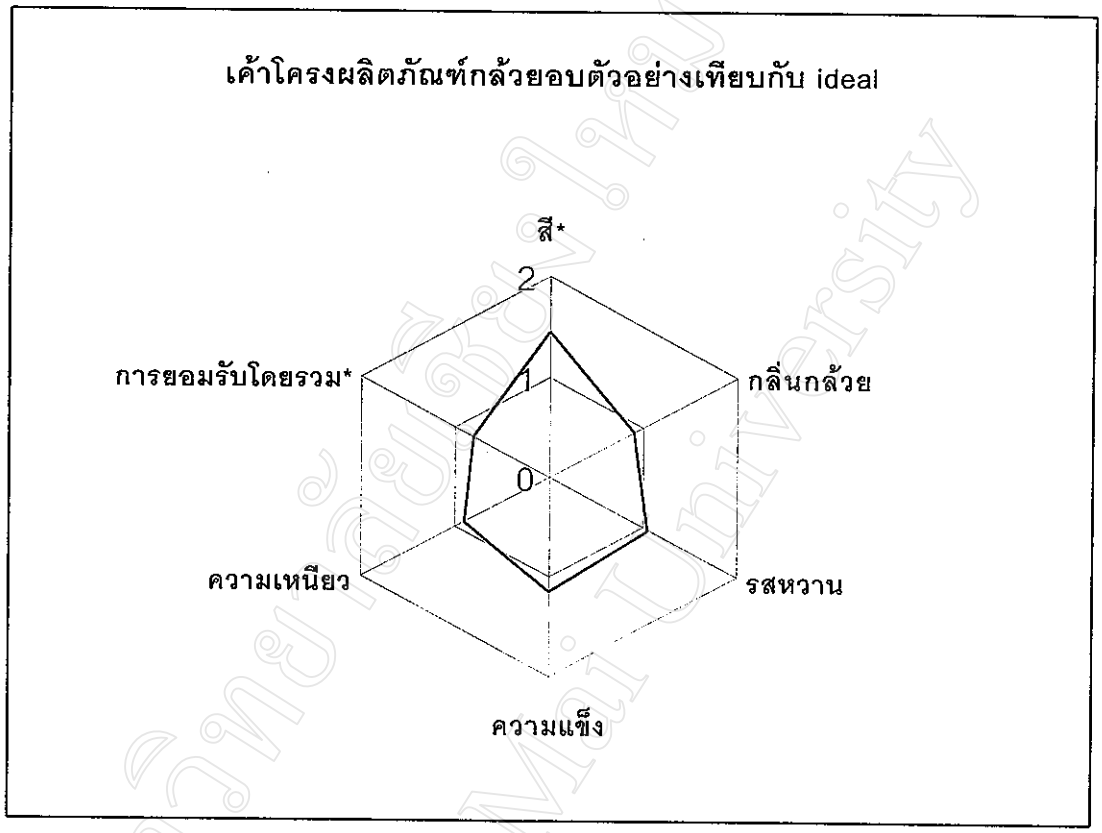
ลักษณะผลิตภัณฑ์	Ideal score (I; ซม.)	Sample score (S; ซม.)	Ideal ratio score (S/I)
สี	4.86	7.03	1.45*±0.39**
กลิ่นกล้วย	6.02	5.33	0.89±0.15
รสหวาน	7.16	7.67	1.07±0.19
ความแข็ง	5.49	6.38	1.16±0.39
ความเหนียว	5.72	5.2	0.91±0.14
การยอมรับโดยรวม	10	8.09	0.81*±0.11

หมายเหตุ : * แสดงว่ามีความแตกต่างกับค่า Ideal score อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p \leq 0.05$

** คือ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการประเมินลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ พบว่าทุกลักษณะที่สำคัญมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 0.50 แสดงว่าผู้บริโภคมีความคิดเห็นแตกต่างกันบ้างในการคัดเลือกลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ แต่ยังมีความต้องการไปในทิศทางเดียวกันลักษณะผลิตภัณฑ์

ดังกล่าวจึงนำมาใช้เป็นลักษณะที่สำคัญในการพัฒนากล้วยอบ โดยค่าสัดส่วนของแต่ละลักษณะสามารถนำมาสร้างเป็นเค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยอบได้ดังแสดงในรูป 4.1



รูป 4.1 ลักษณะเค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยอบ

จากรูป 4.1 แสดงให้เห็นว่าค่าสัดส่วนของการยอมรับโดยรวม มีค่าสัดส่วนน้อยกว่า 1 และค่าสัดส่วนมีความแตกต่างจากจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด (Ideal) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงว่าผลิตภัณฑ์กล้วยอบที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีการยอมรับโดยรวมต่ำกว่าจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด ดังนั้นจึงควรพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีการยอมรับโดยรวมไปในทิศทางที่เพิ่มขึ้น ส่วนด้านสีของผลิตภัณฑ์พบว่ามีค่าสัดส่วนมากกว่า 1 และมีความแตกต่างจากจุดที่ผู้บริโภคคิดว่าดีที่สุด (Ideal) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงว่าผลิตภัณฑ์กล้วยอบที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีสีเข้มมากเกินไป ดังนั้นจึงควรพัฒนาคุณลักษณะดังกล่าวไปในทิศทางที่ลดค่าสีลง และการที่ผลิตภัณฑ์กล้วยอบที่มีในท้องตลาดมีคุณภาพไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค อาจเนื่องจากในการผลิตใช้กล้วยที่ไม่ได้คุณภาพ เช่น กล้วยสุกน้อยเกินไปหรือสุกมากเกินไป

4.2 ผลการศึกษาเพื่อคัดเลือกระยะความแก่อ่อนของกล้วยที่เหมาะสมและวิธียับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

4.2.1 ผลการศึกษาเพื่อหาระยะความแก่อ่อนของกล้วย

โดยการคัดเลือกกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่และกล้วยหอมที่มีระยะการสุก 2 แบบ คือ สุกและสุกงอมแล้ววิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีเพื่อหาชนิดและระยะความสุกของกล้วยที่เหมาะสมต่อการผลิตกล้วยอบ

4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ผลการศึกษาระยะความแก่อ่อนของกล้วยโดยการวัดค่าสีเปลือกกล้วยด้วยเครื่องวัดสี ค่าที่ได้แสดงในรูปของค่า a*, b* แล้วนำมาคำนวณหาค่า Hue และ Chroma ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ค่าสีของเปลือกกล้วย

ชนิดกล้วย	ระยะสุก	Hue	Chroma
กล้วยน้ำว้า	สุกงอม	$80.48^{b}\pm1.21$	$40.90^{b}\pm4.48$
กล้วยน้ำว้า	สุก	$79.05^{bc}\pm0.69$	$47.40^{ab}\pm7.35$
กล้วยไข่	สุกงอม	$85.20^{a}\pm0.63$	$19.84^{c}\pm0.79$
กล้วยไข่	สุก	$75.85^{d}\pm2.73$	$50.54^{a}\pm7.96$
กล้วยหอม	สุกงอม	$86.32^{a}\pm0.59$	$20.78^{c}\pm0.74$
กล้วยหอม	สุก	$74.06^{cd}\pm2.09$	$47.71^{ab}\pm4.60$

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.2 พบว่าเปลือกกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมจะมีค่า Hue และค่า Chroma ไม่แตกต่างจากระยะสุก แต่เปลือกกล้วยไข่และกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่า Hue มากกว่าระยะสุกแต่มีค่า Chroma น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สีเปลือกกล้วยทั้ง 2 ระยะการสุกเหล่านี้จัดอยู่ในเฉดสีเหลือง แต่ค่า Chroma ของเปลือกกล้วยระยะสุกงอมน้อยกว่าระยะการสุกอาจเนื่องมาจากมีการสลายตัวของเม็ดสีมากขึ้นเมื่อกล้วยมีความสุกมากขึ้น ส่วนเปลือกกล้วยไข่ที่สุกงอมมีการตกกระมากขึ้น ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นเมื่อกล้วยไข่เริ่มกระบวนการสุกเนื่องจากความผิดปกติทางด้านสรีระ (physiological disorder) ของเปลือกกล้วยไข่ระหว่างการสุก (Marriott, 1980) การเปลี่ยนสีเปลือกของกล้วยเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสุกของกล้วย เนื่องจากกล้วยจัดเป็นผลไม้ประเภท Climacteric ซึ่งมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นขณะที่ผลไม้เริ่มสุก (สุมาลี, 2535)

เมื่อเก็บเกี่ยวกล้วยที่แก่จัดซึ่งเปลือกยังเป็นสีเขียวอยู่ แล้วนำมาบ่มกล้วยจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเซล ทำให้มีคุณภาพที่เหมาะสมและมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือก (Palmer, 1971) เมื่อกล้วยเริ่มสุกผิวของเปลือกจะเริ่มเปลี่ยนสี ปริมาณ Chlorophyll จะลดลงจนกระทั่งหมดไปเมื่อกล้วยสุกอย่างเต็มที่ ส่วนปริมาณ Carotene และ Xanthophyll ค่อนข้างคงที่และอาจมีปริมาณสูงขึ้นบ้างเล็กน้อยเมื่อสุกเต็มที่ (ทวีเกียรติ, 2527)

สำหรับค่าสีและแรงเฉือน (นิวตัน) ของเนื้อกล้วยสด ดังแสดงในตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ค่าสีและค่าแรงเฉือนของเนื้อกล้วยสด

ชนิด	ระยะสุก	ค่าสี		แรงเฉือน (นิวตัน)
		Hue	Chroma	
กล้วยน้ำว้า	สุกงอม	$84.42^{a}\pm0.86$	$32.64^{c}\pm3.43$	$6.18^{a}\pm0.06$
กล้วยน้ำว้า	สุก	$74.36^{c}\pm0.44$	$50.66^{a}\pm3.47$	$6.30^{a}\pm0.14$
กล้วยไข่	สุกงอม	$80.79^{b}\pm1.22$	$42.03^{b}\pm2.37$	$3.42^{d}\pm0.27$
กล้วยไข่	สุก	$78.07^{b}\pm0.93$	$43.47^{b}\pm2.32$	$4.11^{c}\pm0.08$
กล้วยหอม	สุกงอม	$84.80^{a}\pm0.95$	$30.92^{c}\pm2.75$	$2.35^{e}\pm0.27$
กล้วยหอม	สุก	$76.85^{c}\pm1.66$	$43.90^{b}\pm7.79$	$4.51^{b}\pm0.13$

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.3 พบว่ากล้วยน้ำว้า กล้วยไข่และกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่า Hue มากกว่าแต่ค่า Chroma น้อยกว่าระยะสุก ซึ่งค่า Hue ของกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่ามากที่สุด จัดอยู่ในเฉดสีเหลือง Palou, E. และคณะ (1999) ทำการวิเคราะห์ค่าสีของกล้วยหอมพบว่ามีค่า Hue 87.50 และ Chroma 17.42 ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียงกับผลการทดลองนี้คือมีค่า Hue 84.80 และ Chroma 30.92 สายชล (2528) พบว่าเมื่อกล้วยสุกคลอโรฟิลล์จะสลายตัวทั้งหมด ทำให้สีเหลืองของแคโรทีนอยด์ปรากฏให้เห็นและจริงแท้ (2538) พบว่าว่าผลไม้สุกมีปริมาณกรดลดลงและทำให้ pH เปลี่ยนแปลงแล้วสีของผลไม้เปลี่ยนแปลงด้วย แม้ว่าเนื้อผลไม้จะไม่มี Chlorophyll แต่มีการสร้างสารสีขึ้นในระยะเก็บเกี่ยว

สำหรับการวัดค่าเนื้อสัมผัสของเนื้อในกล้วยโดยวัดค่าแรงเฉือน (shear force) ดังแสดงในตาราง 4.3 พบว่ากล้วยไข่และกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่าแรงเฉือนน้อยกว่าระยะสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนกล้วยน้ำว้าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยที่ระยะสุกงอมมีค่าแรงเฉือน 6.18 นิวตัน และระยะสุกมีค่าเป็น 6.30 นิวตัน กล้วยน้ำว้าให้ค่าแรงเฉือนมากที่สุด แสดงว่าโครงสร้างของเนื้อเยื่อมีความแข็งแรงมากที่สุดดังแสดงในตาราง 2.2

ซึ่งกล้วยน้ำว้ามีปริมาณคาร์โบไฮเดรทสูงกว่ากล้วยไข่และกล้วยหอม (ชูจิตร, 2503 และวิไลลักษณ์และคณะ, 2532) จึงเหมาะต่อการนำไปแปรรูปกล้วยอบ เพราะไม่เกิดการช้ำมากกว่ากล้วยไข่และกล้วยหอม ซึ่ง Palmer (1971) พบว่าเมื่อกล้วยสุกเนื้อจะนิ่มและอ่อนตัวลงเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคติก (Pectic substance) ซึ่งได้แก่ protopectin ที่ไม่ละลายน้ำเปลี่ยนเป็น pectin ที่ละลายน้ำได้และมีผลต่อความนิ่มของกล้วยและจริงแท้ (2538) ยังพบว่าเมื่อผลไม้สุกแป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลและเกิดการสูญเสียน้ำออกไปทำให้ผลไม้มีความหวานมากขึ้น

4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่และกล้วยหอมระยะสุกและระยะสุกงอม ดังแสดงในตาราง 4.4-4.5

ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO (U/กรัมน้ำหนักสด) ความชื้นและ a_w ของกล้วยสด ดังแสดงในตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ค่ากิจกรรมของ PPO ความชื้นและกัมมันตภาพน้ำของกล้วยสด

ชนิด	ระยะสุก	กิจกรรมของ PPO	% ความชื้น	a_w
กล้วยน้ำว้า	สุกงอม	51.92^{cd}±9.17	69.45^{b}±2.26	0.795±0.06
กล้วยน้ำว้า	สุก	81.00^{c}±1.80	70.98^{b}±1.58	0.802±0.06
กล้วยไข่	สุกงอม	288.00^{b}±12.00	67.61^{b}±1.47	0.817±0.06
กล้วยไข่	สุก	322.25^{a}±17.75	67.08^{b}±0.82	0.795±0.02
กล้วยหอม	สุกงอม	30.25^{d}±3.58	78.65^{a}±1.41	0.793±0.02
กล้วยหอม	สุก	46.20^{d}±9.00	69.83^{b}±1.23	0.810±0.05

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.4 พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ในกล้วยไข่ระยะสุกงอมมีค่ากิจกรรม PPO น้อยกว่าระยะสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่าไม่ต่างจากระยะสุก ซึ่งกล้วยไข่ระยะสุกจะมีค่ามากกว่าระยะสุกงอมและยังมากกว่ากล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมทั้งสองระยะอีกด้วย ส่วนกล้วยหอมทั้งสองระยะการสุกไม่ต่างจากกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอม แสดงว่ากล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์ไม่แตกต่างจากกล้วยหอม ดังนั้นกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมจึงเหมาะต่อการนำไปแปรรูปเป็นกล้วยอบเพราะจะทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลอันเนื่องมาจากเอนไซม์น้อยที่สุด และยังมีโครงสร้างของเนื้อเยื่อที่แข็งแรงกว่ากล้วยหอมอีกด้วยและจริงแท้ (2538) พบว่าเมื่อผลไม้สุกปริมาณสารประกอบฟีนอลมักจะ

ลดลง ฟีนอลจะเกิดการรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่จากโมเลกุลที่ละลายน้ำกลายเป็นโมเลกุลที่ไม่ละลายน้ำเมื่อสุกมากขึ้นและทำให้ความฝาดลดลง ส่วน PPO ในผลไม้มีมากเมื่อผลยังเล็กและจะลดลงเมื่อผลเจริญเติบโตเต็มที่และสุก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกิจกรรมเอนไซม์ในกล้วยจะลดลงเมื่อสุกมากขึ้น

จากการวัดค่าปริมาณความชื้นของกล้วยสดดังแสดงในตาราง 4.4 พบว่าปริมาณความชื้นในกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่ามากกว่าระยะสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่าความชื้น 78.65 % และกล้วยหอมระยะสุกมีค่าเป็น 69.83 % ส่วนกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ระยะสุกงอมมีค่า 69.45 % และ 67.61 % ตามลำดับ กล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ระยะสุกมีค่า 70.98 % และ 67.08 % ตามลำดับ และพบว่าปริมาณความชื้นของกล้วยหอมระยะสุกไม่ต่างจากกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่ทั้งสองระยะ ดังนั้นกล้วยหอมระยะสุกงอมมีความชื้นมากเกินไปไม่เหมาะต่อการแปรรูปกล้วยอบเพราะจะทำให้ได้ค่า % yield ต่ำแม้ว่าจะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO น้อยก็ตาม โดยทั่วไปปริมาณความชื้นของกล้วยน้ำว้าอยู่ในช่วง 68.59-71.60 % (จินตนา, 2534 จรรยาและพิพัฒน์, 2523 วิไลลักษณ์และคณะ, 2532 และกองโภชนาการ, 2521) และนอกจากนั้นชูจิตร (2503) พบว่าความชื้นของกล้วยน้ำว้าเป็น 69.02 % กล้วยไข่เป็น 70.66 % และกล้วยหอมเป็น 77.19 % ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองนี้

สำหรับค่า a_wของกล้วยสดดังแสดงในตาราง 4.4 พบว่าค่า a_w ของกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่และกล้วยหอมระยะสุกและสุกงอมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณกรด (% acidity as citric acid), ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}$Brix), % น้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยสด ดังแสดงในตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยสด

ชนิด	ระยะสุก	pH	ปริมาณกรด (%)	ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้($^{\circ}$Brix)	น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	น้ำตาลทั้งหมด (%)
กล้วยน้ำว้า	สุกงอม	4.97^{c}±0.08	0.38^{a}±0.01	24.0^{a}±4.24	21.25^{a}±1.06	23.55^{a}±0.78
กล้วยน้ำว้า	สุก	4.86^{c}±0.06	0.31^{b}±0.01	23.0^{a}±4.24	17.35^{b}±1.20	20.15^{b}±0.21
กล้วยไข่	สุกงอม	5.92^{a}±0.16	0.26^{c}±0.02	18.5^{b}±0.71	8.65^{c}±0.92	18.25^{c}±0.35
กล้วยไข่	สุก	5.66^{b}±0.18	0.29^{b}±0.02	14.5^{c}±3.54	7.25^{d}±0.35	17.15^{d}±0.21
กล้วยหอม	สุกงอม	5.91^{a}±0.45	0.24^{d}±0.01	23.8^{a}±1.06	6.75^{d}±0.35	16.40^{e}±0.28
กล้วยหอม	สุก	5.35^{b}±0.39	0.24^{d}±0.01	21.8^{b}±1.06	5.15^{e}±0.21	15.25^{f} ±0.21

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.5 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้วยไข่และกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่ามากกว่าระยะสุก ค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้วยน้ำว้าทั้งสองระยะสุกไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าปริมาณกรดของกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่าไม่ต่างจากระยะสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กล้วยน้ำว้ามีปริมาณกรดมากกว่ากล้วยไข่และกล้วยหอมแต่กล้วยน้ำว้าระยะสุกไม่ต่างจากกล้วยไข่ระยะสุก และสินธนา (2535) ได้รายงานว่าปริมาณกรดของกล้วยหอมมีค่ากรดซิตริค 0.32 % ซึ่งมีค่ามากกว่าผลการทดลองนี้ซึ่งมีปริมาณกรดเพียง 0.24 % อาจเพราะแหล่งวัตถุดิบและฤดูกาลแตกต่างกัน จากผลการทดลองนี้แสดงว่ากล้วยน้ำว้ามีค่าปริมาณกรดสูงที่สุดและมี pH ต่ำกว่า 5.0 ซึ่งประสาร (2538) ได้รายงานว่าเอนไซม์ PPO มี pH optimum ที่ 5-7.0 จึงทำให้ตัวเนื้อกล้วยน้ำว้ามีคุณสมบัติเป็น anti-browning และมีการวิเคราะห์แล้วพบว่ากล้วยน้ำว้ามีปริมาณวิตามินซีช่วง 14-15.45 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมผลสด (กองโภชนาการ, 2521 และวิไลลักษณ์และคณะ, 2532) นอกจากนั้นชูจิตร (2503) ยังทำการวิเคราะห์แล้วพบว่ากล้วยน้ำว้ามีปริมาณวิตามินซีเป็น 18.35 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมผลสด ส่วนกล้วยไข่เป็น 16.90 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมผลสด และกล้วยหอมเป็น 11.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมผลสด ซึ่ง Fenema (1996) พบว่าวิตามินซีเป็นสารที่ต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (antioxidant) และจริงแท้ (2538) พบว่าผลไม้เมื่อสุกปริมาณกรดลดลง ยกเว้นในกล้วยหอม ทำให้ pH เปลี่ยนแปลง ซึ่งกล้วยมีปริมาณกรดมาลิกมาก (4 mg eq./gfw) แต่ความเปรี้ยวในผลไม้เกิดจากปริมาณของกรดอินทรีย์ ตรวจโดยการไตเตรทและการวัด pH ไม่สามารถบอกความเปรี้ยวได้ กรดที่พบในผักผลไม้ส่วนใหญ่เป็นกรดซิตริคและกรดมาลิก ซึ่งวิตามินซีอาจสูญเสียได้จากกิจกรรมของเอนไซม์ PPO แต่กรดซิตริคและกรดมาลิกจะยับยั้งการสลายตัวของวิตามินซีได้เพราะมีคุณสมบัติในการ chelate ไอออนของโลหะเอาไว้

จากการวัดค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}$Brix) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดดังแสดงในตาราง 4.5 พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยน้ำว้าทั้งสองระยะการสุกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่กล้วยไข่และกล้วยหอมระยะสุกงอมมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากกว่าระยะสุก และยังพบว่ากล้วยน้ำว้าทั้งสองระยะการสุกและกล้วยหอมระยะสุกงอมมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มากที่สุด นอกจากนั้นมีรายงานว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยน้ำว้าอยู่ในช่วง 19.65-26.50°Brix (จรรยาและพิพัฒน์, 2523 จินตนา, 2534 และจรรยาและพิพัฒน์, 2523) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองนี้ จริงแท้ (2538) พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เป็นการวัดปริมาณน้ำตาลและกรดอินทรีย์ในกล้วย ดังนั้นค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดจึงไม่ใช่ดัชนีวัดความหวานของกล้วยโดยตรง จึงควรพิจารณาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดประกอบด้วย

จากการวัดค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ดังแสดงในตาราง 4.5 พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่และกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่ามากกว่าระยะสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)โดยที่กล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด แต่กล้วยไข่ระยะสุกมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ไม่ต่างจากกล้วยหอมระยะสุกงอม นอกจากนั้นจินตนา (2534) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมพบว่าเป็น 23.88 % และระยะสุกเป็น 18.14 % ส่วนจริงแท้ (2538) พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกล้วยหอมระยะสุกเป็น 9.60 % ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองนี้ Palmer (1971) พบว่ากล้วยมีการสะสมแป้งมาก เมื่อสุกแป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลทำให้มีรสหวาน จริงแท้ (2538) พบว่าสำหรับกล้วยหอมแป้งแทบทั้งหมดจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเพราะกล้วยมีเอนไซม์ย่อยแป้งให้มีโมเลกุลเล็กลงเป็นน้ำตาล (Palmer, 1971 และ Simmond, 1982) นอกจากนั้น Simmond (1982) ยังพบว่าน้ำตาลบางส่วนได้มาจากการสลายตัวของเฮมิเซลลูโลส นอกจากนั้น Simmond (1982) และ Belitz และ Grosch (1986) รายงานว่าน้ำตาลในกล้วยสุกส่วนใหญ่ได้แก่กลูโคส ฟรุกโทสและซูโครส น้ำตาลที่พบในกล้วยน้ำว้าส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคสและฟรุกโทส) ซึ่งแตกต่างจากกล้วยหอมที่มีน้ำตาลส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลนอนรีดิวซ์ (ซูโครส) กล้วยที่มีน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโทสมากมีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ ดังนั้นในระหว่างการแปรรูปน้ำตาลกลูโคสซึ่งมีมากกว่าน้ำตาลฟรุกโทสเล็กน้อย (52:48) จึงมีส่วนช่วยลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (สินธนา, 2535) ดังนั้นกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมจึงดีที่สุดเพราะมีน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด

ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยน้ำว้า กล้วยไข่และกล้วยหอมระยะสุกงอมมีค่ามากกว่าระยะสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่กล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมมีปริมาณน้ำตาลมากที่สุดคือ 23.55 % จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงว่ากล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมเหมาะต่อการนำไปแปรรูปเป็นกล้วยอบมากที่สุด

4.2.2 ผลการศึกษาเพื่อหาวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ค่า % yield และค่าแรงเฉือน (Shear force) ของกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมที่ผ่านการเตรียมโดยแช่ในสารละลายต่างๆแล้วทำการอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ค่า yield และแรงเฉือนของกล้วยน้ำว้าอบ

Treatment	% yield		แรงเฉือน (นิวตัน)	
	Solar dryer	Tray dryer	Solar dryer	Tray dryer
Control	$37.29^{abA}\pm4.65$	$32.27^{B}\pm4.21$	$15.66^{bcB}\pm1.76$	$22.82^{abA}\pm10.76$
NaCl	$36.75^{abA}\pm1.99$	$33.33^{B}\pm1.97$	$18.42^{ab}\pm0.78$	$18.94^{bc}\pm5.89$
$CaCl_2$	$35.58^{bA}\pm1.39$	$31.77^{B}\pm2.65$	$17.27^{abB}\pm3.60$	$29.41^{aA}\pm11.55$
Syrup30%	$40.03^{aA}\pm3.03$	$32.83^{B}\pm3.08$	$13.78^{cdB}\pm3.78$	$18.12^{bcA}\pm4.45$
Syrup40%	$38.74^{abA}\pm5.28$	$33.08^{B}\pm3.72$	$11.76^{dB}\pm2.62$	$24.73^{abA}\pm0.04$
Syrup50%	$39.52^{abA}\pm3.36$	$32.07^{B}\pm1.15$	$13.32^{cd}\pm3.02$	$12.43^{c}\pm8.03$
Mix acid	$36.73^{abA}\pm3.06$	$32.12^{B}\pm1.71$	$12.34^{cdB}\pm1.92$	$31.10^{aA}\pm7.42$
Blanch	$37.44^{abA}\pm0.16$	$32.50^{B}\pm2.88$	$20.20^{a}\pm2.97$	$22.52^{ab}\pm2.88$

หมายเหตุ: ตัวอักษรตัวเล็กที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$
ตัวอักษรตัวใหญ่ที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$

จากตาราง 4.6 พบว่า % yield ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer สิ่งทดลอง syrup 30 % ให้ค่ามากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากสิ่งทดลอง calcium chloride ที่ให้ค่าน้อยที่สุด แต่ทั้งสองสิ่งทดลองไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งค่า yield ที่เพิ่มมากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆของกล้วยอบที่ผ่านการเตรียมด้วย syrup อาจเนื่องมาจากน้ำตาลที่กล้วยดูดซับเข้าไปทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น ส่วน % yield ของกล้วยอบใน Tray dryer ของทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ % yield ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มากกว่าใน Tray dryer อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\le0.05$) อาจเนื่องมาจากการอบใน Solar tunnel dryer ใช้เวลาอบน้อยกว่า

จากการวัดค่าแรงเฉือนของกล้วยอบดังแสดงในตาราง 4.6 พบว่าค่าแรงเฉือนของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\le0.05$)ในกล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยการลวกให้ค่ามากที่สุดและ syrup 40 % ให้ค่าน้อยที่สุด ส่วนค่าแรงเฉือนของกล้วยอบใน Tray dryer แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\le0.05$) ในกล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยแคลเซียมคลอไรด์และกรดผสมให้ค่ามากที่สุดส่วนค่าน้อยที่สุดคือ syrup 50 % และพบว่าค่าแรงเฉือนของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer น้อยกว่าใน Tray dryer อาจเนื่องมาจาก Solar tunnel dryer ใช้เวลาการอบสั้นกว่า และกล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยแคลเซียมคลอไรด์มีค่าแรงเฉือนมาก อาจเนื่องมาจากเกลือของแคลเซียมมีส่วนเกี่ยวข้องกับความคงตัวของเนื้อผักผลไม้ ทำให้โครงสร้างของผักผลไม้แข็งขึ้น ส่วนการลวกทำให้เนื้อสัมผัสแข็งแห้งอาจเนื่องมาจากโครงสร้างเนื้อเยื่อถูกทำลายก่อนการทำแห้ง

ผลการวิเคราะห์ค่า Hue และ Chroma ของกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมที่ผ่านการเตรียมโดยแช่ในสารละลายต่างๆแล้วทำการอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ค่า Hue และ Chroma ของกล้วยน้ำว้าอบ

Treatment	ค่า Hue		ค่า Chroma	
	Solar tunnel dryer	Tray dryer	Solar tunnel dryer	Tray dryer
Control	$48.79^{aB}\pm0.39$	$52.95^{abA}\pm0.07$	$16.54^{abB}\pm4.13$	$29.12^{A}\pm1.14$
NaCl	$41.27^{abcB}\pm1.95$	$48.10^{abcA}\pm5.99$	$14.87^{abB}\pm5.30$	$27.40^{A}\pm5.80$
$CaCl_2$	$33.87^{cB}\pm4.01$	$45.32^{bcA}\pm2.06$	$11.04^{bB}\pm3.93$	$25.06^{A}\pm4.09$
Syrup30%	$46.11^{ab}\pm5.15$	$48.67^{abc}\pm0.57$	$19.95^{aB}\pm3.55$	$21.38^{A}\pm8.41$
Syrup40%	$44.03^{ab}\pm0.94$	$44.59^{c}\pm1.07$	$18.75^{abB}\pm2.32$	$22.52^{A}\pm4.93$
Syrup50%	$44.43^{abB}\pm4.20$	$50.10^{abcA}\pm4.93$	$18.04^{abB}\pm0.29$	$28.70^{A}\pm5.70$
Mix acid	$42.71^{bcB}\pm4.59$	$54.95^{aA}\pm6.15$	$20.77^{aB}\pm0.57$	$28.01^{A}\pm6.93$
Blanch	$39.93^{bcB}\pm4.13$	$51.45^{abcA}\pm2.29$	$16.59^{abB}\pm0.01$	$26.59^{A}\pm0.36$

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวเล็กที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$
ตัวอักษรตัวใหญ่ที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$

จากตาราง 4.7 พบว่าค่า Hue ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ชุดควบคุมให้ค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดคือ แคลเซียมคลอไรด์ ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆไม่มีความแตกต่างจากสิ่งทดลองที่มีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนกล้วยอบในTray dryer พบว่าสิ่งทดลองกรดผสมให้ค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดคือ syrup 40 % ส่วนค่า Hue ของกล้วยอบใน Tray dryer พบว่ามีค่ามากกว่ากล้วยอบใน Solar tunnel dryer แสดงว่ามีค่าเฉดสีเหลืองมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\le0.05$) อาจเนื่องมาจากใน Tray dryer กล้วยไม่ถูกแสงขณะอบแห้งจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลน้อยกว่า

สำหรับค่า Chroma ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer พบว่าสิ่งทดลองกรดผสมและ syrup 30 % ให้ค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดคือ แคลเซียมคลอไรด์ ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และพบว่าค่า Chroma ของกล้วยอบใน Tray dryer มากกว่าใน Solar tunnel dryer แสดงว่ามีค่าความสดมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\le0.05$) อาจเนื่องมาจากใน Tray dryer กล้วยไม่ถูกแสงขณะอบแห้ง Palmer (1971) พบว่าการเกิดสีน้ำตาลอาจเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนการปอกเปลือกอาจทำให้เนื้อเยื่อกล้วยฉีกขาด ทำให้เอนไซม์ในกล้วยสัมผัสกับอากาศ และเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงของ phenolic

compound คือ dopamine ในกล้วยกลายเป็นสาร melanin ซึ่งมีสีน้ำตาล นอกจากนั้นกุลยา (2540) และจินตนา (2534) พบว่าการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยอบขั้นตอนต่อมาเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีเรียกว่าปฏิกิริยา Maillard ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำตาลรีดิวซ์ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนในกล้วยขณะทำแห้ง แล้วเม็ดสีแคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนเป็นสีซีดจาง คลอโรฟิลล์จะถูกเปลี่ยนเป็น pheophytin ซึ่งมีสีน้ำตาล ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นถ้าใช้อุณหภูมิสูงและเวลาในการทำแห้งนาน

4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO (U/กรัมน้ำหนักสด) ของกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมที่ผ่านการเตรียมโดยแช่ในสารละลายต่างๆ แล้วอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.8

ตาราง 4.8 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยน้ำว้าอบ

Treatment	ค่า PPO ใน Solar tunnel dryer	ค่า PPO ใน Tray dryer
Control	$0.59^{aB}\pm0.32$	$0.65^{abA}\pm0.20$
Nacl	$0.32^{abB}\pm0.20$	$0.51^{abA}\pm0.19$
$CaCl_2$	$0.42^{abB}\pm0.28$	$0.56^{abA}\pm0.23$
Syrup30%	$0.36^{abB}\pm0.29$	$0.53^{abA}\pm0.33$
Syrup40%	$0.32^{abB}\pm0.07$	$0.61^{abA}\pm0.26$
Syrup50%	$0.51^{aB}\pm0.20$	$0.67^{aA}\pm0.21$
Mix acid	$0.16^{bB}\pm0.08$	$0.32^{bA}\pm0.20$
Blanch	$0.32^{abB}\pm0.08$	$0.54^{abA}\pm0.30$

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวเล็กที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$
ตัวอักษรตัวใหญ่ที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$

จากตาราง 4.8 พบว่าค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer โดยกล้วยชุดควบคุมและสิ่งทดลอง syrup 50 % ให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์มากที่สุดคือ $0.588^{a}\pm0.32$ และ $0.513^{a}\pm0.20$ U/กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์น้อยที่สุดคือ กรดผสมมีค่าเป็น $0.163^{b}\pm0.08$ U/กรัมน้ำหนักสด ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆไม่มีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer ของ

กล้วยสิ่งทดลอง syrup 50 % ให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์มากที่สุดคือ $0.673^{a}\pm0.21$ U/กรัมน้ำหนักสด และให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์น้อยที่สุดคือ กรดผสมมีค่า $0.320^{b}\pm0.20$ U/กรัมน้ำหนักสด ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และพบว่าค่า PPO ของกล้วยอบใน Tray dryer สูงกว่าใน Solar tunnel dryer ทุกสิ่งทดลองอาจเนื่องมาจากใน Solar tunnel dryer ใช้อุณหภูมิการอบสูงกว่าใน Tray dryer ดังตารางภาคผนวก ง-1 คือใช้อุณหภูมิ 66.74°C ซึ่งสูงกว่าใน Tray dryer คือใช้อุณหภูมิ 65°C ดังนั้นเอนไซม์จึงถูกทำลายได้มากกว่า อย่างไรก็ตามสิ่งทดลองที่ใช้กรดผสมให้ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยอบทั้ง 2 วิธีให้ค่าต่ำที่สุด ดังนั้นจึงเลือกสิ่งทดลองกรดผสมเพื่อศึกษาต่อไป แม้ว่าการจุ่มกล้วยในน้ำหรือสารละลายโซเดียมคลอไรด์ช่วยยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ได้เช่นการศึกษาของดรุณี (2532) พบว่าการแช่ผลไม้ในสารละลายเกลือความเข้มข้น 0.05 % นาน 10 นาทีจะช่วยรักษาสีให้คงเดิม Michigan State University (1999) ได้รายงานว่าควรแช่ตัวอย่างในน้ำเกลือ (4 ช้อนโต๊ะ/น้ำ 1 แกลลอน) แต่ไม่ควรแช่นานเกิน 10 นาที เพราะทำให้เกิดรสเค็มและควรใช้เกลือช่วง 1-5 % (พานิชย์, 2541 สุคนธ์ชื่น, 2539 และบุญเลิศและวินัย, 2530) หรือ 1 % แคลเซียมคลอไรด์ แต่โซเดียมคลอไรด์และคลอไรด์อื่นๆ ป้องกันการเปลี่ยนสีได้ชั่วคราว ส่วนการใช้ syrup นั้นสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากน้ำตาลไปเคลือบผิวและป้องกันออกซิเจน ซึ่งลดการกระจายออกซิเจนที่ละลายในอาหารและยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ (บุญเลิศและวินัย, 2530) นอกจากนั้น Pancoast และ Junk (1980) ยังพบว่าน้ำตาลสามารถป้องกันการสูญเสียวิตามินซี 10-90 % แต่ยังขึ้นกับค่า pH และปริมาณทองแดง ส่วนการใช้กรดแอสคอร์บิคลด pH ทำให้รบกวน browning enzyme แล้วกรดซิตริคเป็นทั้ง chelating agent และ acidurant จึงยับยั้ง PPO ได้ และยังมีความเป็นกรดสูงมากแต่ถ้าใช้ในปริมาณมากอาจจะเกิด off-flavor นอกจากนี้ Beirne, D.O (1999) ยังมีการทดลองใช้ 0.5 % กรดแอสคอร์บิคร่วมกับ 0.5 % กรดซิตริคและ 0.2 % แคลเซียมคลอไรด์ซึ่งยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดี บุญเลิศและวินัย (2530) รายงานว่าการใช้ 0.2-10 % กรดแอสคอร์บิค, 0.2 % กรดซิตริค, 2 %, 20 %, 50 % syrup, 1 % กรดซิตริคและลวกน้ำเดือดนาน 2 นาทีช่วยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีเช่นกัน อย่างไรก็ตาม Robertson, C.และคณะ (1996) พบว่าการลวกทำให้เอนไซม์ถูกทำลายเนื้อสัมผัสเกิดหดตัว (shrink) ช่วยกำจัดออกซิเจนออกไปแต่ทำให้เนื้อสัมผัสและกลิ่นรสสูญเสียไปด้วย ดังนั้นจึงควรใช้กรดแอสคอร์บิคร่วมกับกรดซิตริกในอัตรา 1:1 จึงจะยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลดีที่สุด

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้นและค่า a_w ของกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมที่ผ่านการเตรียมโดยการแช่สารละลายต่างๆ แล้วทำการอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.9

ตาราง 4.9 ค่าความชื้นและกัมมันตภาพน้ำของกล้วยน้ำว้าอบ

Treatment	% ความชื้น		a_w	
	Solar tunnel dryer	Tray dryer	Solar tunnel dryer	Tray dryer
Control	$15.90^{bB}\pm0.08$	$20.24^{abA}\pm0.90$	$0.440^{B}\pm0.01$	$0.454^{aA}\pm0.02$
NaCl	$18.60^{ab}\pm1.73$	$17.30^{b}\pm0.42$	$0.451^{A}\pm0.02$	$0.443^{abcB}\pm0.02$
$CaCl_2$	$19.96^{ab}\pm0.68$	$21.59^{a}\pm3.87$	$0.453^{A}\pm0.04$	$0.447^{abB}\pm0.04$
Syrup30%	$17.43^{ab}\pm1.32$	$18.38^{ab}\pm2.09$	$0.426^{B}\pm0.01$	$0.433^{abcA}\pm0.01$
Syrup40%	$16.72^{bB}\pm2.87$	$19.58^{abA}\pm0.59$	$0.426^{B}\pm0.01$	$0.444^{abcA}\pm0.01$
Syrup50%	$18.77^{ab}\pm2.10$	$19.96^{ab}\pm0.66$	$0.444^{A}\pm0.01$	$0.430^{bcB}\pm0.01$
Mix acid	$22.45^{aA}\pm5.27$	$18.78^{abB}\pm0.24$	$0.479^{A}\pm0.06$	$0.421^{cB}\pm0.02$
Blanch	$19.43^{ab}\pm4.44$	$20.32^{ab}\pm0.65$	$0.416^{B}\pm0.01$	$0.455^{aA}\pm0.01$

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวเล็กที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมั่นสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$
ตัวอักษรตัวใหญ่ที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$

จากตาราง 4.9 พบว่าปริมาณความชื้นของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ของกล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยกรดผสมให้ค่าความชื้นมากที่สุดส่วนชุดควบคุมและ syrup 40 % ให้ค่าความชื้นน้อยที่สุด ส่วนปริมาณค่า a_w ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนปริมาณความชื้นของกล้วยอบใน Tray dryer พบว่ากล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ให้ค่าความชื้นมากที่สุดและโซเดียมคลอไรด์ให้ค่าน้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆไม่มีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับปริมาณค่า a_w ของกล้วยอบใน Tray dryer ของกล้วยชุดควบคุมและการลวกให้ค่ามากที่สุดและกรดผสมให้ค่าน้อยที่สุด และพบว่าปริมาณความชื้นของกล้วยอบใน Tray dryer สูงกว่าใน Solar tunnel dryer ยกเว้นสิ่งทดลองกรดผสม อาจเนื่องมาจากกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ใช้อุณหภูมิสูงกว่า ดังตารางภาคผนวก ง-1 และน่าจะมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าด้วย จากการวิเคราะห์ของสุรีย์ (2534) พบว่าปริมาณความชื้นกล้วยตากมีความชื้นอยู่ในช่วง 16.0-23.7 % (เฉลี่ย 19.3 %) และอรัญ (2530) พบว่าผลไม้แห้งควรมีความชื้น 18-20 % ส่วนค่า a_w นั้นสุรีย์ (2534) ได้วิเคราะห์แล้วพบว่ากล้วยตากมีค่าอยู่ในช่วง 0.55-0.74 (เฉลี่ย 0.66) Troller และ Christian (1978) พบว่าค่า a_w เป็นส่วนหนึ่งของน้ำในอาหารเมื่อทำแห้งอาหาร ปริมาณความชื้นและค่า a_w จะลดลงทำให้มีการเพิ่มความเข้มข้นของตัวถูกละลายในอาหาร มีผลทำให้เพิ่มความคงตัวของอาหาร นอกจากนั้นสุรีย์ (2534) พบว่าค่า a_w ของกล้วยตากส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในกล้วยตากคือ ถ้ามีค่า a_w ต่ำ จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงกว่ากล้วยตากที่มีค่า a_w สูง เนื่องจากการทำแห้งทำให้ปริมาณน้ำลดลงและปริมาณน้ำตาลเข้มข้นขึ้น

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณกรด ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}$Brix) ของกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมที่ผ่านการเตรียมโดยแช่สารละลายต่างๆแล้วทำการอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.10

ตาราง 4.10 ค่าปริมาณกรด ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยน้ำว้าอบ

Treatment	ปริมาณกรด (%)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง		ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้	
	Solar dryer	Tray dryer	Solar dryer	Tray dryer	Solar dryer	Tray dryer
Control	$1.07^{bB}\pm0.06$	$1.43^{A}\pm0.02$	$5.23^{A}\pm0.35$	$5.07^{aB}\pm0.10$	$49.5^{B}\pm0.71$	$55.0^{A}\pm7.07$
NaCl	$1.68^{abA}\pm0.01$	$1.37^{B}\pm0.12$	$4.95^{B}\pm0.18$	$5.19^{aA}\pm0.05$	$51.5^{B}\pm6.36$	$55.5^{A}\pm6.36$
$CaCl_2$	$2.13^{aA}\pm0.45$	$1.37^{B}\pm0.12$	$4.34^{B}\pm0.21$	$5.18^{aA}\pm0.09$	$50.5^{B}\pm0.71$	$59.5^{A}\pm13.44$
Syrup30%	$1.33^{ab}\pm0.24$	1.33 ± 0.09	$4.83^{B}\pm1.01$	$5.21^{aA}\pm0.17$	$50.5^{B}\pm0.71$	$60.5^{A}\pm0.71$
Syrup40%	$1.12^{bB}\pm0.09$	$1.29^{A}\pm0.12$	$4.66^{B}\pm0.01$	$5.10^{abA}\pm0.04$	$49.5^{B}\pm0.71$	$66.0^{A}\pm1.41$
Syrup50%	$1.05^{bB}\pm0.05$	$1.23^{A}\pm0.02$	$4.64^{B}\pm0.30$	$5.17^{aA}\pm0.15$	$48.5^{B}\pm2.12$	$55.5^{A}\pm6.36$
Mix acid	$1.54^{ab}\pm0.05$	1.57 ± 0.21	$4.43^{B}\pm0.07$	$4.73^{bA}\pm0.23$	$49.0^{B}\pm1.41$	$60.5^{A}\pm0.71$
Blanch	$1.29^{abA}\pm0.02$	$1.12^{B}\pm0.05$	5.29 ± 0.34	$5.11^{a}\pm0.05$	$52.0^{B}\pm2.83$	$59.5^{A}\pm4.95$

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวเล็กที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$
ตัวอักษรตัวใหญ่ที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$

จากตาราง 4.10 พบว่าปริมาณกรดของกล้วยใน Solar tunnel dryer พบว่ากล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยแคลเซียมคลอไรด์ให้ค่ามากที่สุดและชุดควบคุม, syrup 40 %, syrup 50 % ให้ค่าน้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆไม่มีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับกล้วยอบใน Tray dryerไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และพบว่าค่าปริมาณกรดของกล้วยอบค่อนข้างแตกต่างกันมากในแต่ละสิ่งทดลอง อาจเนื่องมาจากแหล่งที่มาของกล้วยที่ใช้ในการทดลองต่างกันและปริมาณความชื้นของกล้วยอบแตกต่างกัน

จากการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้วยอบในเครื่องอบ Solar tunnel dryer ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และค่าความเป็นกรดด่างใน Tray dryer ของกล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยกรดผสมมีค่าน้อยที่สุดคือ 4.73 อาจเนื่องมาจากมีความเป็นกรดสูงกว่า ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สุรีย์ (2534) ได้วิเคราะห์ค่า pH ของกล้วยตากพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 4.6- 5.2 (เฉลี่ย 4.8) ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองนี้ แสดงว่าการแช่กล้วยในสารละลายกรดแอสคอร์บิคและกรดซิตริกก่อนการอบแห้งมีส่วนทำให้ pH ของกล้วยอบลดลง ให้ค่า pH ต่ำในเครื่องอบทั้งสองแบบ ซึ่งจะทำให้เกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และยังพบว่าให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO น้อยที่สุดด้วย ไพโรจน์ (2539) ได้

รายงานว่าปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจะช้าถ้า pH น้อยกว่า 5-6 และถ้า pH มากเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นด้วย

สำหรับการวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยอบของการอบทั้ง 2 วิธีพบว่ากล้วยอบทุกสิ่งทดลองโดยวิธีการอบเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยอบใน Tray dryer สูงกว่าใน Solar tunnel dryer ทั้งที่มีค่าปริมาณความชื้นมากกว่า อาจเนื่องมาจากแหล่งที่มาของกล้วยที่ใช้ในการทดลองต่างกัน

ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดในกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมที่ผ่านการเตรียมโดยแช่สารละลายต่างๆแล้วทำการอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.11

ตาราง 4.11 ค่าน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยน้ำว้าอบ

Treatment	น้ำตาลรีดิวซ์ (%)		น้ำตาลทั้งหมด (%)	
	Solar tunnel dryer	Tray dryer	Solar tunnel dryer	Tray dryer
Control	$35.40^{B}\pm1.46$	$40.38^{A}\pm4.29$	53.21 ± 4.05	$53.43^{a}\pm3.36$
NaCl	36.64 ± 1.32	37.32 ± 3.29	$51.06^{A}\pm0.76$	$48.54^{bB}\pm2.06$
$CaCl_2$	$35.98^{B}\pm1.27$	$44.15^{A}\pm4.38$	53.63 ± 1.35	$54.93^{ab}\pm3.39$
Syrup30%	$35.44^{B}\pm0.07$	$40.13^{A}\pm5.01$	$50.40^{B}\pm2.85$	$55.99^{aA}\pm1.97$
Syrup40%	$36.74^{B}\pm1.80$	$40.16^{A}\pm6.07$	$49.50^{B}\pm1.53$	$55.07^{abA}\pm0.07$
Syrup50%	$38.24^{B}\pm0.83$	$42.86^{A}\pm2.28$	$51.34^{B}\pm2.21$	$53.41^{abA}\pm2.88$
Mix acid	38.43 ± 4.11	38.64 ± 0.69	$57.47^{A}\pm5.87$	$52.37^{abB}\pm3.72$
Blanch	37.01 ± 0.41	39.42 ± 5.16	54.71 ± 6.86	$53.84^{ab}\pm1.61$

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวเล็กที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$
ตัวอักษรตัวใหญ่ที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$

จากตาราง 4.11 พบว่าการใช้ Solar tunnel dryer ทุกสิ่งทดลองให้ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนการใช้ Tray dryer ให้ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกล้วยทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยอบชุดควบคุมและ syrup 30 % ให้ค่ามากที่สุดคือ 53.43 % และ 55.99 % และโซเดียมคลอไรด์ให้ค่าน้อยที่สุดคือ 48.54 % ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆไม่มีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนั้นสุรีย์ (2534) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยตากพบว่าอยู่ในช่วง

48.6-67.2 % (เฉลี่ย 57.9 %) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองนี้ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสด ดังตารางภาคผนวก ข-1 พบว่าค่าน้ำตาลรีดิวซ์เหลือเพียง 12.86-15.14 %(น้ำหนักสด) เมื่ออบใน Solar tunnel dryer และ 13.79-17.20 %(น้ำหนักสด) เมื่ออบในTray dryer เมื่อเทียบกับของสดมีน้ำตาลรีดิวซ์มากถึง 21.25 % ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเหลือเพียง 18.16-22.64 % ใน Solar tunnel dryer และ 17.93-21.40 % ใน Tray dryer เมื่อของสดมีน้ำตาล 23.55 % และยังพบว่าน้ำตาลรีดิวซ์ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer น้อยกว่าใน Tray dryer ส่วนหนึ่งน่าจะเกิดจากน้ำตาลรีดิวซ์ในกล้วยอบถูกใช้ในการเกิดปฏิกิริยา Maillard มากกว่าแล้วทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลง

4.3 ผลการศึกษาเพื่อหาระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่สารละลายที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

4.3.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

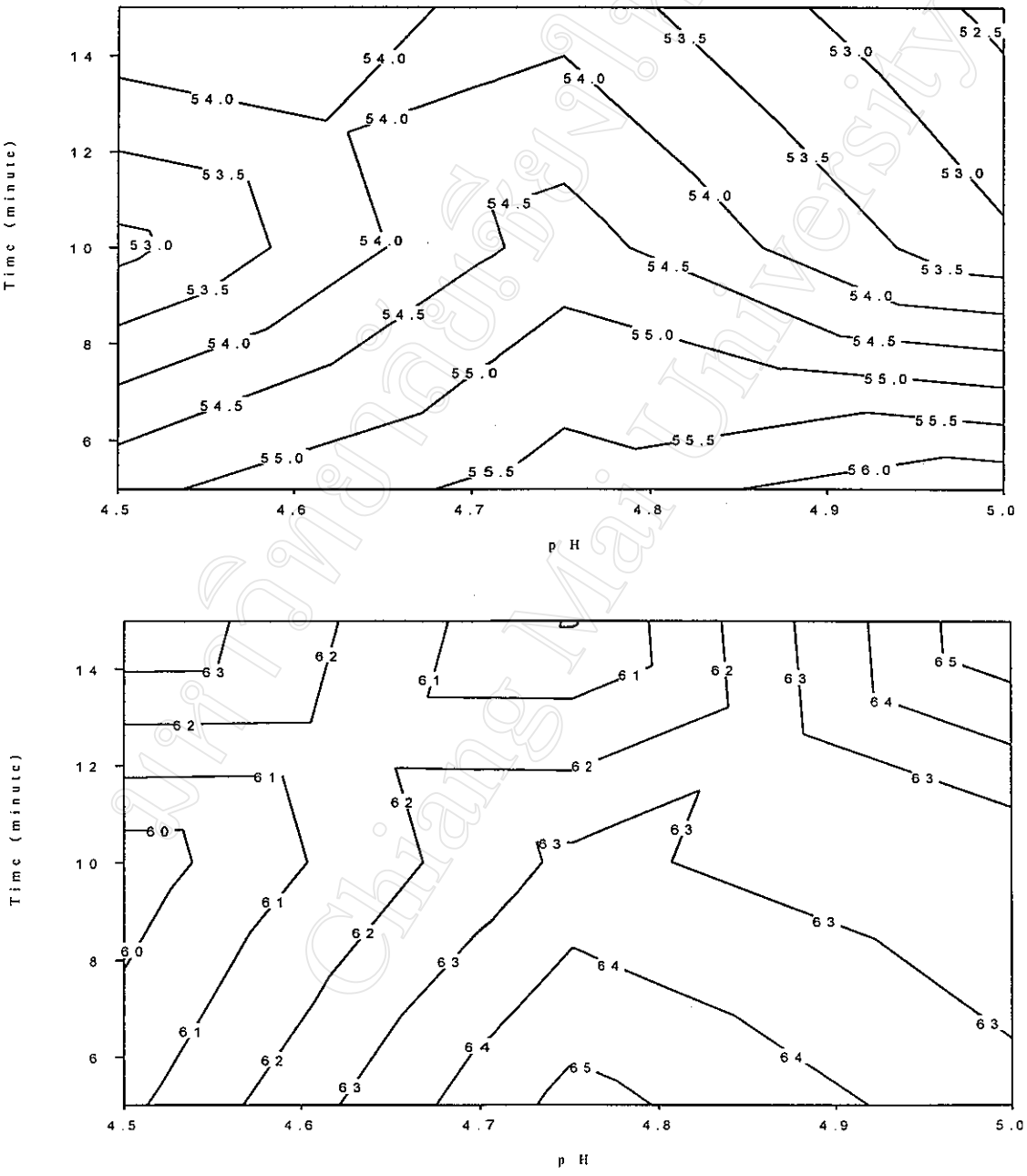
ผลการวิเคราะห์ค่า % yield และค่าแรงเฉือน (shear force) ของกล้วยอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังตารางภาคผนวก ข-2

จากการศึกษา % yield ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ในกล้วยที่ผ่านการเตรียมด้วยสารละลายกรดซิตริคและกรดแอสคอร์บิค (1:1) pH 4.5 นาน 10 นาที, pH 4.75 นาน 10 และ 15 นาที และ pH 5.0 นาน 5 และ 10 นาทีให้ค่ามากที่สุด และสิ่งทดลอง pH 4.75 นาน 5 นาทีให้ค่าน้อยที่สุด แต่สิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 5 และ 15 นาที และ pH 5.0 นาน 15 นาทีไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่มากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วน % yield ของกล้วยอบใน Tray dryer ทุกสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และพบว่า % yield ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer สูงกว่าใน Tray dryer อาจเนื่องมาจากใช้เวลาการอบแห้งน้อยกว่า

จากการวัดค่าแรงเฉือนของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ในกล้วยสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 5 นาทีให้ค่ามากที่สุด และสิ่งทดลอง pH 4.75 นาน 15 นาทีและ pH 5.0 นาน 5 นาทีให้ค่าน้อยที่สุด แต่สิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 10 และ 15 นาที, pH 4.75 นาน 5 และ 10 นาทีและ pH 5.0 นาน 10 และ 15 นาทีไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่มากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่าแรงเฉือนของกล้วยอบใน Tray dryer พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ในกล้วยสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 15 นาทีและ pH 5.0 นาน 15 นาทีให้ค่ามากที่สุด และสิ่งทดลอง pH 4.75

นาน 10 และ 15 นาทีและ pH 5.0 นาน 5 และ 10 นาทีให้ค่าน้อยที่สุดและยังพบว่าค่าแรงเฉือนของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีค่าใกล้เคียงกับใน Tray dryer ทุกสิ่งทดลอง

ผลการวิเคราะห์ค่า Hue และ Chroma ของกล้วยอบ โดยเปรียบเทียบการอบใน Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตารางภาคผนวก ข-3 และรูป 4.2-4.3

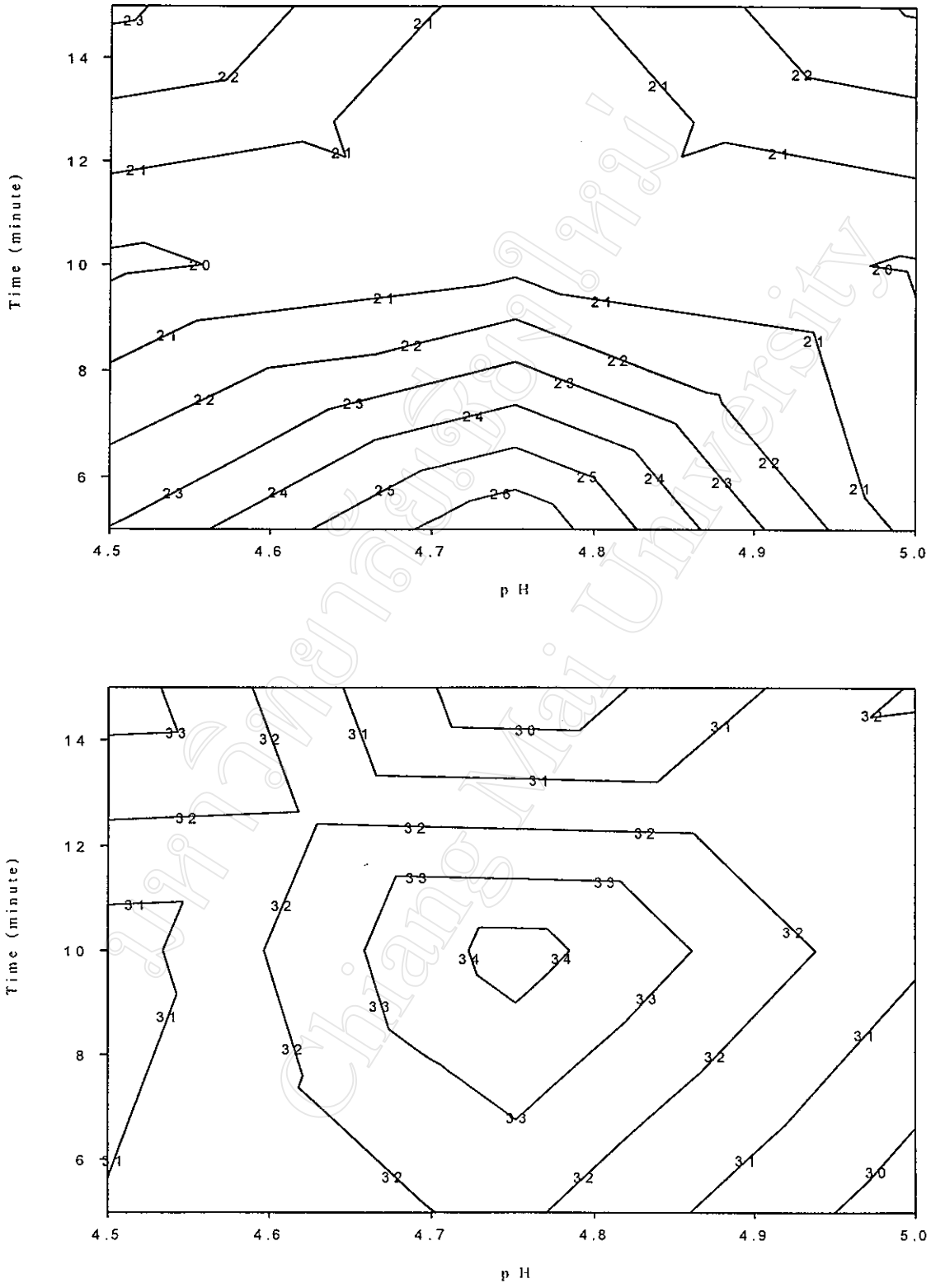


รูป 4.2 ความสัมพันธ์ของเวลาและ pH ต่อค่า Hue ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer (ก) และใน Tray dryer (ข)

จากรูป 4.2 และตารางภาคผนวก ข-3 พบว่าค่า Hue ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กล้วยอบสิ่งทดลอง pH 5.0 นาน 5 นาที ให้ค่ามากที่สุด (ตามเส้น 56 ดังรูป 4.2 ก) และสิ่งทดลอง pH 5.0 นาน 15 นาทีให้ค่าน้อยที่สุด (ตามเส้น 52.5 ดังรูป 4.2 ก) แต่สิ่งทดลองอื่นๆไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่มีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่า Hue ของกล้วยอบใน Tray dryer มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในกล้วยอบสิ่งทดลอง pH 5.0 นาน 15 นาทีและ pH 4.75 นาน 5 นาทีให้ค่ามากที่สุด (ตามเส้น 65 ดังรูป 4.2 ข) และสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 10 นาทีให้ค่าน้อยที่สุด (ตามเส้น 60 ดังรูป 4.2 ข) แต่สิ่งทดลองอื่นๆ ไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ให้ค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงว่าที่ pH สารละลายสูงทำให้กล้วยอบมีเฉดสีเหลืองกว่าที่ pH สารละลายต่ำ แล้วยังพบว่าค่า Hue ของกล้วยอบใน Tray dryer สูงกว่าใน Solar tunnel dryer แสดงว่ากล้วยอบใน Tray dryer มีเฉดสีเหลืองมากกว่าใน Solar tunnel dryer อาจเนื่องมาจากใน Tray dryer กล้วยไม่ถูกแสงและใช้อุณหภูมิในการอบต่ำกว่า Solar tunnel dryer

สำหรับค่า Chroma ของกล้วยอบแสดงดังรูป 4.3

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

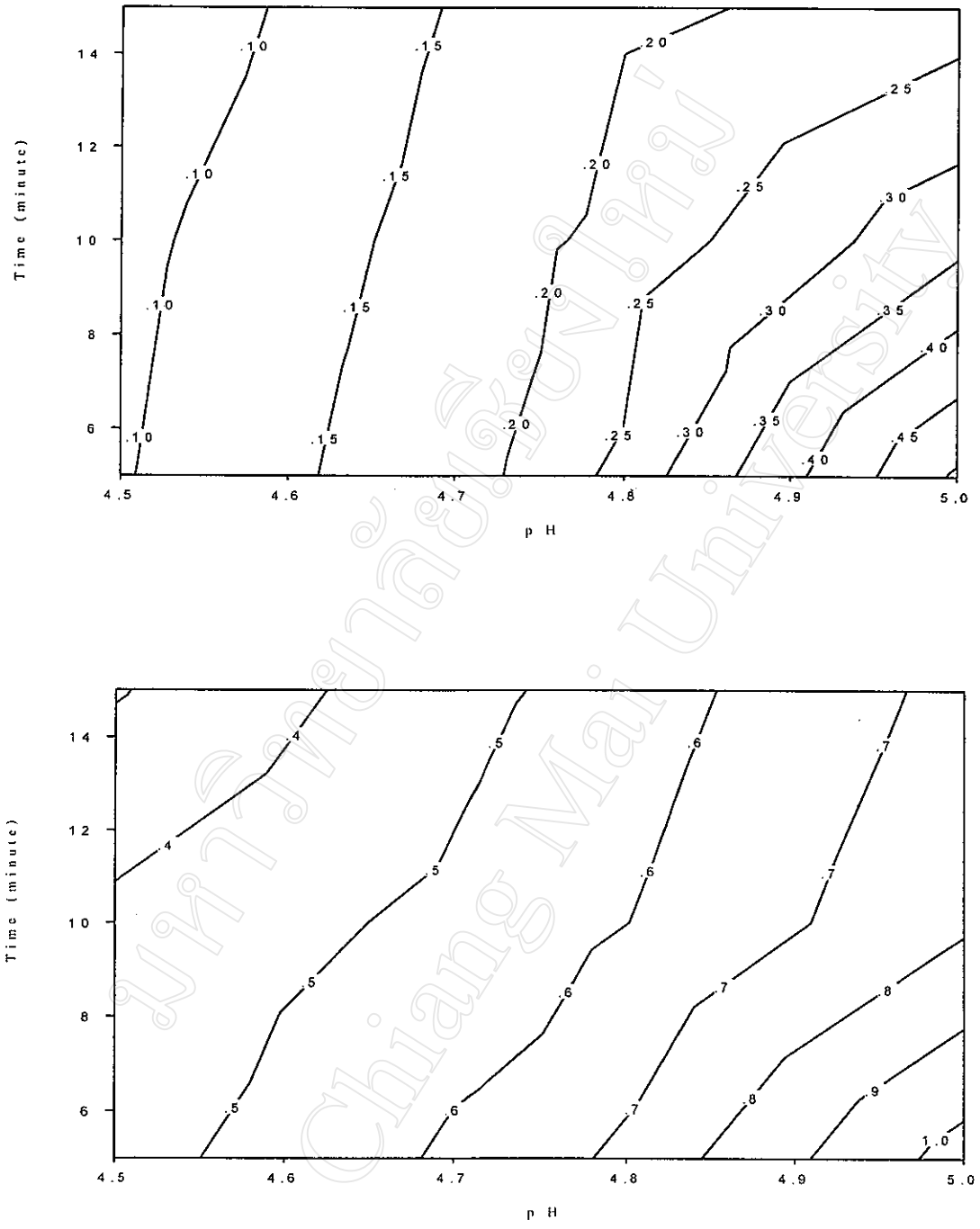


รูป 4.3 ความสัมพันธ์ของเวลากับ pH ต่อค่า Chroma ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer (ก) และ ใน Tray dryer (ข)

จากรูป 4.3 และตารางภาคผนวก ข-3 พบว่าค่า Chroma ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กล้วยอบสิ่งทดลอง pH 4.75 นาน 5 นาทีให้ค่ามากที่สุด (ตามเส้น 26 ดังรูป 4.3 ก) และสิ่งทดลองที่ให้ค่าน้อยที่สุดคือ pH 4.5 นาน 10 นาที (ตามเส้น 20 ดังรูป 4.3 ก), pH 4.75 นาน 10 และ 15 นาที (ตามเส้น 21 ดังรูป 4.3 ก) และ pH 5.0 นาน 5 และ 10 นาที (ตามเส้น 20 ดังรูป 4.3 ก) ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer มีค่า Chroma แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กล้วยอบสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 15 นาที (ตามเส้น 33 ดังรูป 4.3 ข) และ pH 4.75 นาน 10 นาที (ตามเส้น 34 ดังรูป 4.3 ข) ให้ค่ามากที่สุด ส่วนสิ่งทดลอง pH 4.75 นาน 15 นาทีและ pH 5.0 นาน 5 นาที (ตามเส้น 30 ดังรูป 4.3 ข) ให้ค่าน้อยที่สุดแต่สิ่งทดลองอื่นๆ ไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ให้ค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และพบว่าค่า Chroma ของกล้วยอบใน Tray dryer สูงกว่าใน Solar tunnel dryer แสดงว่ากล้วยอบใน Solar tunnel dryer ให้ค่าความสดมากกว่าอาจเนื่องมาจากกล้วยอบใน Tray dryer ใช้อุณหภูมิในการอบต่ำกว่าใน Solar tunnel dryer

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO ของกล้วยอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในรูป 4.4 และตารางภาคผนวก ข-4



รูป 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับ pH ต่อค่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer (ก) และใน Tray dryer (ข)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

จากรูป 4.4 และตารางภาคผนวก ข-4 พบว่าค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ของกล้วยในสิ่งทดลอง pH 5.0 นาน 5 นาที (ตามเส้น 0.45 ดังรูป 4.4 ก) ให้ค่าเอนไซม์มากที่สุดและสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 5,10 และ 15 นาที (ตามเส้น 0.10 ดังรูป 4.4 ก) ให้ค่าเอนไซม์น้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆมีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนใน Tray dryer ของกล้วยสิ่งทดลอง pH 5.0 นาน 5 นาที (ตามเส้น 1.0 ดังรูป 4.4 ข) ให้ค่าเอนไซม์มากที่สุดและสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 15 นาที (ตามเส้น 0.3 ดังรูป 4.4 ข)ให้ค่าเอนไซม์น้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆไม่มีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) พบว่าค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer น้อยกว่าใน Tray dryer อาจเนื่องมาจากใช้อุณหภูมิในการอบสูงกว่า ดังตารางภาคผนวก ง-3 เอนไซม์จึงถูกทำลายได้มากกว่า

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้นและค่า a_w ของกล้วยน้ำว้าอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังตารางภาคผนวก ข-5 พบว่าปริมาณความชื้นและปริมาณค่า a_w ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ของกล้วยทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 21.71-25.63 % และ ค่า a_w ในช่วง 0.402-0.459 ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าสิ่งทดลอง pH 5.0 นาน 10 นาที ให้ค่าความชื้นมากที่สุดคือ 26.4 % และสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 15 นาทีให้ค่าน้อยที่สุดคือ 22.39 % สำหรับปริมาณค่า a_w ของกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าสิ่งทดลอง pH 5.0 นาน 10 นาทีให้ค่า a_w มากที่สุดคือ 0.492 และสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 15 นาทีให้ค่าน้อยที่สุดคือ 0.416 และพบว่าความชื้นกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ใกล้เคียงกับ Tray dryer แต่ค่า a_w กล้วยอบใน Tray dryer สูงกว่าอาจเนื่องมาจากใน Solar tunnel dryer ใช้อุณหภูมิในการทำแห้งสูงกว่า ดังตารางภาคผนวก ง-3 และมีอัตราการอบแห้งสูงกว่า

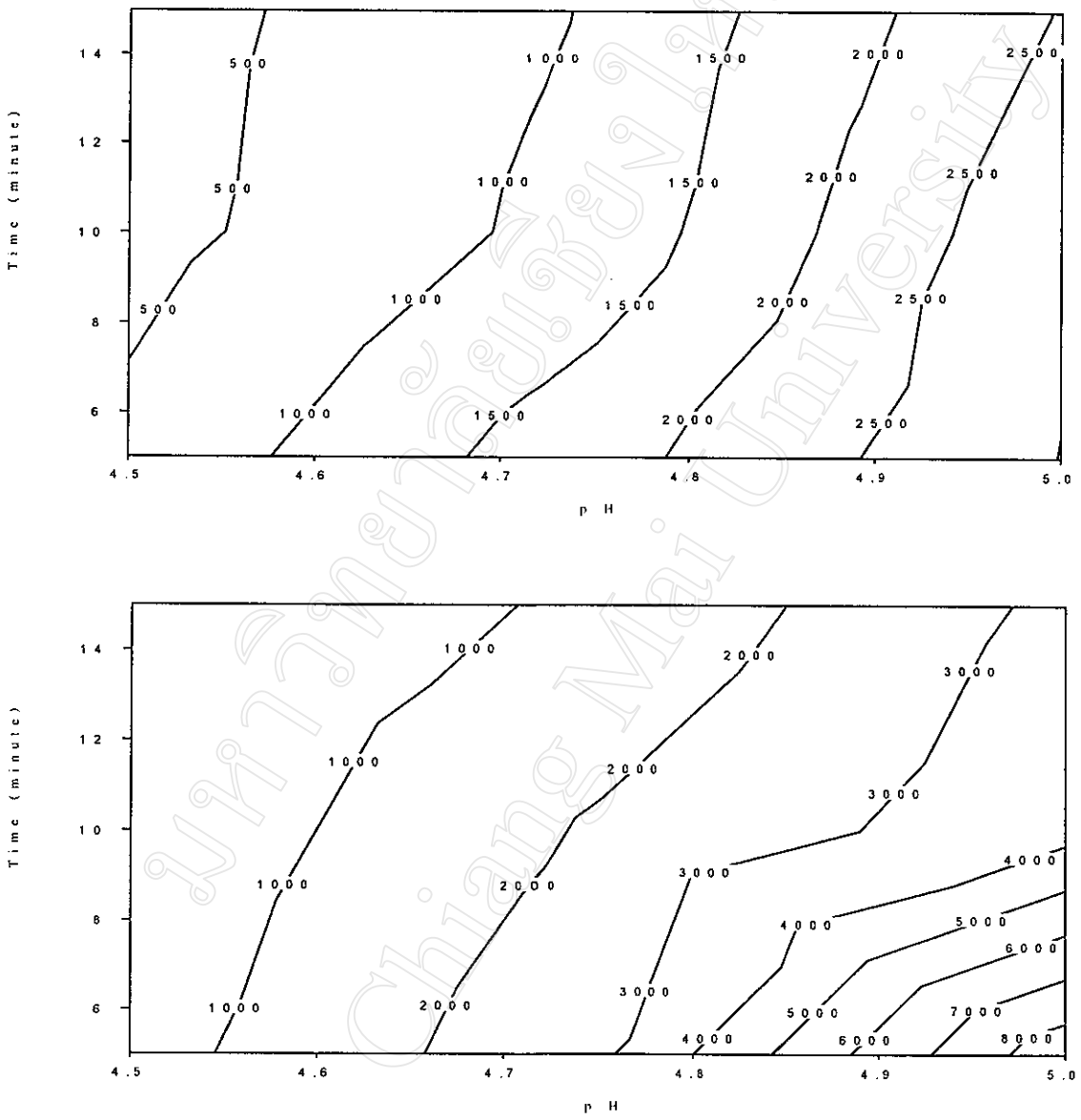
จากการวิเคราะห์ค่าปริมาณกรด ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}$Brix) ในกล้วยน้ำว้าอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังตารางภาคผนวก ข-6 พบว่าปริมาณกรดและค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้วยในเครื่องอบ Solar tunnel dryer ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าปริมาณกรดมีค่าอยู่ในช่วง 1.19-1.44 % และค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าช่วง 5.04-5.19 แต่ปริมาณกรดของกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าสิ่งทดลอง pH 4.5 (15 นาที) ให้ค่ามากที่สุดคือ 1.756 % และสิ่งทดลอง pH 4.75 นาน 5 นาทีให้ค่าน้อยที่สุดคือ 1.045 % และค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้วยอบสิ่งทดลอง pH 5.0 นาน 5 และ 10 นาทีให้ค่ามากที่สุดคือ 5.08 และ 5.07 ตามลำดับ ส่วนสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 15 นาที ให้ค่าน้อยที่สุดคือ 4.82 ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆมีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สำหรับค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer พบว่าสิ่งทดลอง pH 4.75 นาน 5 นาทีให้ค่ามากที่สุดและสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 10 นาทีและ pH 5.0 นาน 5 และ 15 นาทีให้ค่าน้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆไม่มีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 15 นาทีและ pH 4.75 นาน 5 นาทีให้ค่ามากที่สุดและสิ่งทดลอง pH 5.0 นาน 5, 10 และ 15 นาทีให้ค่าน้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆมีความแตกต่างจากค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงว่าค่าปริมาณกรดของสิ่งทดลองช่วงค่าความเป็นกรด-ด่างสารละลายต่ำของกล้วยอบใน Tray dryer สูงกว่าใน Solar tunnel dryer แต่ช่วงความเป็นกรด-ด่างสารละลายสูงของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer สูงกว่าใน Tray dryer และยังพบว่าค่า pH กล้วยอบใน Solar tunnel dryer สูงกว่าใน Tray dryer ทุกสิ่งทดลองแต่ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยอบใน Tray dryer สูงกว่า แม้ว่าค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยอบจะแตกต่างกันมาก อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของวัตถุดิบ อย่างไรก็ตามค่า pH optimum ของ PPO คือ 5.0 ดังนั้นกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีสิ่งทดลองที่ต่ำกว่า pH optimum ของ PPO คือ สารละลายกรดแอสคอร์บิค:กรดซิตริค pH 4.5 นาน 15 นาที และใน Tray dryer คือ pH 4.5 และ 4.75 นาน 5, 10 และ 15 นาที ดังนั้นจึงเลือกสิ่งทดลอง pH 4.5 นาน 15 นาทีซึ่งน่าจะยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ดีที่สุดในเครื่องอบแห้งทั้งสองแบบ

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดในกล้วยอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังตารางภาคผนวก ข-7 และเมื่อเปรียบเทียบกับของสด ดังตารางภาคผนวก ข-8 พบว่าค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยอบโดยใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยที่ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีค่าอยู่ในช่วง 37.92-38.63 % หรือ 15.02-15.78 %(น้ำหนักสด) ส่วนใน Tray dryer มีค่าอยู่ในช่วง 38.39-38.65 % หรือ 15.21-16.05 %(น้ำหนักสด) สำหรับค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีค่าอยู่ในช่วง 57.36-58.00 % หรือ 22.50-23.65 %(น้ำหนักสด) ส่วนใน Tray dryer มีค่าอยู่ในช่วง 52.39-52.95 % หรือ 20.62-21.94 %(น้ำหนักสด) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และยังพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดลดลงจากกล้วยสดคือมีน้ำตาลรีดิวซ์ 21.25 % และน้ำตาลทั้งหมด 23.55 % แสดงว่ามีการใช้น้ำตาลรีดิวซ์ส่วนหนึ่งในการเกิดปฏิกิริยา Maillard จึงทำให้น้ำตาลรีดิวซ์ลดลง โดยที่กล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีน้ำตาลรีดิวซ์ลดมากกว่า Tray dryer เล็กน้อย จึงทำให้เกิดสีน้ำตาลมากกว่า

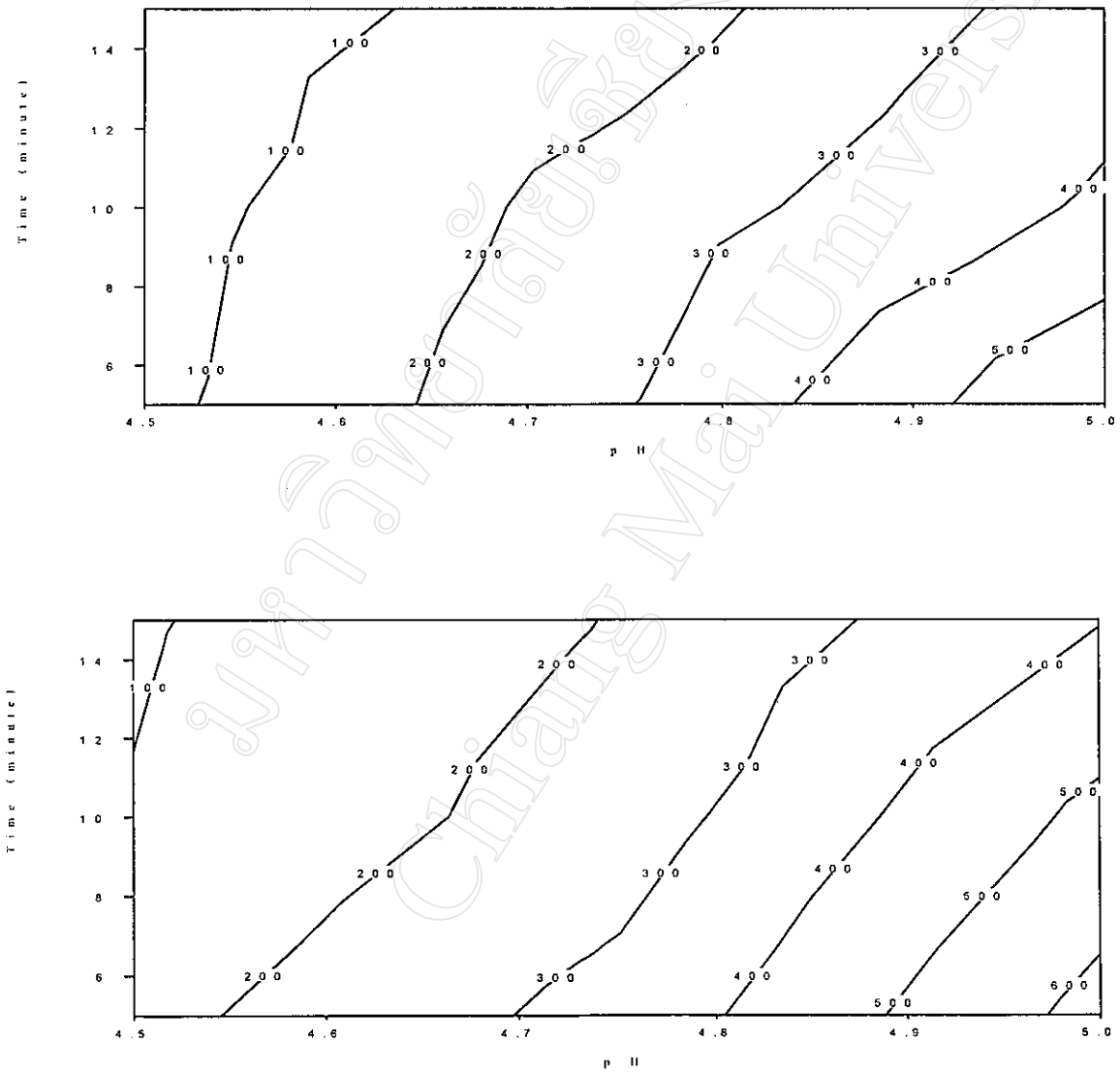
4.3.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) รวมทั้งปริมาณยีสต์และรา (yeast & mould) ของกล้วยน้ำว้าอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในรูป 4.5-4.6 และตารางภาคผนวก ข-9



รูป 4.5 ความสัมพันธ์ของเวลาและ pH ต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของกล้วยอบโดย Solar tunnel dryer (ก) และใน Tray dryer (ข)

จากรูป 4.5 และตารางภาคผนวก ข-9 พบว่าค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ของสิ่งทดลอง pH สารละลาย 5.0 นาน 5 และ 10 นาที (ตามเส้น 2500 ดังรูป 4.5 ก)ให้ค่ามากที่สุดและสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.5 นาน 10 และ 15 นาที (ตามเส้น 500 ดังรูป 4.5 ก) ให้ค่าน้อยที่สุด ส่วนใน Tray dryer พบว่าสิ่งทดลอง pH สารละลาย 5.0 นาน 5 นาที (ตามเส้น 8000 ดังรูป 4.5 ข) ให้ค่ามากที่สุดและสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.5 นาน 10 และ 15 นาที (ตามเส้น 1000 ดังรูป 4.5 ข) ให้ค่าน้อยที่สุด สำหรับปริมาณยีสต์และรา ดังรูป 4.6



รูป 4.6 ความสัมพันธ์ของเวลาและ pH ต่อปริมาณยีสต์และราของกล้วยอบโดย Solar tunnel dryer (ก) และใน Tray dryer (ข)

จากรูป 4.6 และตารางภาคผนวก ข-9 พบว่ายีสต์และรา (yeast & mould) ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ของสิ่งทดลอง pH สารละลาย 5.0 นาน 5 นาที (ตามเส้น 500 ดังรูป 4.6 ก) ให้ค่ามากที่สุดและสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.5 นาน 5, 10 และ 15 นาที (ตามเส้น 100 ดังรูป 4.6 ก) ให้ค่าน้อยที่สุดแสดงว่ากล้วยที่แช่ใน pH สารละลาย 4.5 เวลาแช่ 15, 10 และ 5 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีกว่าสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.75 และ 5.00 ที่เวลาเดียวกัน ส่วนใน Tray dryer นั้นพบว่าสิ่งทดลอง pH สารละลาย 5.0 นาน 5 นาที (ตามเส้น 600 ดังรูป 4.6 ข) ให้ค่ามากที่สุดและสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.5 นาน 10 และ 15 นาที (ตามเส้น 100 ดังรูป 4.6 ข)ให้ค่าน้อยที่สุดแสดงว่ากล้วยที่แช่ใน pH สารละลาย 4.5 เวลาแช่ 15 และ 10 นาทีสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีกว่า pH สารละลาย 4.75 และ 5.00 ที่เวลาเดียวกัน แต่ที่เวลาแช่ 10 นาทีนั้นค่ายีสต์และรามีค่าเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้แห้ง พ.ศ. 2532 คือต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัมและค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งเซลจุลินทรีย์ในผลไม้แห้งค่อนข้างต่ำ และยังพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งจำนวนยีสต์และราของกล้วยอบใน Tray dryer สูงกว่าใน Solar tunnel dryer อาจเนื่องมาจากกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ใช้อุณหภูมิอบแห้งสูงกว่า ดังนั้นน่าจะยับยั้งหรือทำลายเชื้อได้มากกว่า ส่วนบุญเสิศและวินัย (2530) พบว่าการทำแห้งเป็นการระเหยน้ำออกไปทำให้จุลินทรีย์ขาดน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้ มีผลให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปกติแล้วเชื้อราเจริญได้เมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้นมากกว่า 12 % ส่วนยีสต์และแบคทีเรียเกิดได้ที่ความชื้น 30 % ขึ้นไป ดังนั้นการแช่สารละลายกรดที่ pH สารละลาย 4.5 เวลาแช่ 15 นาทีจึงดีที่สุดในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

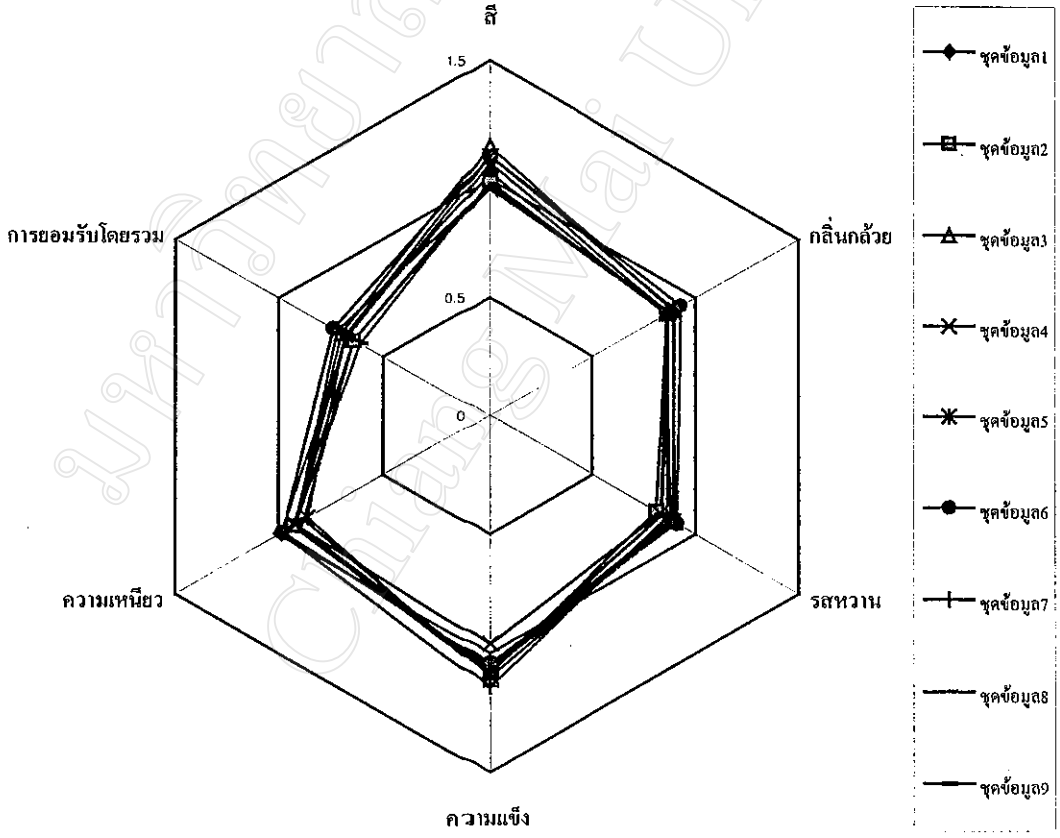
4.3.4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และTray dryer ดังแสดงในตาราง 4.12-4.13 และรูป 4.7-4.8

ตาราง 4.12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer

ชุดข้อมูล	pH สารละลาย	เวลาแช่สารละลายกรด (นาที)	สี	กลิ่นกล้วย	รสหวาน	ความแข็ง	ความเหนียว	การยอมรับรวม
1	4.5	15	$1.03^{ab}\pm0.25$	$0.86^{b}\pm0.19$	$0.88^{ab}\pm0.19$	$1.06^{abc}\pm0.19$	$0.92^{bc}\pm0.16$	$0.68^{abcd}\pm0.20$
2	4.5	10	$0.99^{ab}\pm0.27$	$0.86^{ab}\pm0.20$	$0.81^{ab}\pm0.25$	$1.08^{ab}\pm0.16$	$0.93^{abc}\pm0.19$	$0.64^{cd}\pm0.19$
3	4.5	5	$1.14^{a}\pm0.19$	$0.89^{ab}\pm0.16$	$0.90^{ab}\pm0.17$	$1.07^{ab}\pm0.17$	$0.92^{abc}\pm0.14$	$0.70^{abc}\pm0.20$
4	4.75	15	$0.96^{b}\pm0.32$	$0.87^{ab}\pm0.21$	$0.83^{ab}\pm0.29$	$0.96^{c}\pm0.15$	$0.92^{abc}\pm0.10$	$0.72^{ab}\pm0.15$
5	4.75	10	$1.10^{ab}\pm0.21$	$0.90^{ab}\pm0.15$	$0.89^{ab}\pm0.13$	$1.10^{ab}\pm0.21$	$0.86^{c}\pm0.19$	$0.68^{abcd}\pm0.17$
6	4.75	5	$1.10^{ab}\pm0.23$	$0.93^{a}\pm0.14$	$0.91^{a}\pm0.14$	$1.04^{bc}\pm0.13$	$0.98^{ab}\pm0.13$	$0.74^{a}\pm0.15$
7	5.00	15	$1.07^{ab}\pm0.23$	$0.87^{ab}\pm0.15$	$0.86^{ab}\pm0.23$	$1.14^{a}\pm0.21$	$0.99^{a}\pm0.19$	$0.67^{bcd}\pm0.19$
8	5.00	10	$0.98^{ab}\pm0.27$	$0.87^{ab}\pm0.20$	$0.84^{ab}\pm0.29$	$1.06^{abc}\pm0.20$	$0.92^{abc}\pm0.19$	$0.61^{d}\pm0.20$
9	5.00	5	$0.97^{b}\pm0.31$	$0.87^{ab}\pm0.22$	$0.84^{b}\pm0.22$	$1.08^{ab}\pm0.20$	$0.88^{c}\pm0.18$	$0.64^{cd}\pm0.20$

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$

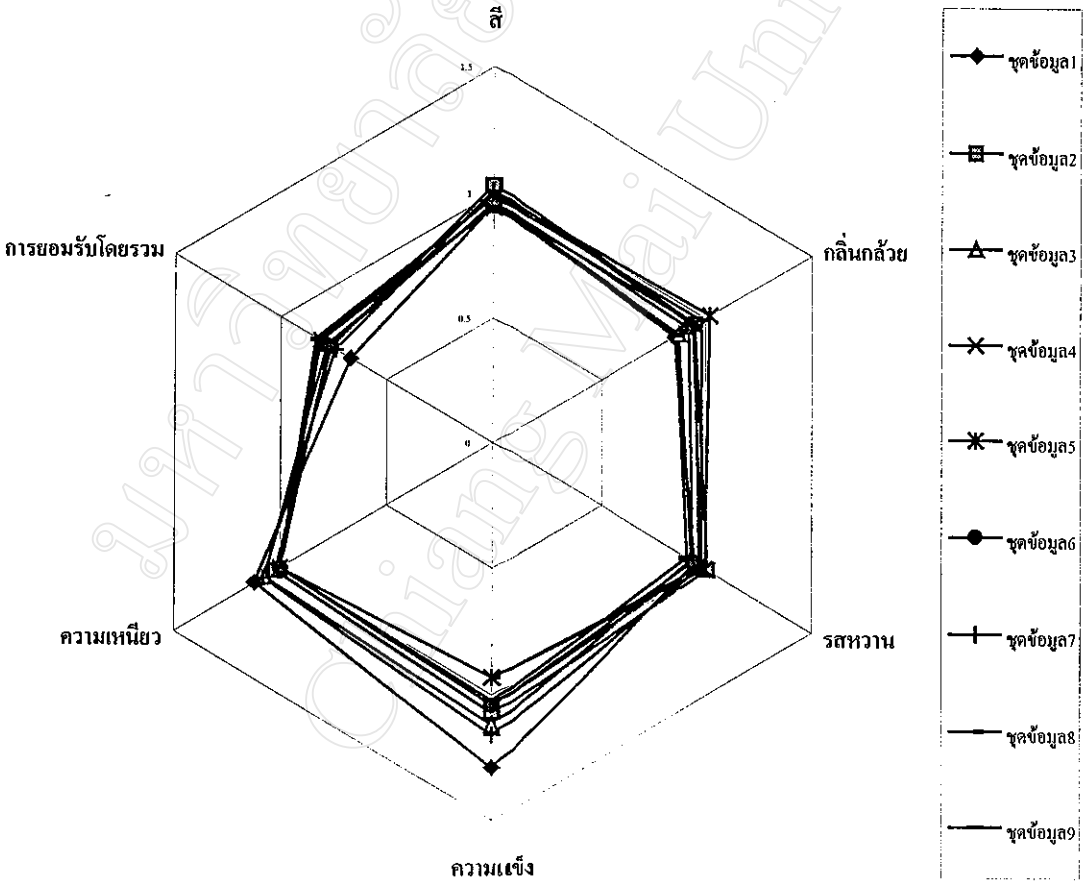


รูป 4.7 เค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer

ตาราง 4.13 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบใน Tray dryer

ชุดข้อมูล	pH สารละลาย	เวลาแช่สารละลายกรด (นาที)	สี	กลิ่นกล้วย	รสหวาน	ความแข็ง	ความเหนียว	การยอมรับรวม
1	4.5	15	0.95±0.07	0.85^{c}±0.25	0.95^{ab}±0.11	1.29^{a}±0.19	1.12^{a}±0.21	0.67^{c}±0.13
2	4.5	10	1.03±0.14	0.95^{abc}±0.12	1.01^{a}±0.09	1.07^{bc}±0.12	1.02^{ab}±0.18	0.76^{ab}±0.16
3	4.5	5	0.95±0.11	0.87^{bc}±0.26	0.93^{ab}±0.16	1.12^{bc}±0.14	1.07^{ab}±0.11	0.78^{ab}±0.07
4	4.75	15	0.94±0.13	0.95^{abc}±0.09	0.97^{ab}±0.07	1.04^{cd}±0.08	1.00^{b}±0.05	0.81^{ab}±0.16
5	4.75	10	0.99±0.10	1.02^{a}±0.06	1.00^{a}±0.03	0.93^{d}±0.11	1.00^{b}±0.10	0.81^{ab}±0.16
6	4.75	5	0.96±0.16	0.92^{abc}±0.27	0.94^{ab}±0.15	1.04^{c}±0.20	1.00^{b}±0.11	0.77^{ab}±0.14
7	5.00	15	1.01±0.14	0.94^{abc}±0.10	0.98^{ab}±0.07	1.16^{b}±0.17	1.08^{ab}±0.19	0.74^{bc}±0.13
8	5.00	10	0.98±0.05	0.98^{ab}±0.10	0.98^{ab}±0.04	0.93^{d}±0.09	1.00^{b}±0.07	0.83^{a}±0.15
9	5.00	5	0.94±0.08	0.86^{c}±0.26	0.91^{b}±0.16	1.02^{cd}±0.10	1.00^{b}±0.08	0.82^{a}±0.14

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$



รูป 4.8 เค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้าอบใน Tray dryer

จากตาราง 4.12 และรูป 4.7 พบว่ากล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีค่าสีที่ดีที่สุดคือ สิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.5 และ pH สารละลาย 5.0 นาน 10 นาที ซึ่งมีค่าใกล้ 1 มากที่สุด แต่สิ่งทดลองอื่นๆไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จากตาราง 4.13 และรูป 4.8 กล้วยอบใน Tray dryer ทุกสิ่งทดลองไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามค่าสีกล้วยอบใน Tray dryer ดีกว่าใน Solar tunnel dryer อาจเนื่องมาจากมีเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าเพราะใช้อุณหภูมิอบแห้งต่ำกว่า

กลิ่นกล้วยของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ที่ดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.75 นาน 5 นาที แต่สิ่งทดลองอื่นๆไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.75 นาน 10 นาที แต่สิ่งทดลองอื่นๆไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จะเห็นว่าค่ากลิ่นกล้วยอบใน Tray dryer ดีกว่าใน Solar tunnel dryer อาจเนื่องมาจากกล้วยอบใน Tray dryer ใช้อุณหภูมิอบแห้งต่ำกว่า จึงเกิดปฏิกิริยา Maillard ทำให้สีและกลิ่นรสเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า

รสหวานของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ที่ดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.75 นาน 5 นาที แต่สิ่งทดลองอื่นๆไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.5 และ pH สารละลาย 4.75 นาน 10 นาที และสิ่งทดลองอื่นๆไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และพบว่าค่ารสหวานของกล้วยอบใน Tray dryer ดีกว่าใน Solar tunnel dryer อาจเนื่องมาจากใน Tray dryer ใช้อุณหภูมิอบแห้งต่ำกว่า ทำให้น้ำตาลคงรูปได้ดีกว่า

ความแข็งของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.75 นาน 15 นาที แต่สิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.5 นาน 15 นาที, pH สารละลาย 4.75 นาน 5 นาที และ pH สารละลาย 5.0 นาน 10 นาที ไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 5.0 นาน 5 นาที แต่สิ่งทดลอง pH สารละลาย 5.0 นาน 10 นาทีและ pH สารละลาย 4.75 นาน 10 และ 15นาที ไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และพบว่าค่าความแข็งของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ดีกว่าใน Tray dryer อาจเนื่องมาจากกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ใช้เวลาอบแห้งน้อยกว่า

ความเหนียวของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ที่ดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 5.0 นาน 15 นาที และสิ่งทดลองอื่นๆไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.75 นาน 5, 10 และ 15 นาทีและ pH สารละลาย 5.0 นาน 5 และ 10 นาที ส่วนสิ่งทดลองอื่นๆไม่แตกต่างจาก

สิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จะเห็นว่าค่าความเหนียวของกล้วยอบใน Tray dryer ดีกว่าใน Solar tunnel dryer

การยอมรับโดยรวมของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer ที่ดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 4.75 นาน 5 นาที แต่สิ่งทดลองอื่นๆไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าดีที่สุดคือสิ่งทดลอง pH สารละลาย 5.0 นาน 5 และ 10 นาที แต่สิ่งทดลองอื่นๆ ไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และยังพบว่าค่าการยอมรับรวมของกล้วยอบใน Tray dryer ดีกว่า Solar tunnel dryer ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น อย่างไรก็ตามผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสอาจจะไม่ถูกต้องมากนัก จึงควรพิจารณาผลการทดลองอื่นๆร่วมด้วย

4.4 การศึกษาหากรรมวิธีการอบแห้งที่เหมาะสม

โดยการนำกล้วยน้ำว้าระยะสุกงอมแช่สารละลายกรดแอสคอร์บิคและกรดซิตริค ในอัตรา 1:1 ที่ pH สารละลาย 4.5 นาน 15 นาที แล้วอบใน Solar tunnel dryer นาน 2, 3 และ 4 วัน เปรียบเทียบกับ Tray dryer อบที่อุณหภูมิ 50 °C, 60°C และ 65 °C นาน 2, 3 และ 4 วัน เพื่อให้ได้ระดับความชื้นของกล้วยตากตามที่ต้องการ ดังตารางในภาคผนวก ข-10

4.4.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ค่า % yield ค่าแรงเฉือน (shear force) ค่า Hue และ Chroma ของกล้วยอบ โดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.14-4.15

ตาราง 4.14 ค่า yield ค่าแรงเฉือน ค่า Hue และ Chroma ของกล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer

เวลาอบ (วัน)	% yeild	แรงเฉือน (นิวตัน)	Hue	Chroma
3	39.62±0.29	25.70^{b}±1.60	64.12^{a}±1.20	34.35^{b}±0.92
4	35.25±1.09	30.57^{a}±2.82	58.98^{b}±2.37	37.71^{a}±0.71

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

จากตาราง 4.14 พบว่าค่า yield ของกล้วยอบ 4 วันและ 3 วันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่กล้วยอบ 3 วันมีค่า yield สูงกว่า 4 วันเล็กน้อย ส่วนค่าแรงเฉือนของกล้วยอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ซึ่งกล้วยอบ 4 วันมีค่ามากกว่า

กล้วยอบ 3 วัน อาจเนื่องมาจากการอบ 4 วันทำให้กล้วยมีความแห้งมากกว่า จึงทำให้ค่า yield น้อยกว่าและแรงเฉือนมากกว่าหรือเนื้อสัมผัสที่เหนียวกว่า ส่วนค่า Hue และ Chroma มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จะเห็นว่าค่า Hue ของกล้วยอบ 3 วัน มีค่ามากกว่ากล้วยอบ 4 วัน แสดงว่ากล้วยอบ 3 วันให้ค่าเฉดสีเหลืองมากกว่า ส่วนค่า Chroma ของกล้วยอบ 4 วัน มากกว่า 3 วัน แสดงว่าการอบนานกว่าทำให้ค่าสีด้านกว่า

ตาราง 4.15 ค่า yield ค่าแรงเฉือน ค่า Hue และ Chroma ของกล้วยน้ำว้าอบใน Tray dryer

เวลาอบ (วัน)	อุณหภูมิ (^{o}C)	% yeild	แรงเฉือน (นิวตัน)	Hue	Chroma
2	65	44.24±0.59	17.85^{b}±0.25	62.71±2.14	28.22±1.13
3	50	41.48±0.56	19.95^{a}±0.65	61.40±2.16	29.62±2.26

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.15 พบว่าค่า yield ของกล้วยอบ 2 วันและ 3 วันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การอบ 2 วันให้ค่า yield สูงกว่า 3 วัน ส่วนค่าแรงเฉือนของกล้วยอบพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่กล้วยอบ 3 วันมีค่ามากกว่ากล้วยอบ 2 วัน แสดงว่าการอบนานกว่าทำให้ค่า yield ลดลงแต่ค่าแรงเฉือนมากขึ้นหรือเหนียวมากขึ้น เพราะมีความแห้งมากกว่า และพบว่าทั้งค่า Hue และ Chroma ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงว่ามีอัตราการเกิดปฏิกิริยา Maillard ใกล้เคียงกัน ดังนั้นการอบกล้วยที่อุณหภูมิ 65^{o}C นาน 2 วัน จึงดีที่สุด ซึ่งสุคนธ์ชื่น (2539) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งผลไม้ประมาณ 50-70^{o}C แต่อุณหภูมิ 70^{o}C ของการอบกล้วยอาจทำให้เกิด case hardening ได้

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO (U/กรัมน้ำหนักสด) ของกล้วยน้ำว้าอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.16

ตาราง 4.16 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยน้ำว้าอบ

PPO ใน Solar tunnel dryer		PPO ใน Tray dryer		
เวลาอบ (วัน)	PPO	เวลาอบ (วัน)	อุณหภูมิ (^{o}C)	PPO
3	$0.55^{a}\pm0.03$	2	65	0.67 ± 0.21
4	$0.12^{b}\pm0.02$	3	50	0.80 ± 0.21

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.16 พบว่าค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่กล้วยอบ 4 วันให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์น้อยกว่ากล้วยอบ 3 วัน แสดงว่าการใช้เวลาการอบแห้งนานขึ้นทำให้เอนไซม์สูญเสียกิจกรรมได้สูง ส่วนค่ากิจกรรมของเอนไซม์ของกล้วยอบใน Tray dryer ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในการอบ 2 วันให้ค่ากิจกรรมเอนไซม์น้อยกว่า อาจเนื่องมาจากใช้อุณหภูมิอบแห้งสูงกว่า จึงทำให้เอนไซม์สูญเสียกิจกรรมได้มากกว่า

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณกรด ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้(^{o}Brix)ในกล้วยอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.17

ตาราง 4.17 ค่าปริมาณกรด ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยน้ำว้าอบ

กล้วยอบใน Solar dryer				กล้วยอบใน Tray dryer				
เวลาอบ (วัน)	ปริมาณกรด (%)	pH	ของแข็งที่ละลายน้ำได้	เวลาอบ (วัน)	อุณหภูมิ (^{o}C)	ปริมาณกรด (%)	pH	ของแข็งที่ละลายน้ำได้
3	1.89 ± 0.19	4.91 ± 0.04	46.0 ± 0.01	2	65	1.51 ± 0.02	4.94 ± 0.02	51.5 ± 0.71
4	2.35 ± 0.02	4.63 ± 0.17	55.0 ± 7.07	3	50	1.47 ± 0.05	5.04 ± 0.11	50.5 ± 0.71

จากตาราง 4.17 พบว่าค่าปริมาณกรด ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และใน Tray dryerไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การอบ 4 วันใน Solar tunnel dryer ให้ค่าปริมาณกรด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงกว่า และค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 3 วัน เช่นเดียวกับใน Tray dryer อบที่อุณหภูมิ 65^{o}C ให้ค่าปริมาณกรด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูงกว่า และค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าที่การอบ 50^{o}C อาจเนื่องมาจากมีความแห้งมากกว่าทำให้ปริมาณค่าของแข็งต่างๆเข้มข้นขึ้น

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้นและค่า a_w ของกล้วยอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.18

ตาราง 4.18 ค่าปริมาณความชื้นและค่ากัมมันตภาพน้ำของกล้วยน้ำว้าอบ

กล้วยอบใน Solar dryer			กล้วยอบใน Tray dryer			
เวลาอบ (วัน)	% ความชื้น	a_w	เวลาอบ (วัน)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	% ความชื้น	a_w
3	$18.61^{a}\pm0.33$	$0.447^{a}\pm0.01$	2	65	$19.59^{b}\pm0.61$	0.450 ± 0.01
4	$15.57^{b}\pm0.21$	$0.437^{b}\pm0.01$	3	50	$22.67^{a}\pm0.71$	0.478 ± 0.01

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \le 0.05$

จากตาราง 4.18 พบว่าค่าปริมาณความชื้นและค่า a_w ของกล้วยอบในSolar tunnel dryer และใน Tray dryer มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\le0.05$) โดยที่ใน Solar tunnel dryer กล้วยอบ 3 วัน ให้ค่ามากกว่ากล้วยอบ 4 วัน อาจเนื่องมาจากใช้เวลาทำแห้งน้อยกว่า ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer ที่อุณหภูมิ 50 $^{\circ}$C นาน 3 วัน ให้ค่ามากกว่าที่ 65°C นาน 2 วัน อาจเนื่องมาจากใช้อุณหภูมิต่ำกว่า แต่ค่า a_w ของกล้วยอบใน Tray dryer ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงว่ากล้วยอบใน Tray dryer นาน 2 วัน (65°C) มีความแห้งมากกว่าอบ 3 วัน (50°C) อย่างไรก็ตามมาตรฐานมอก. 586-2528 ได้กำหนดว่ากล้วยตากจะต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกิน 21 % โดยน้ำหนัก นอกจากนั้นสุคนธ์ชื่น (2539) กล่าวว่าความชื้นสุดท้ายของผลไม้อบแห้งคือ 20 % ดังนั้นการอบกล้วยใน Solar tunnel dryer ทั้ง 3 วันและ 4 วันได้ระดับความชื้นและ a_w ตามมาตรฐาน ส่วนการอบกล้วยใน Tray dryer โดยการอบ 2 วัน (65°C) ให้ผลตามมาตรฐานและดีกว่าการอบ 3 วัน (50°C)

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดในกล้วยอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.19

ตาราง 4.19 ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยน้ำว้าอบ

กล้วยอบใน Solar tunnel dryer			กล้วยอบ ใน Tray dryer			
เวลาอบ (วัน)	น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	น้ำตาล ทั้งหมด(%)	เวลาอบ (วัน)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	น้ำตาลรีดิวซ์ (%)	น้ำตาล ทั้งหมด(%)
3	39.96^{a}±4.09	50.02±0.75	2	65	30.64±6.47	47.91±2.70
4	33.20^{b}±3.92	45.67±1.14	3	50	26.27±1.13	54.64±2.01

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.19 พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่กล้วยอบ 3 วัน ให้ค่ามากกว่า 4 วัน แต่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของกล้วยอบใน Tray dryer และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และ Tray dryer ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับของสด ดังตารางภาคผนวก ข-11 พบว่าค่าน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยอบลดลงจากของสด โดยที่การอบกล้วยใน Solar tunnel dryer 3 วันมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์ลดน้อยกว่า 4 วันส่วนใน Tray dryer พบว่าการอบ 2 วัน (65°C) ลดน้อยกว่าอบ 3 วัน (50°C) แสดงว่ากล้วยอบที่มีน้ำตาลรีดิวซ์ลดน้อยกว่า ซึ่งจะมีปฏิกิริยา Maillard เกิดน้อยกว่าแล้วทำให้กล้วยอบมีสีน้ำตาลน้อยกว่าด้วย

4.4.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) รวมทั้งยีสต์และรา (yeast & mould) ของกล้วยอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.20

ตาราง 4.20 ค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งยีสต์และราของกล้วยน้ำว้าอบ

กล้วยอบใน Solar dryer			กล้วยอบ ใน Tray dryer			
เวลาอบ (วัน)	จุลินทรีย์ทั้ง หมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)	เวลาอบ (วัน)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	จุลินทรีย์ทั้ง หมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)
3	506.7^{a}±95.2	161.7^{a}±10.4	2	65	761.7±247.7	75.0±35.0
4	273.3^{b}±64.3	70.0^{b}±42.7	3	50	778.3±262.7	123.3±46.5

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

: ไม่พบ Coliform

จากตาราง 4.20 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราของกล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่กล้วยอบ 4 วัน ให้ค่าน้อยกว่าอบ 3 วัน แสดงว่าการอบกล้วย 4 วันใน Solar tunnel dryer สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการอบ 3 วัน ส่วนใน Tray dryer ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) การอบกล้วย 3 วันและ 2 วัน ให้ผลการยับยั้งไม่ต่างกัน แต่ค่ายีสต์และราของการอบ 2 วัน ($65^{\circ}C$) ให้ค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคือ 100 cfu/กรัม ดังนั้นการอบ 2 วัน ($65^{\circ}C$) จึงน่าจะดีกว่า

4.4.4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการวิเคราะห์ค่าทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.21-4.22

ตาราง 4.21 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer

เวลาอบ (วัน)	สี	กลิ่นกล้วย	รสหวาน	ความแข็ง	ความเหนียว	การยอมรับรวม
3	1.14±0.18	0.95±0.10	1.02±0.09	1.02^{b}±0.08	0.99±0.05	0.92^{a}±0.05
4	0.99±0.23	0.95±0.09	1.01±0.09	1.23^{a}±0.10	1.04±0.23	0.79^{b}±0.09

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.21 พบว่าผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer มีค่าสี กลิ่นกล้วย รสหวานและความเหนียวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ค่าความแข็งและการยอมรับโดยรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่กล้วยอบ 4 วันมีค่าความแข็งมากกว่า 3 วัน ส่วนการยอมรับโดยรวมของกล้วยอบ 3 วันมีค่ามากกว่า 4 วันแสดงว่าการอบกล้วย 3 วันให้ค่าความแข็งน้อยกว่าและมีการยอมรับโดยรวมสูงกว่าการอบกล้วย 4 วัน แสดงว่าการอบนานกว่าทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้นและการยอมรับรวมลดลง

ตาราง 4.22 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบใน Tray dryer

เวลาอบ (วัน)	อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	สี	กลิ่นกล้วย	รสหวาน	ความแข็ง	ความเหนียว	การยอมรับรวม
3	50	1.01^{a}±0.15	0.96±0.06	0.93±0.11	1.08±0.10	1.01±0.11	0.83±0.08
2	65	0.79^{b}±0.24	0.91±0.13	0.94±0.14	1.06±0.16	0.98±0.12	0.80±0.09

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.22 พบว่าผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบใน Tray dryer มีค่ากลิ่นกล้วย รสหวาน ความเหนียวและการยอมรับโดยรวมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ค่าสีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) โดยค่าสีของกล้วยอบ 3 วัน ($50^{\circ}C$) มีค่ามากกว่า 2 วัน ($65^{\circ}C$) แสดงว่าการอบกล้วยนานกว่าให้ค่าสีเข้มกว่า

4.5 ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษา

โดยการนำกล้วยอบทั้งใน Solar tunnel dryer และ Tray dryer บรรจุถุงพลาสติก LDPE 2 ชั้นและปิดผนึกโดยใช้และไม่ใช้สุญญากาศแล้วเก็บรักษาในตู้เย็นและอุณหภูมิห้องเพื่อศึกษาอายุการเก็บ

4.5.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

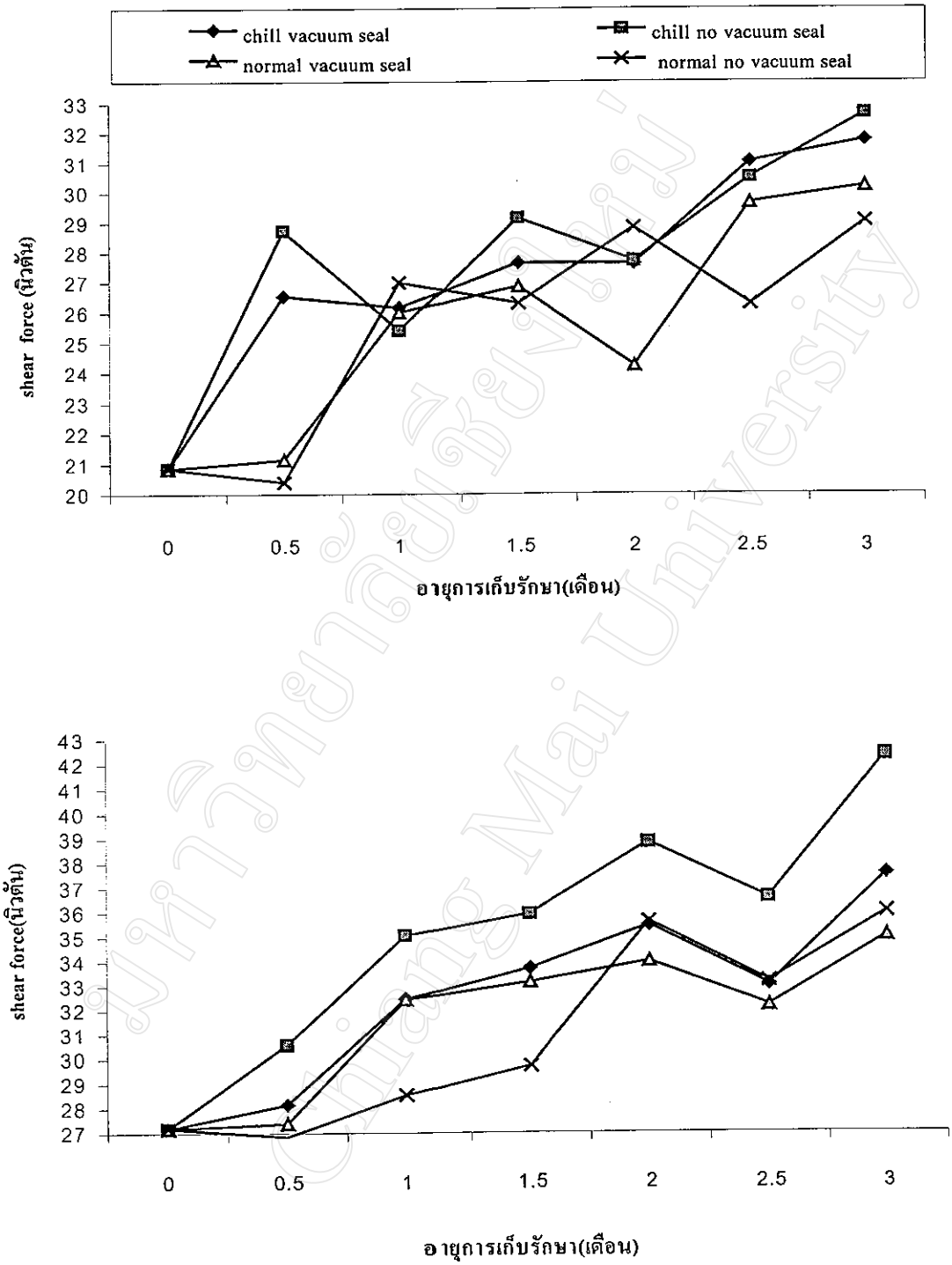
ผลการวิเคราะห์ค่า % yield ของกล้วยอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และTray dryer ดังแสดงในตาราง 4.23

ตาราง 4.23 ค่า yield ของกล้วยน้ำว้าอบโดย Solar tunnel dryer และ Tray dryer

% yield ของกล้วยอบโดย Solar tunnel dryer	% yield ของกล้วยอบโดย Tray dryer
36.35 ± 0.95	39.14 ± 0.88

จากตาราง 4.23 พบว่าค่า yield ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และ Tray dryer ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ค่า yield ของกล้วยอบใน Tray dryer จะมี % yield สูงกว่าในSolar tunnel dryer เล็กน้อย

สำหรับค่าแรงเฉือนของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังรูป 4.9 และตารางภาคผนวก ข-12 และ ข-13



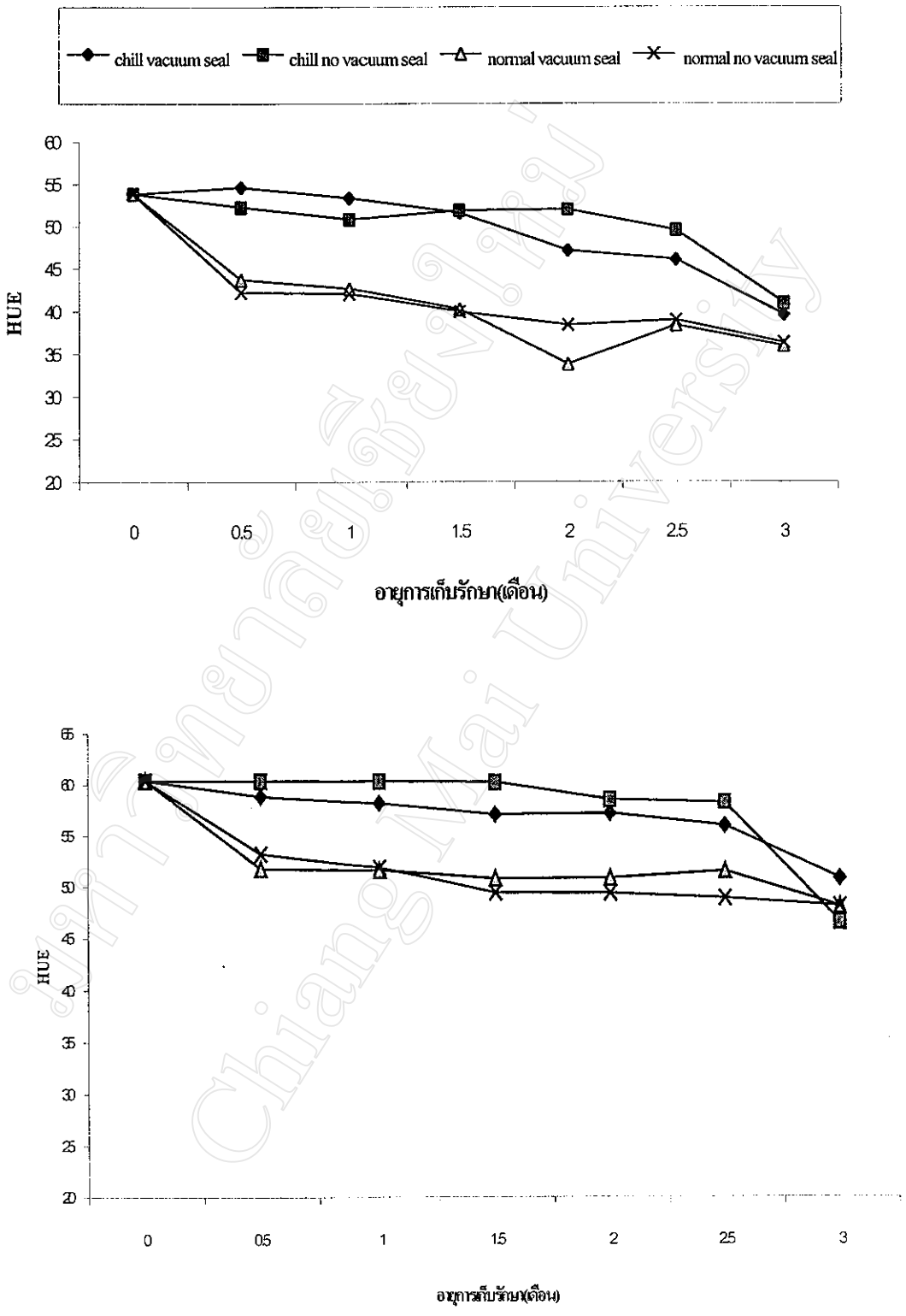
รูป 4.9 ค่าแรงเฉือนของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer (ก) และ Tray dryer (ข)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

จากรูป 4.9 และตารางภาคผนวก ข-12 และ ข-13 พบว่าค่าแรงเฉือนของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และ Tray dryer ของสิ่งทดลองการเก็บสภาพปกติ (อุณหภูมิห้อง) และไม่ Vacuum seal มีแนวโน้มที่จะให้ค่าแรงเฉือนน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและไม่ Vacuum seal มีแนวโน้มจะให้ค่าแรงเฉือนมากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ อาจเนื่องมาจากการเก็บที่อุณหภูมิสูงกว่าจะเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสมากกว่า ทำให้เนื้อสัมผัสมีความเหนียวน้อยกว่าและการเก็บในสภาวะไม่ Vacuum seal กล้วยอบอาจจะดูดความชื้นจากบรรยากาศทำให้ความชื้นสูงขึ้น จึงทำให้เนื้อสัมผัสนิ่มกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และยังพบว่ากล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีค่าแรงเฉือนน้อยกว่าใน Tray dryer ทุกสิ่งทดลอง อาจเนื่องมาจากกล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีความชื้นระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มมากกว่ากล้วยอบใน Tray dryer

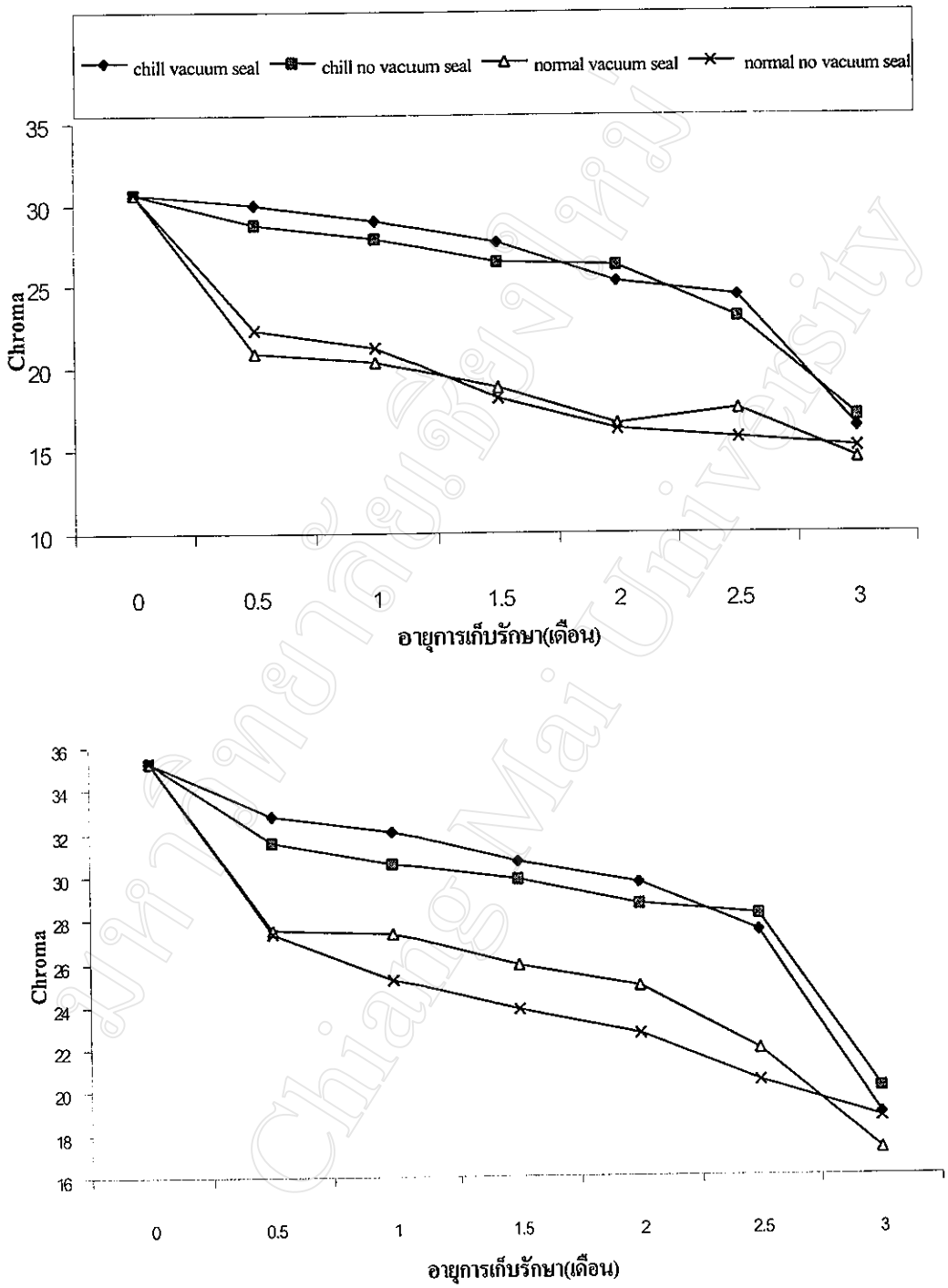
ผลการวิเคราะห์ค่า Hue และ Chroma ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในรูป 4.10-4.11 และตารางภาคผนวก ข-14 และ ข-15

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



รูป 4.10 ค่า Hue ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer (ก) และ Tray dryer (ข)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



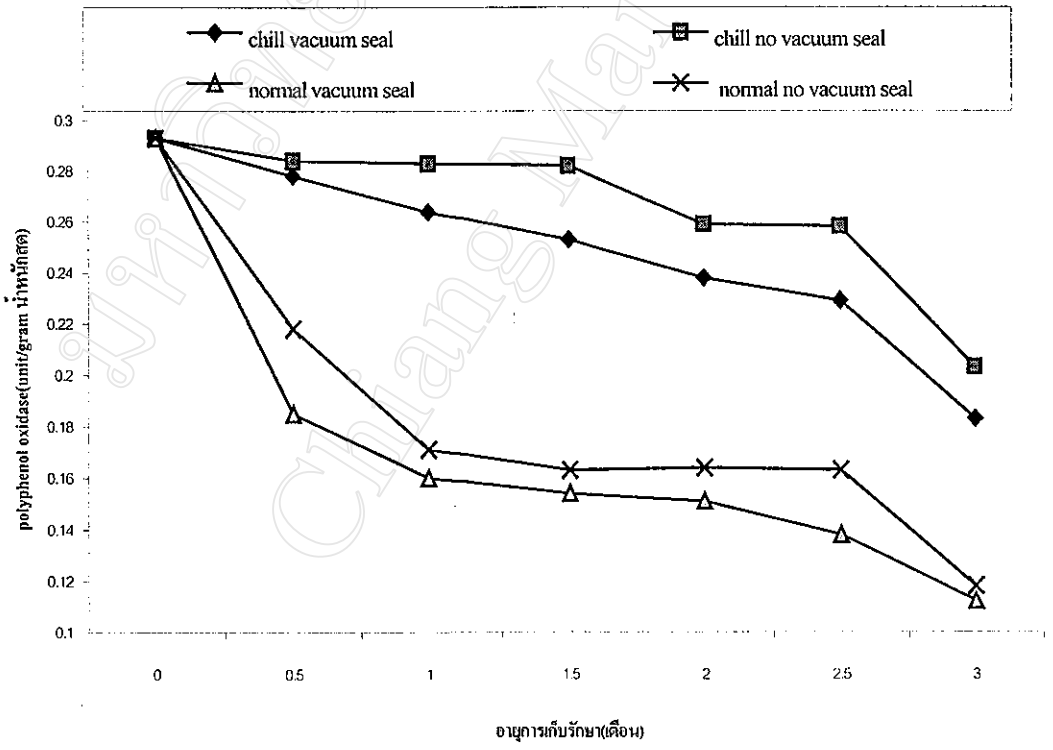
รูป 4.11 ค่า Chroma ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer (ก) และ Tray dryer (ข)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

จากรูป 4.10-4.11 และตารางภาคผนวก ข-14 และ ข-15 พบว่ากล้วยอบใน Solar tunnel dryer และใน Tray dryer มีค่า Hue และค่า Chroma ของสิ่งทดลองการเก็บสภาพปกติ (อุณหภูมิห้อง) และไม่ Vacuum seal มีแนวโน้มที่จะให้ค่าน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและ Vacuum seal มีแนวโน้มจะให้ค่ามากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และยังพบว่าค่า Hue และ Chroma ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer น้อยกว่าใน Tray dryer อาจเนื่องมาจากถูกแสงมากกว่าและอุณหภูมิสูงกว่าใน Tray dryer ดังตารางภาคผนวก ง-4 ซึ่งการเกิด Autooxidation เนื่องจากอากาศทำให้สีซีด จึงควรหลีกเลี่ยงแสงและอุณหภูมิสูง ซึ่งการเปลี่ยนสีเนื่องจากอุณหภูมิหลีกเลี่ยงโดยไม่เก็บในที่ร้อน (สุคนธ์ชื่น, 2539)

4.5.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในรูป 4.12 และตารางภาคผนวก ข-16 และ ข-17

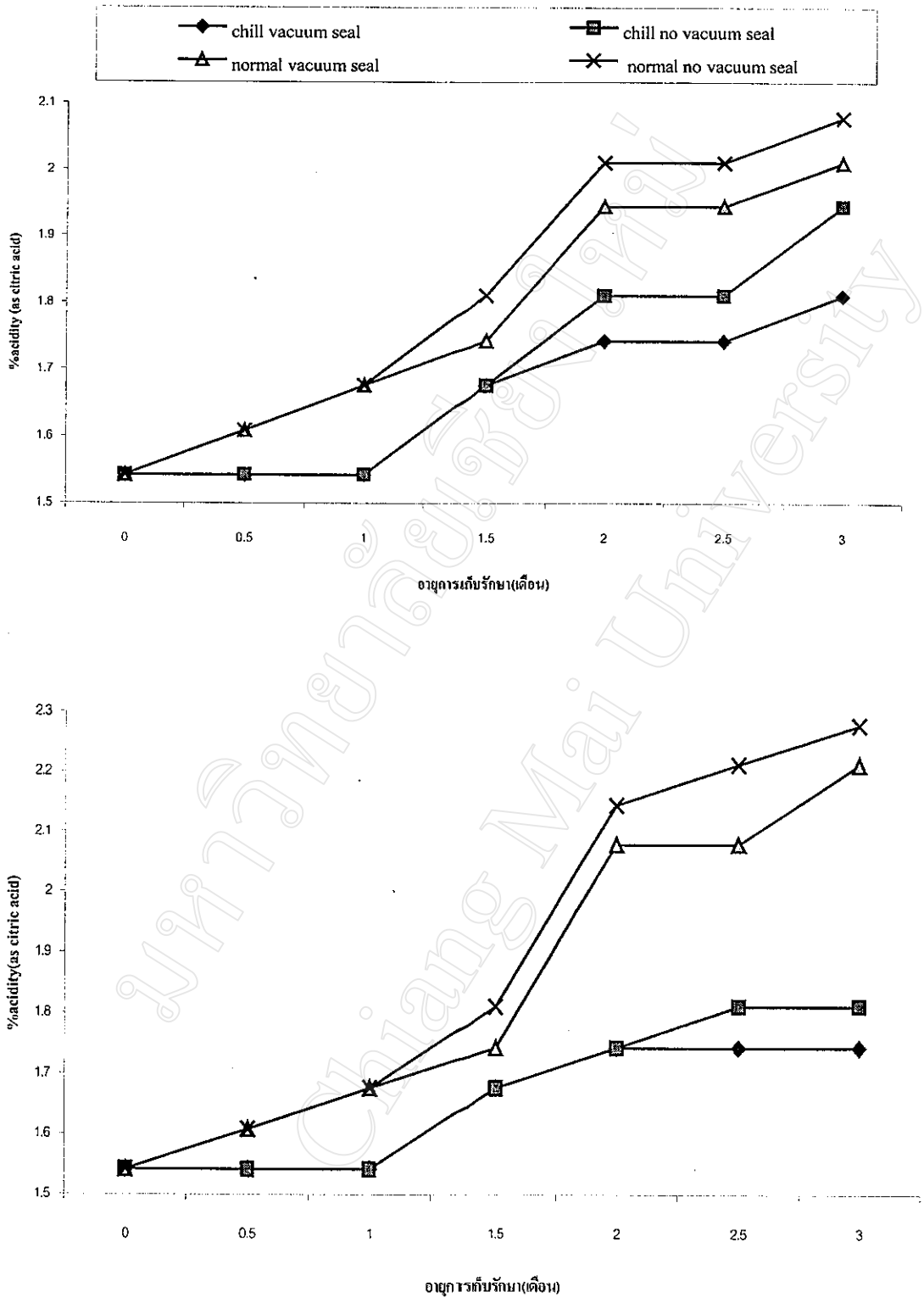


รูป 4.12 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO ของกล้วยอบที่เก็บในสภาวะต่างๆโดย Tray dryer

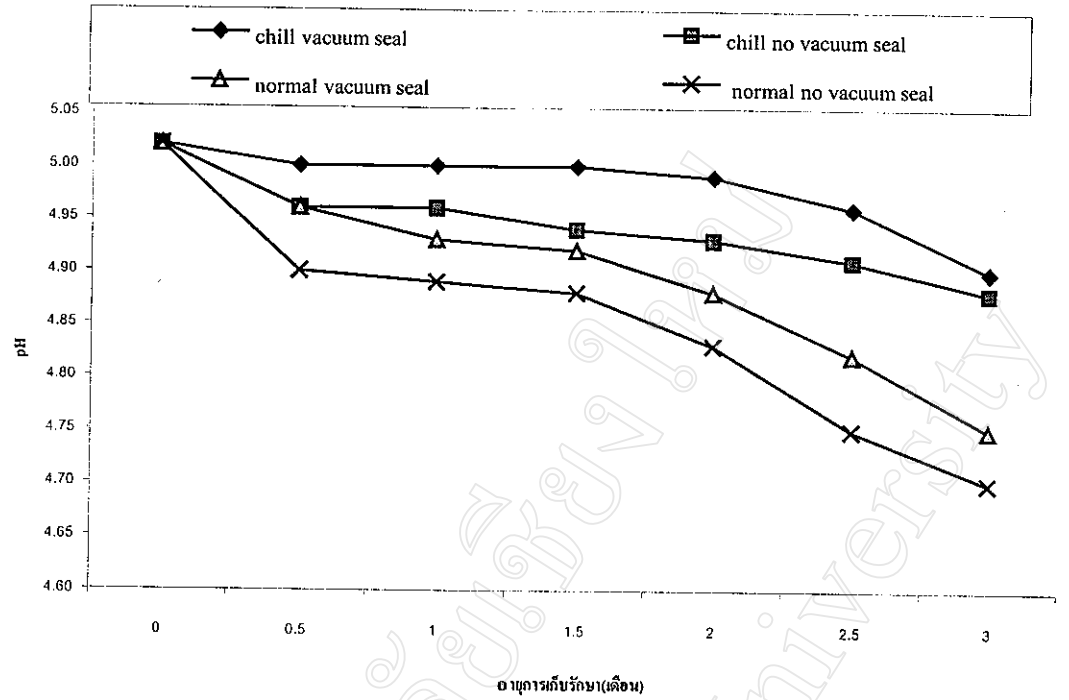
จากรูป 4.12 และตารางภาคผนวก ข-16 และ ข-17 พบว่ากล้วยอบใน Tray dryer มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO ของสิ่งทดลองการเก็บสภาพปกติ (อุณหภูมิห้อง) และ vacuum seal มีแนวโน้มที่จะให้ค่าน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและไม่ vacuum seal มีแนวโน้มจะให้ค่ามากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ แต่กล้วยอบใน Solar tunnel dryer ทุกสิ่งทดลองมีค่ากิจกรรมของ PPO ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อาจเนื่องมาจากการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ PPO มีกิจกรรมลดลง สินธนา (2535) พบว่าควรเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างจาก $40\pm10^{\circ}C$ ซึ่งเป็นช่วงที่ PPO ทำกิจกรรมดีที่สุด นอกจากนั้นในการทดลองนี้มีการใช้ถุงพลาสติก LDPE เก็บรักษากล้วยอบ ซึ่งแม้ว่าจะมีคุณสมบัติป้องกันความชื้นได้ดีแต่ปล่อยให้อากาศซึมผ่านได้ง่าย (ปุ่นและสมพร, 2541) ทำให้มีออกซิเจนทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ จึงพบว่าค่ากิจกรรมของ PPO ยังคงดำเนินต่อไป

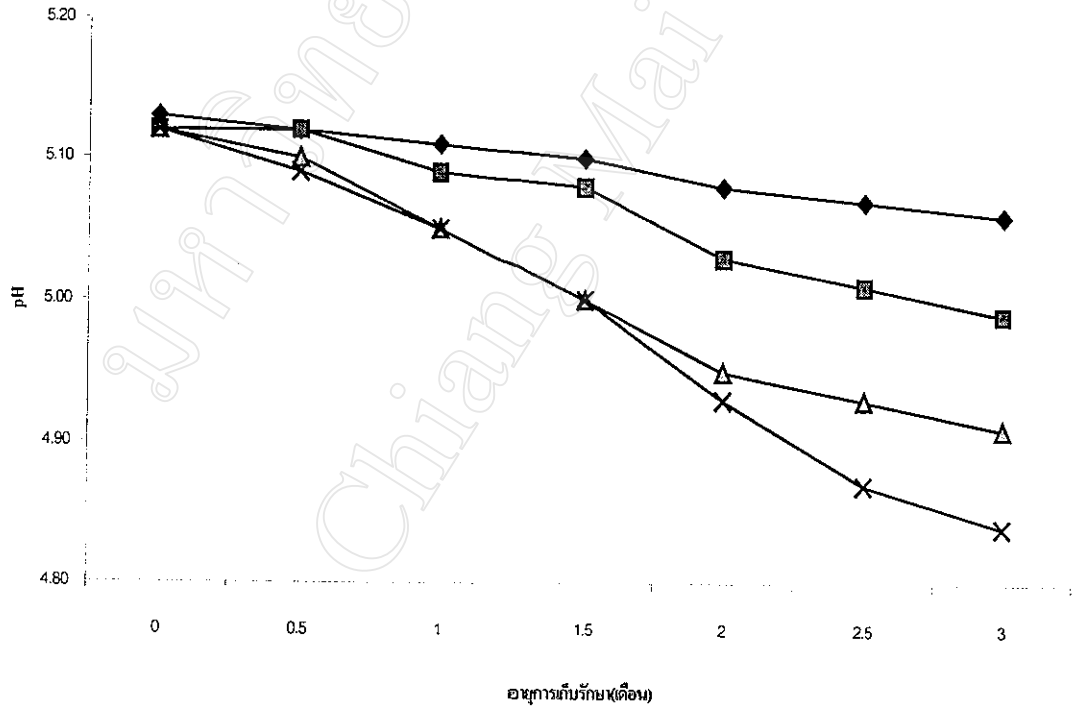
ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณกรด ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}Brix$) ในกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังรูป 4.13-4.15 และตารางภาคผนวก ข-18 และ ข-19

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



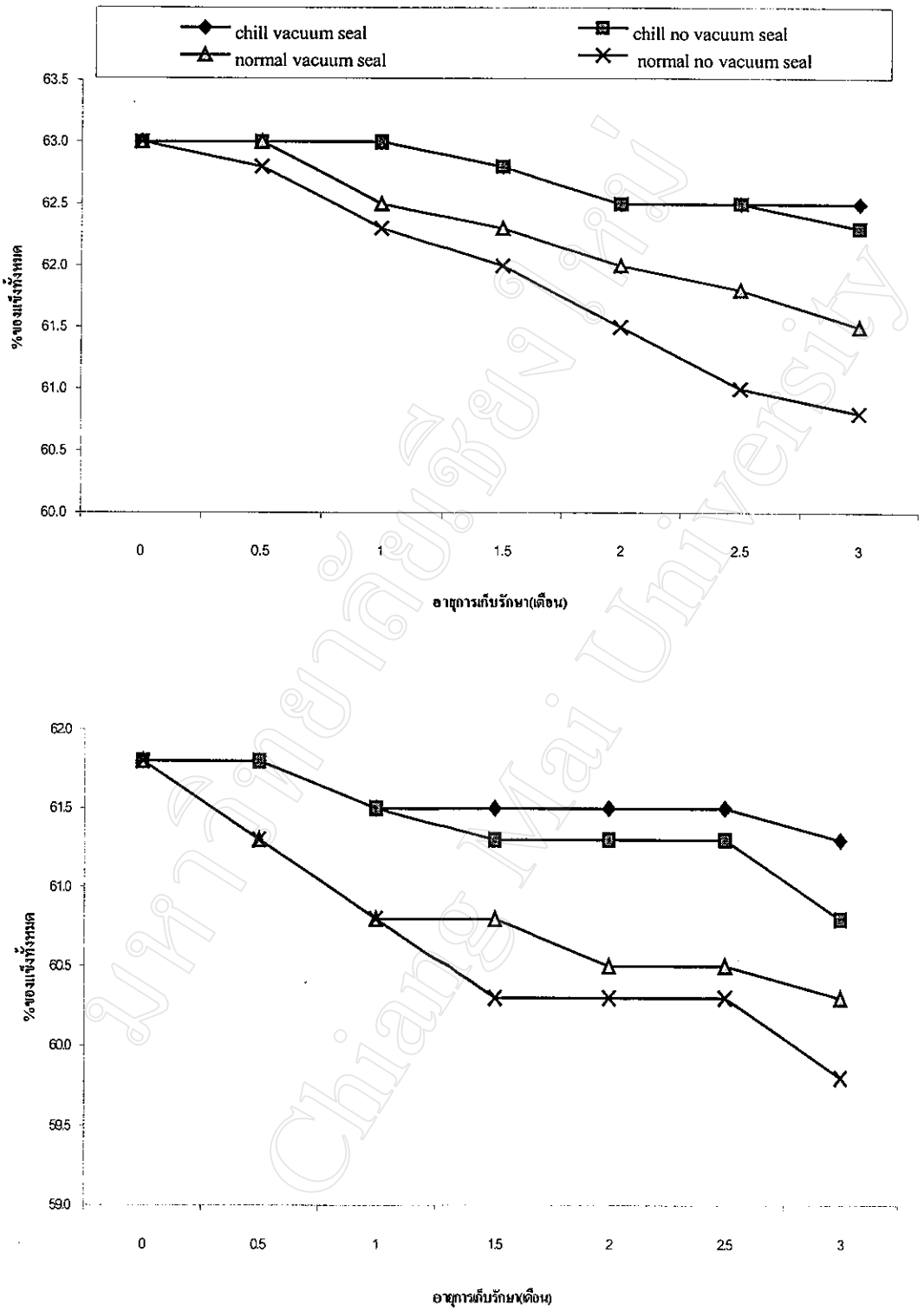
รูป 4.13 ปริมาณกรดของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer (ก) และ Tray dryer (ข)





รูป 4.14 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆโดย Solar tunnel dryer (ก) และ Tray dryer (ข)

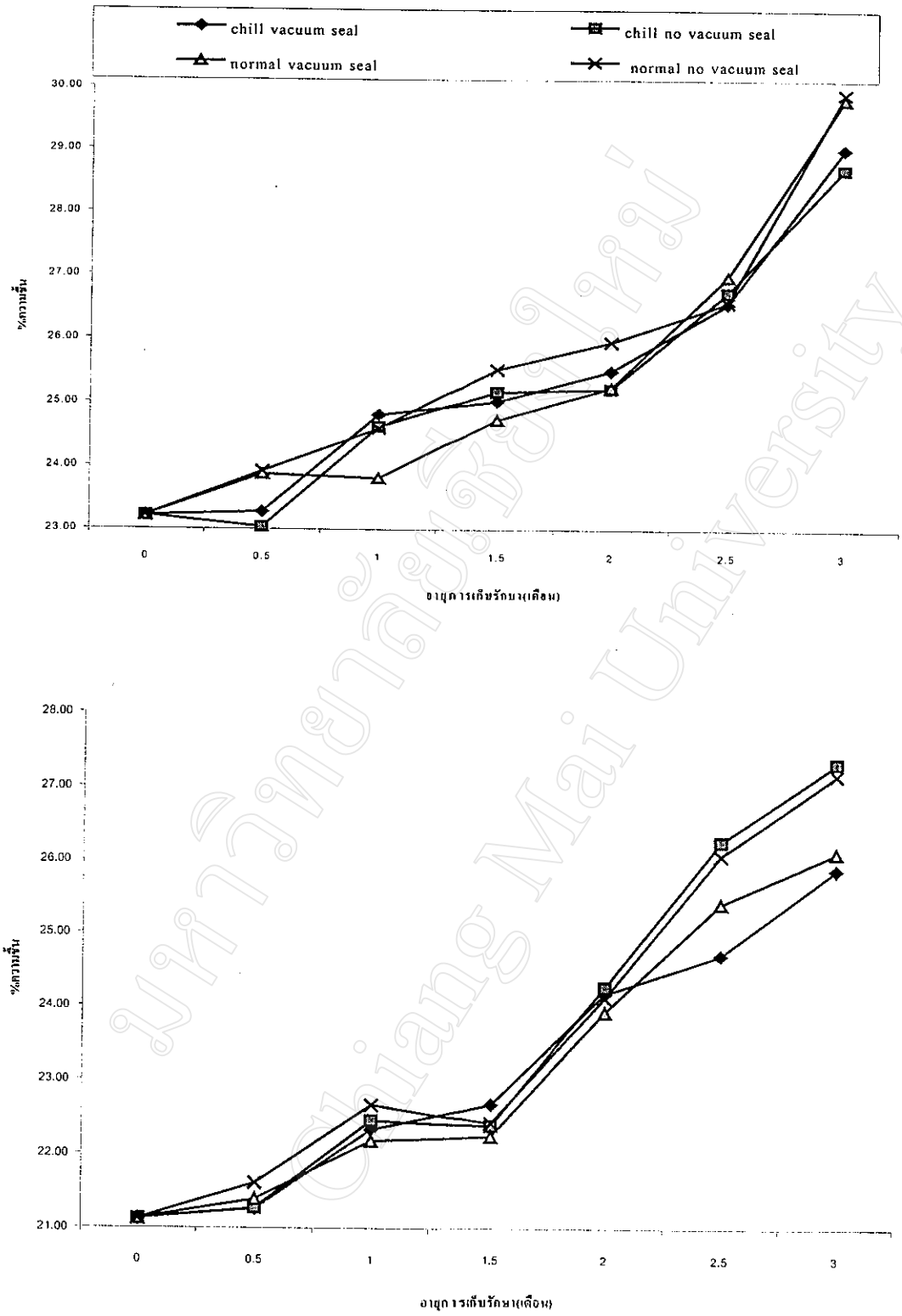
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



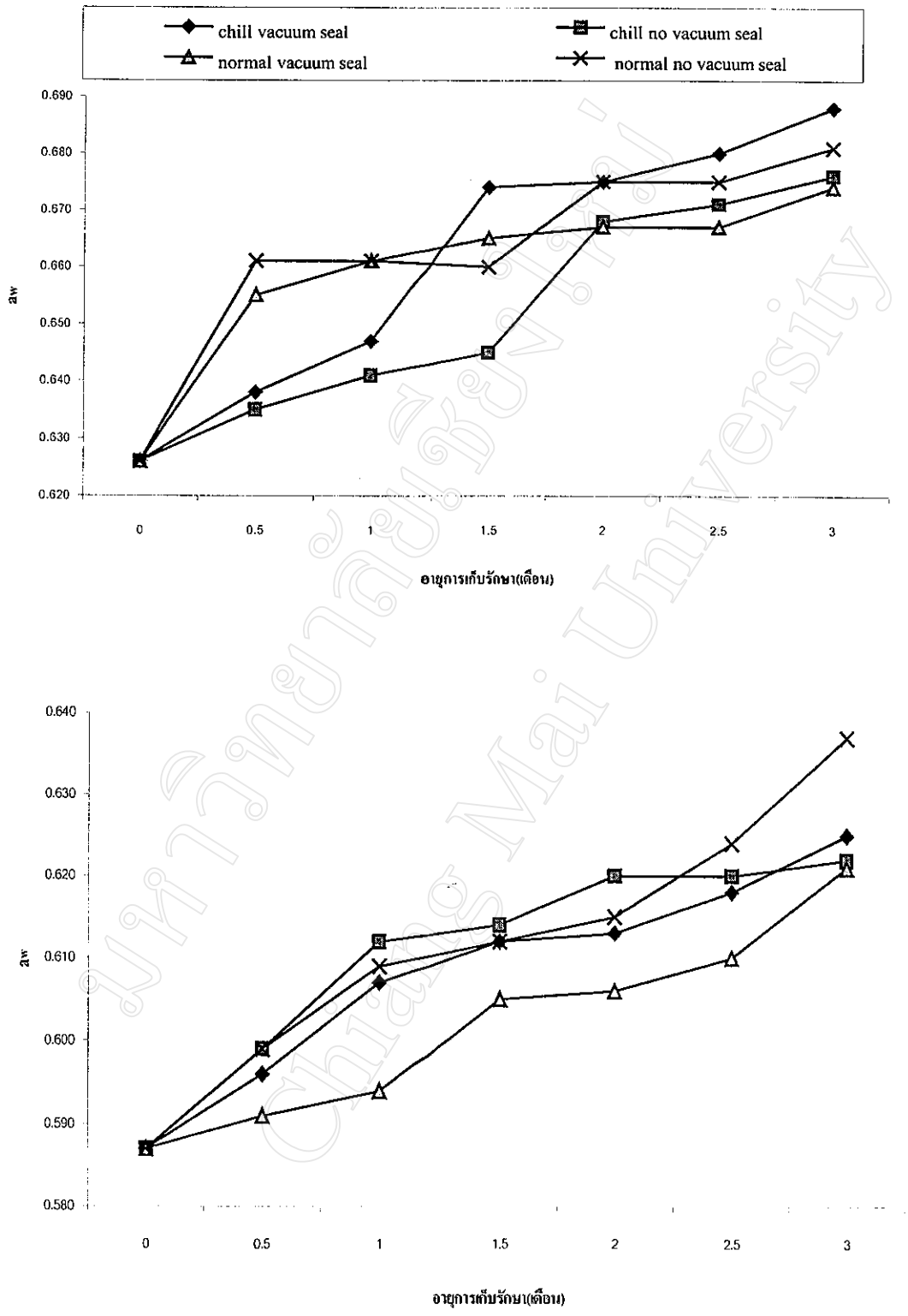
รูป 4.15 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer (ก) และ Tray dryer (ข)

จากรูป 4.13-4.15 และตารางภาคผนวก ข-18 และ ข-19 พบว่ากล้วยอบสิ่งทดลองการเก็บสภาพปกติ (อุณหภูมิห้อง) และไม่ Vacuum seal ทั้งใน Solar tunnel dryer และ Tray dryer มีแนวโน้มที่ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ลดลงมากกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ ส่วนสิ่งทดลองเก็บในตู้เย็นและ Vacuum seal มีแนวโน้มจะเพิ่มค่าปริมาณกรด แต่ลดค่าความเป็นกรด-ด่างและลดค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้น้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ แต่ใน Solar tunnel dryer มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งอาหารที่มีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5.5 มักจะเสียโดยยีสต์ (Walker, 1977) และสุรีย์ (2534) พบว่ากล้วยตากที่เสียมีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าปกติคือ 4.5-4.8 ดังนั้นกล้วยตากจึงมีแนวโน้มที่จะเสียโดยยีสต์ได้มาก เนื่องจากกล้วยอบในการทดลองนี้มีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5.5 แต่สุรีย์ (2534) ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ที่ทำให้กล้วยตากเกิดการเสียนั้นมาจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกล้วยตากโดยเฉพาะพวกที่ทนต่อสภาพที่มี a_w ต่ำและทนต่อปริมาณน้ำตาลสูงได้ดี

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณความชื้นและค่า a_w ดังแสดงในรูป 4.16-4.17 และตารางภาคผนวก ข-20 ถึง ข-23



รูป 4.16 ปริมาณความชื้นของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer (ก) และ Tray dryer (ข)



รูป 4.17 ค่า a_w ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer (ก) และ Tray dryer (ข)

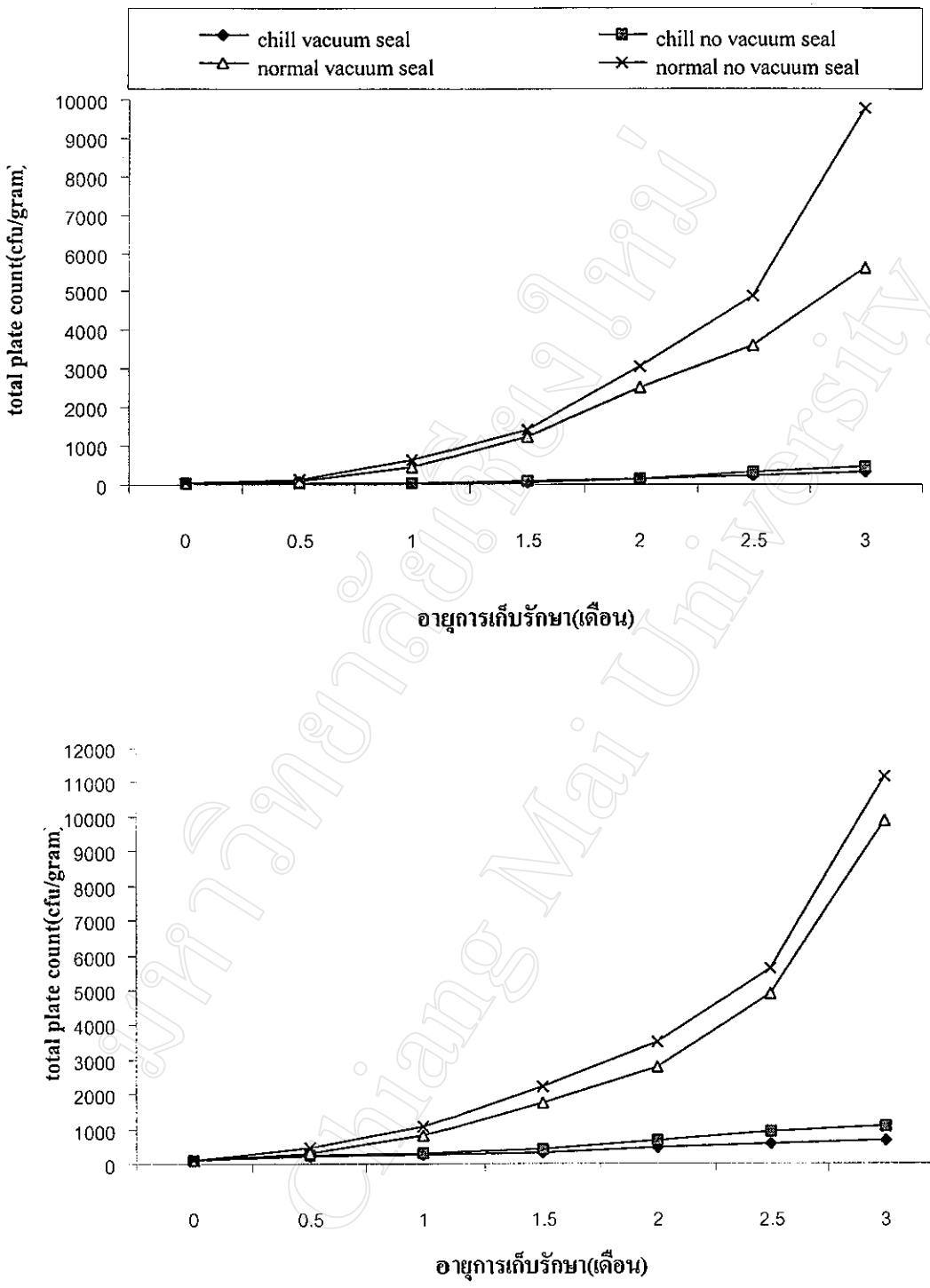
จากรูป 4.16-4.17 และตารางภาคผนวก ข-20 ถึง ข-23 พบว่ากล้วยอบสิ่งทดลองการเก็บสภาพปกติ (อุณหภูมิห้อง) และไม่ Vacuum seal ใน Solar tunnel dryer มีแนวโน้มที่จะให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น สิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและไม่ Vacuum seal มีแนวโน้มจะให้ปริมาณความชื้นเพิ่มน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและไม่ Vacuum seal มีแนวโน้มจะให้ปริมาณความชื้นเพิ่มมากกว่า และสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและ Vacuum seal มีแนวโน้มจะให้ปริมาณความชื้นเพิ่มน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และกล้วยอบใน Solar tunnel dryer พบว่าสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและ Vacuum seal มีแนวโน้มว่า a_w เพิ่มมากกว่าและสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและไม่ Vacuum seal มีแนวโน้มว่า a_w น้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ ส่วนกล้วยอบใน Tray dryer พบว่าสิ่งทดลองการเก็บสภาพปกติ (อุณหภูมิห้อง) และไม่ Vacuum seal มีแนวโน้มจะให้ a_w เพิ่มมากกว่า และสิ่งทดลองการเก็บสภาพปกติ (อุณหภูมิห้อง) และ Vacuum seal มีแนวโน้มจะให้ a_w เพิ่มน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ

กล้วยตากเป็นผลิตภัณฑ์ hygroscopic และเกิดการเสื่อมของสีและกลิ่นรส (Troller และ Cristian, 1987) จึงควรเก็บโดยป้องกันความชื้น เมื่อเก็บอาหารที่มีความชื้นต่ำกว่าความชื้นสมดุลกับบรรยากาศเฉลี่ยอาหารจะดูดความชื้นจากอากาศ จึงต้องเก็บในที่ปิดสนิท การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์คือ a_w ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารได้นาน (สุคนธ์ชื่น, 2539) เพราะ a_w เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและจุลินทรีย์ในอาหาร (Mossel, 1975) และสุรีย์ (2534) พบว่าค่า a_w ส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้โดยเฉพาะปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกิดจากเอนไซม์ ซึ่งอัตราการเกิดปฏิกิริยานี้จะเกิดสูงสุดช่วง a_w 0.6-0.8 (Troller และ Cristian, 1987) ในการทดลองนี้พบว่ากล้วยอบใน Solar tunnel dryer มีค่า a_w มากกว่ากล้วยอบใน Tray dryer ทุกสิ่งทดลองจึงทำให้เกิดสีน้ำตาลได้มากกว่า

ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยอบดังตารางภาคผนวก ข-24 และ ข-25 พบว่าทุกสิ่งทดลองทั้งใน Solar tunnel dryer และ ใน Tray dryer ไม่มีการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดมากนัก

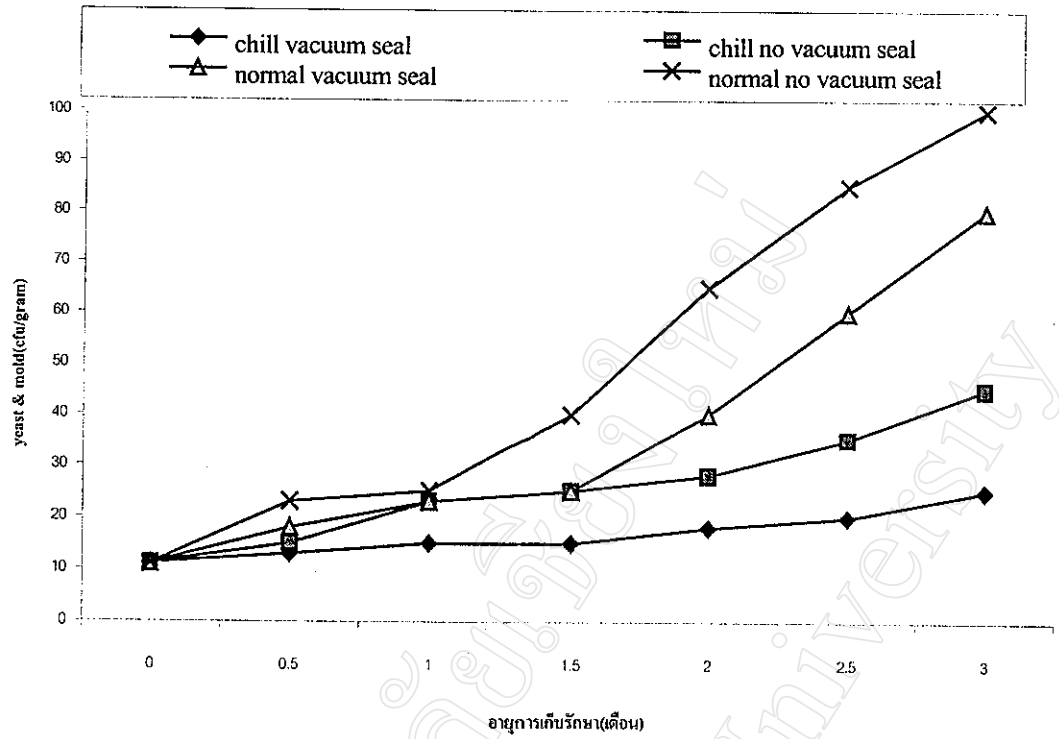
4.5.3 ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

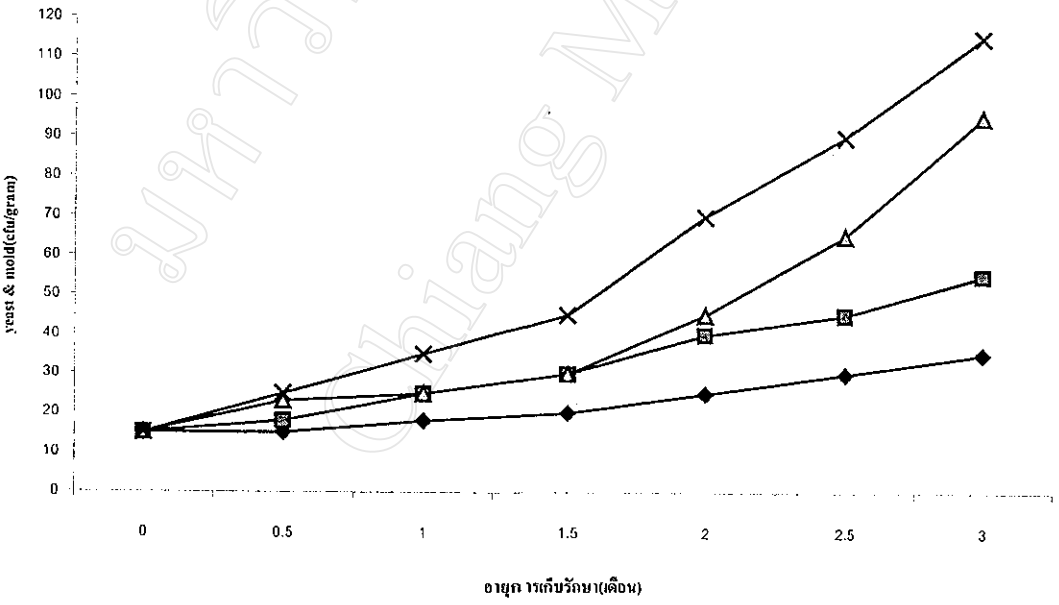
การวิเคราะห์ค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด(total plate count) รวมทั้งยีสต์และรา (yeast & mold) ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer เทียบกับ Tray dryer ที่อายุการเก็บต่างๆ ได้ผลดังแสดงในรูป 4.18-4.19 และตารางภาคผนวก ข-28 และ ข-29



รูป 4.18 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer (ก) และกล้วยอบใน Tray dryer (ข)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University





รูป 4.19 ปริมาณยีสต์และราของกล้วยอบโดย Solar tunnel dryer (ก) และ Tray dryer (ข)

จากรูป 4.18-4.19 และตารางภาคผนวก ข-28 และ ข-29 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) รวมทั้งปริมาณยีสต์และรา (yeast & mold) ของกล้วยอบทั้งใน Solar tunnel dryer และ Tray dryer พบว่าสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและไม่ Vacuum seal มีแนวโน้มจะให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราเพิ่มมากกว่า และสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและ Vacuum seal มีแนวโน้มจะเพิ่มน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ อาหารแห้งที่เก็บที่ค่า a_w ต่ำกว่า 0.70 จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์และต้องรักษา a_w ไม่ให้เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (สุดนธ์ชื่น, 2539) ซึ่งอาหารที่มีค่า a_w ต่ำจะทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ช้าลงดังนั้นอาหารที่มีค่า a_w ต่ำจึงมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า (Macrae และคณะ, 1993) ส่วนการที่ยีสต์และรายังคงเจริญได้ก็เพราะสามารถทนต่อสภาวะที่มีความเป็นกรดได้ (นิธิยา, 2544)

4.5.4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการวิเคราะห์กล้วยน้ำว้าอบโดยเปรียบเทียบการใช้ Solar tunnel dryer และ Tray dryer ดังแสดงในตาราง 4.24-4.25

ตาราง 4.24 ค่าผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบที่สภาวะการเก็บต่างๆใน Solar tunnel dryer

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	อายุการเก็บรักษา (เดือน)	สภาวะการเก็บรักษา			
		แช่เย็น (5-6 °C)		อุณหภูมิห้อง (25-32 °C)	
		Vacuum	No vacuum	Vacuum	No vacuum
สี	0	1.15±0.22	1.15±0.22	1.15^{b}±0.22	1.15^{b}±0.22
	3	1.02^{B}±0.06	1.17^{C}±0.13	1.42^{aA}±0.24	1.42^{aA}±0.24
กลิ่นกล้วย	0	0.95±0.09	0.95±0.09	0.95±0.09	0.95±0.09
	3	0.92±0.19	0.95±0.16	0.85±0.15	0.89±0.18
รสหวาน	0	0.98±0.05	0.98±0.05	0.98±0.05	0.98±0.05
	3	0.94±0.12	0.95±0.12	0.95±0.10	0.93±0.14
ความแข็ง	0	1.10±0.11	1.10±0.11	1.10±0.11	1.10±0.11
	3	1.10±0.23	1.10±0.19	1.13±0.16	1.12±0.23
ความเหนียว	0	1.02±0.12	1.02^{a}±0.12	1.02±0.12	1.02±0.12
	3	0.93±0.11	0.92^{b}±0.09	0.89±0.18	0.96±0.19
ความชอบรวม	0	0.94±0.03	0.94^{a}±0.03	0.94^{a}±0.03	0.94^{a}±0.03
	3	0.87^{A}±0.10	0.79^{bAB}±0.13	0.76^{bAB}±0.13	0.76^{bB}±0.20

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวเล็กที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

ตัวอักษรตัวใหญ่ที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

ตาราง 4.25 ค่าผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบที่สภาวะการเก็บต่างๆใน Tray dryer

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	อายุการเก็บรักษา (เดือน)	สภาวะการเก็บรักษา			
		แช่เย็น (5-6 °C)		อุณหภูมิห้อง (25-32 °C)	
		Vacuum	No vacuum	Vacuum	No vacuum
สี	0	0.85±0.11	0.85±0.11	0.85^{b}±0.11	0.85^{b}±0.11
	3	0.78^{B}±0.21	0.88^{B}±0.22	1.20^{aA}±0.10	1.29^{aA}±0.20
กลิ่นกล้วย	0	0.97±0.18	0.97±0.18	0.97^{a}±0.18	0.97±0.18
	3	0.86±0.20	0.85±0.19	0.80^{b}±0.20	0.83±0.20
รสหวาน	0	1.00^{a}±0.09	1.00±0.09	1.00±0.09	1.00±0.09
	3	0.86^{b}±0.11	0.92±0.13	0.90±0.12	0.89±0.15
ความแข็ง	0	1.16±0.08	1.16±0.08	1.16±0.08	1.16±0.08
	3	1.23±0.24	1.19±0.24	1.24±0.22	1.15±0.18
ความเหนียว	0	0.99±0.14	0.99±0.14	0.99±0.14	0.99±0.14
	3	0.90±0.21	0.96±0.17	0.93±0.19	0.97±0.19
ความชอบรวม	0	0.88^{a}±0.05	0.88^{a}±0.05	0.88^{a}±0.05	0.88^{a}±0.05
	3	0.72^{b}±0.11	0.74^{b}±0.09	0.74^{b}±0.08	0.73^{b}±0.16

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวเล็กที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์ แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$
ตัวอักษรตัวใหญ่ที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถว แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

จากตาราง 4.24-4.25 พบว่ากล้วยอบทั้งใน Solar tunnel dryer และ Tray dryer ของสิ่งทดลองการเก็บในตู้เย็นและ Vacuum seal มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า และการเก็บที่สภาวะปกติ (อุณหภูมิห้อง) มีแนวโน้มจะเปลี่ยนแปลงมากกว่า การเก็บรักษากล้วยตากที่ 5°C มีผลชะลอการเสียของกล้วยตากได้ดีสามารถเก็บได้นานกว่า 24 สัปดาห์ ส่วนการเก็บรักษากล้วยตากที่ 30°C ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 65 % จะเก็บได้นาน 12 สัปดาห์ (สุรีย์, 2534) และ Macrae และคณะ (1993) พบว่าควรเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศ แต่การทดลองนี้เก็บกล้วยอบในถุงพลาสติก LDPE ซึ่งปล่อยให้อากาศซึมผ่านได้ง่ายแม้จะป้องกันความชื้นได้ดี (ปุ่นและสมพร, 2541) จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะการเก็บที่อุณหภูมิห้องและไม่ใช้สุญญากาศจะเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆได้เร็วที่สุด