ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้กล้วยเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันธรรมชาติในหมูแผ่น

(Effect on Utilization of banana as natural antioxidant in pork chip)

จัดทำโดย

นาย พรชัย เมฆชัย รหัสนักศึกษา 43040181

นายภาณุพงศ์ พินึกรัมย์ รหัสนักศึกษา 43040184

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... **31/ส.ค./47** **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19763

ผลการใช้กล้วยเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นธรรมชาติในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

(Effect on utilization of banana as natural antioxidants in meat products)

T096991

นายพรชัย เมฆชัย

นายภาณุพงศ์ พินึกรัมย์

ฟพ.
พ231ง
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96991
วัน,เดือน,ปี.....- 5 JUN 2003

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายพรชัย เมฆชัย และ นายภาณุพงศ์ พินึกรัมย์.2547 : ผลการใช้กล้วยเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นธรรมชาติในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (Effect on utilization of banana as natural antioxidants in meat products). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

หมูแผ่นผสมกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมที่มีคุณภาพดี ต้องใช้เวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 65^{o}ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นของหมูแผ่นดิบอยู่ช่วงประมาณร้อยละ 7.25-9.65 เนื่องจากเมื่อนำหมูแผ่นดิบไปทำให้สุกจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับ จากการใช้กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมที่ระดับความสุกต่างๆกันเติมลงในหมูแผ่น พบว่า เมื่อศึกษาระดับความสุกกล้วยที่เหมาะสมเมื่อเติมลงในหมูแผ่น พบว่าเมื่อเติมกล้วยน้ำว้าระดับความสุกที่ 5 และเติมกล้วยหอมระดับความสุกที่ 2 ทำให้หมูแผ่นมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่าการใช้กล้วยที่ความสุกระดับอื่น ๆ เมื่อนำหมูแผ่นมาศึกษาประสิทธิภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส การวิเคราะห์หาค่าPV และ การวิเคราะห์หาค่า TBARS พบว่าหมูแผ่นสูตรเติมกล้วยน้ำว้าและหมูแผ่นสูตรเติมกล้วยหอมสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้นกว่าหมูแผ่นสูตรควบคุม

โดยในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาหมูแผ่นทั้ง 4 สูตร คือ สูตรควบคุม สูตรเติม BHT สูตรเติมกล้วยน้ำว้า และสูตรเติมกล้วยหอม มีค่า PV และ ค่า TBARS เป็น 2.48 , 0.57 , 1.89 ,1.95 และ 5.30, 2.35, 3.81 , 4.05 ตามลำดับ ดังนั้น การเติมกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมลงในหมูแผ่นทำให้หมูแผ่นมีอายุเก็บรักษาได้นานขึ้น

พรชัย เมฆชัย ..... 31 มี.ค. 47

(นายพรชัย เมฆชัย) (ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)

.....

(นายภาณุพงศ์ พินึกรัมย์) วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องผลการใช้กล้วยเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นธรรมชาติในหมูแผ่น สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ เป็นอย่างสูง ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา คอยดูแลเอาใจใส่ ให้คำปรึกษาและแนะนำต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย รวมถึงตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้รูปเล่มปัญหาพิเศษสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณพี่นักศึกษาปริญญาโทและเพื่อน ๆ นักศึกษาในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ รวมถึงเป็นกำลังใจให้เสมอมา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่อำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์และสารเคมี ขอบคุณ คุณ ณรงศักดิ์ อาจโยธา ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

และสุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่อยู่เคียงข้างคอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนการศึกษาเล่าเรียนตลอดมา

ขอขอบพระคุณ

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
บทที่ 1 : บทนำ	1
บทที่ 2 : ตรวจเอกสาร	3
2.1 ไขมัน	3
2.2 การหืน	3
2.3 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการหืน	5
2.4 การป้องกันการหืนของไขมันและอาหารที่มีไขมัน	6
2.5 สารกันหืน	7
2.6 การใช้เครื่องเทศเพื่อเป็นสารกันหืนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	10
2.7 กล้วย	11
2.8 หน้าที่ของส่วนผสมต่าง ๆ	14
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 : การดำเนินการวิจัย	18
3.1 อุปกรณ์, เครื่องมือ และวัตถุดิบ	18
3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	19
บทที่ 4 : ผลการทดลองและวิจารณ์	22
4.1 ศึกษาระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมต่อความกรอบของหมูแผ่น	22
4.2 การศึกษาระดับความสุกที่เหมาะสมของกล้วยที่เติมลงในหมูแผ่น	24
4.3 ศึกษาประสิทธิภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของกล้วยน้ำว้า และกล้วยหอมในหมูแผ่น	25
บทที่ 5 : สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	28
เอกสารอ้างอิง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 34

ภาคผนวก ข 39

ภาคผนวก ค 41

ประวัติผู้เขียน 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 : ค่าดัชนีป้องกันการหืนของเครื่องเทศ 9

ตารางที่ 2.2 : องค์ประกอบทางเคมี แร่ธาตุ และปริมาณวิตามินของผลกล้วยพันธุ์ต่าง ๆ เป็นกรัม ต่อน้ำหนักสดผลสุก 100 กรัม 12

ตารางที่ 2.3 : แสดงองค์ประกอบทางเคมีของกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน 13

ตารางที่ 3.1 : แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทำหมูแผ่นผสมกล้วยบดที่ระดับความสุกที่ 2, 5 และ 8 19

ตารางที่ 4.1 : แสดงปริมาณความชื้นและความกรอบของหมูแผ่นผสมกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกและเวลาในการอบต่างกัน 22

ตารางที่ 4.2 : แสดงปริมาณความชื้นและความกรอบของหมูแผ่นผสมกล้วยหอมที่ระดับความสุกและเวลาในการอบต่างกัน 23

ตารางที่ 4.3 : แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นสุกที่เติมกล้วยน้ำว้าบดที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน 24

ตารางที่ 4.4 : แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นสุกที่เติมกล้วยหอมบดที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน 25

ตารางที่ 4.5 : แสดงค่า Peroxide value(PV) ของหมูแผ่นสูตรต่างๆ ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน 26

ตารางที่ 4.6 : แสดงค่า TBARS test ของหมูแผ่นสุกที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 : สมการปฏิกิริยาการเกิด peroxide linkage	4
ภาพที่ 3.1 : แสดงขั้นตอนดำเนินการผลิตหมูแผ่น	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางด้านเคมี	34
ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส	39
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

หมูแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่คนไทยรู้จักและนิยมบริโภคกันเป็นอย่างดี หมูแผ่นทำจากเนื้อหมูแดงบดผสมกับเครื่องปรุงรสอื่น ๆ เช่น ซีอิ๊วขาว น้ำตาลทราย ผงเพรก นวดให้เข้ากันดี แล้วนำไปเกลี่ยเป็นแผ่นบาง ๆ บนตะแกรง นำไปทำให้แห้ง แล้วนำไปทำให้สุกโดยการปิ้ง อบ หรือทอด แต่ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์มีราคาแพง อีกทั้งมีอายุการเก็บรักษาที่จำกัด โดยหมูแผ่นมักจะเกิดการเสื่อมเสียจากกลิ่นหืน Puala (2001) ศึกษาการนำผลไม้เติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อเพิ่มลักษณะทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการ โดยใช้เนื้อพลัมข้นแห้งบด (dried plum puree) ใส่ในไส้กรอกร้อยละ 3-5 พบว่าจะช่วยเสริมไฟเบอร์ที่ทำหน้าที่ดูดซับความชื้น และมีน้ำตาลซอร์บิทอลช่วยในการอุ้มน้ำ (ลูกพลัมแห้งมีไฟเบอร์ 7.5 %, และซอร์บิทอล 15 % โดยน้ำหนัก) จึงมีผลต่อความรู้สึกที่ดีภายในปากโดยไม่ทำให้รสชาติเปลี่ยนแปลง อีกทั้งยังทำให้อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น นอกจากนี้ยังมีการทดลองใช้ผลไม้อื่น ๆ เช่น ลูกเกด เติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ด้วย สำหรับประเทศไทยแล้วผลไม้ดังกล่าวข้างต้นจัดว่าเป็นผลไม้ที่หายากและมีราคาแพง จึงได้คิดที่จะนำกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมซึ่งเป็นผลไม้ที่มีราคาถูก หาได้ง่าย และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งอุดมไปด้วยวิตามินเอ บี ซี และเกลือแร่ต่าง ๆ เช่น ธาตุเหล็ก แคลเซี่ยม แมกนีเซียม และ ทองแดง เมื่อผลไม้สุกจะให้สรรพคุณทางยาที่ดี คือมีฤทธิ์เป็นยาระบายอ่อน ๆ เพราะมีสารประกอบพวกเพคตินอยู่จะช่วยเพิ่มกากอาหาร และช่วยให้การอาหารเคลื่อนที่สะดวก จึงทำให้การขับถ่ายง่ายขึ้น (วันดี, 2542) ในปัจจุบันกล้วยน้ำว้าสามารถปลูกและให้ผลผลิตจำนวนมากได้ตลอดทั้งปี จึงมีราคาถูกและหาได้ง่าย เมื่อนำมาเติมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณไฟเบอร์ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นจะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าแก่กล้วย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีราคาถูกลง และมีคุณค่าทางโภชนาการดีขึ้น จึงได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของกล้วยน้ำว้าในระดับความสุกต่าง ๆ และเลือกใช้กล้วยบดจากความสุกระยะต่าง ๆ เติมลงในส่วนผสมของกุนเชียงในปริมาณเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี และสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการของหมูแผ่น

2.เพื่อศึกษาการใช้กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูแผ่น

3.เพื่อศึกษาการใช้กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นธรรมชาติในหมูแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีบางประการของหมูแผ่น

2.เพื่อศึกษาการใช้กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3.เพื่อศึกษาการใช้กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นธรรมชาติในหมูแผ่น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแก่ผลิตภัณฑ์หมูแผ่น

2. ยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้มีราคาสูงขึ้น

3. สามารถพัฒนาเป็นอาชีพให้แก่ผู้ที่สนใจ ซึ่งสามารถผลิตจำหน่ายได้ตลอดปี และพัฒนาเป็นอาชีพหลักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ไขมัน (lipid)

เป็นสารอาหารหลักที่จำเป็นชนิดหนึ่งสำหรับมนุษย์ โดยธรรมชาติจะพบทั้งในพืชและสัตว์ นอกจากจะเป็นสารที่ให้พลังงานต่อกรัมถึง 9 แคลอรี ซึ่งสูงกว่าโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานเท่ากันเพียง 4 แคลอรีแล้ว ไขมันยังเป็นแหล่งวิตามินที่สำคัญอีก 4 ชนิด ซึ่งมีคุณ-สมบัติละลายในไขมันได้ดี คือ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอีและวิตามินเค ในอาหารที่มีไขมันกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ ส่วนที่เหลือเป็นฟอสโฟลิปิด , โคเลสเตอรอล ทั้งในรูปของเอสเทอร์และอิสระ โมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์เป็นเอสเทอร์ของกลีเซอรอล 1 ส่วน และกรดไขมัน 3 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 1 กรดไขมันเป็น carboxylic acid ที่มีหมู่ – COOH เพียงหมู่เดียวต่ออยู่กับไฮโดรคาร์บอนสายยาว โดยพันธะที่ต่ออยู่ระหว่างอะตอมคาร์บอนมีทั้งพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ กรดไขมันที่มีเพียงพันธะเดี่ยวเรียกว่า กรดไขมันอิ่มตัว ส่วนกรดไขมันที่มีพันธะคู่รวมอยู่ด้วยเรียกว่า กรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยมีทั้งกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว ซึ่งมีพันธะคู่เพียง 1 คู่ และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่มีพันธะคู่หลายพันธะ

2.2 การหืน

Ayward และ Haisman (1969) พบว่า การเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้อาหารเกิดกลิ่นและรสหืนแม้แต่ในอาหารที่แทบจะไม่มีไขมันเลย เช่น การหืนในมันฝรั่งแห้งซึ่งมีไขมันเพียงร้อยละ 0.3 Time และ Watts (1958) พบว่าการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสัตว์เป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นรสไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

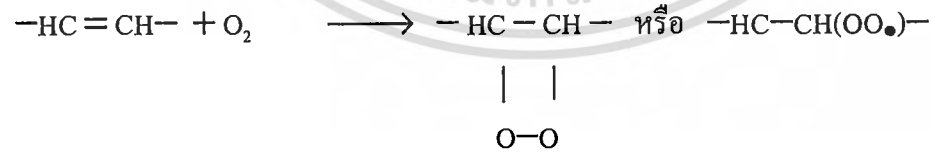
การหืน หมายถึง การที่อาหารเกิดกลิ่นรสอันไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากการเสื่อมสภาพในส่วนของน้ำมันหรือไขมันในอาหาร (Peterson และ Johnson, 1978) ทั้งนี้อาจเกิดจากการทำงานของเอ็นไซม์ไลเปส (lypase) และ/หรือ ปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจน Lundberg (1964) และ Emmanuel และ Lyaskovskaya (1967) พบว่า การหืนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ปริมาณออกซิเจน อุณหภูมิ แสง และตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น เกลือ ส่วนการหืนโดยเอนไซม์จากจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ใช่ปัญหาสำคัญ เพราะกรดไขมันที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หลายชนิด (Kramlich และคณะ, 1982) การหืนเกิดได้ 3 แบบดังนี้

2.2.1 Lipolysis เป็นปฏิกิริยาการไฮโดรไลซีสที่พันธะเอสเทอร์ในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์หรือลิปิดด้วยเอนไซม์ไลเพส ความร้อน กรด ด่าง และความชื้น หรือปฏิกิริยาทางเคมีใด ๆ ก็ตาม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเรียกว่า ลิโพไลซิส ตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาลิโพไลซิส ของไขมันนม ซึ่งมักจะเกิดขึ้นกับน้ำนมดิบที่มีเอนไซม์ไลเพส ทำให้มีผลต่อกลิ่นของน้ำนมและ ผลิตภัณฑ์นม กรดไขมันที่มีผลทำให้เกิดกลิ่นในไขมันนมคือ กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอน 4 –12 อะตอม เป็นกรดที่ระเหยได้ง่าย เช่นกรดบิทีริก จึงทำให้เกิดกลิ่นหืน การเกิดลิโพไลซิสจะเป็นปฏิกิริยาหลักที่เกิดขึ้นขณะทอดอาหารที่มีน้ำหรือมีความชื้นสูงและใช้อุณหภูมิสูง กรดไขมันที่อยู่ในรูปอิสระยังมีความไวต่อการเกิดออกซิเดชันมากกว่าที่อยู่ในรูปเอสเทอร์กับ กลีเซอรอล

2.2.2 การหืนเนื่องจากออกซิเดชัน (Oxidation rancidity) เป็นการหืนที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน (autoxidation) ที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็น peroxide linkage ขึ้นระหว่างพันธะคู่ ออโตออกซิเดชันจะเกิดขึ้นเองแบบต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อไขมันและน้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้มีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ การหืนด้วยปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นในอาหารที่มีไขมันและน้ำมันผสมอยู่ด้วย โดยเฉพาะในไขมันและน้ำมันที่ใช้ปรุงอาหารจะเกิดขึ้นมากที่สุด การมีโลหะ เช่น ทองแดง และตะกั่ว จะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น นอกจากนั้นความร้อนและแสงก็มีผลช่วยเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย ปฏิกิริยาการเกิด peroxide linkage ดังสมการ



ภาพที่ 2.1 สมการปฏิกิริยาการเกิด peroxide linkage
ที่มา : นิธิยา (2545)

2.2.3 Ketonic rancidity เป็นการเกิดปฏิกิริยา enzymatic oxidation ที่โมเลกุลของกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ได้เป็นสารประกอบจำพวกคีโตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการหืน

2.3.1 ชนิดของเนื้อสัตว์

ไขมันในเนื้อสัตว์โดยทั่วไปเป็นพวกไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) และฟอสฟอลิปิด (phospholipids) ซึ่งฟอสโฟลิปิดส่วนใหญ่เป็นพวกฟอสฟอกลีเซอไรด์ (phosphoglycerides) เช่น เนื้อหมูประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์และฟอสฟอลิปิดประมาณร้อยละ 5.0-7.0 และ 0.5-1.0 ตามลำดับ (Hornstein และคณะ, 1961; Kraulich และคณะ, 1982) แม้ว่าปริมาณฟอสฟอลิปิดน้อยกว่าไตรกลีเซอไรด์มาก แต่ฟอสฟอลิปิดมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงกว่าไตรกลีเซอไรด์ที่สกัดจากแหล่งเดียวกัน (Lea, 1957) ในไตรกลีเซอไรด์มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่สองพันธะขึ้นไปประมาณร้อยละ 10 ขณะที่ฟอสฟอลิปิดมีถึงร้อยละ 50

การเกิดออกซิเดชันที่ทำให้เกิดกลิ่นรสหืนมีความสัมพันธ์กับกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (Moerk และ Ball, 1974) กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีในอาหารทั่วไปเมื่อเกิดออกซิเดชันแล้วทำให้เกิดกลิ่นรสหืน ได้แก่ กรดโอเลอิค (oleic acid) กรดลิโนลิอิค (linoleic acid) และกรดลิโนลินิค (linolenic acid) (Labuza, 1971) Igene และคณะ (1980) ศึกษาพบว่า ฟอสฟอลิปิดเป็นตัวเริ่มต้นของการเกิดออกซิเดชันและค่า TBA มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอลิปิด คือ ถ้าเนื้อสัตว์นั้นมีปริมาณฟอสฟอลิปิดมากก็จะมีค่า TBA สูงไปด้วย

2.3.2 อุณหภูมิที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

Tims และ Watts (1958) พบว่าเนื้อหมูสุกมีค่า TBA สูงกว่าเนื้อหมูดิบ และอัตราการเพิ่มของค่า TBA ระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อหมูสุกสูงกว่าเนื้อหมูดิบ อุณหภูมิในการทำให้สุกมีผลต่อค่า TBA ดังการทดลองของ Younathan และ Watts (1959) ที่พบว่า เนื้อหมูดิบ เนื้อหมูที่ทำให้สุกที่อุณหภูมิ 60, 70 ,80 องศาเซลเซียส มีคา TBA เท่ากับ 0.34, 2.0, 2.6 และ 2.4 ตามลำดับ Younathan และ Watts (1959) กล่าวว่า การที่เนื้อสัตว์สุกมีค่า TBA สูงกว่าเนื้อสัตว์ดิบเนื่องจากการเกิด ferric hemochromogens ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสัตว์ระหว่างการให้ความร้อน

2.3.3 ระยะเวลาการเก็บ

ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ (Tims และ Watts,1958; Gokalp และคณะ,1983) Gokalp และคณะ,1983 พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อวัวแผ่บอบสุกไม่ได้บรรจุและบรรจุภาชนะภายใต้สุญญากาศเก็บโดยการแช่แข็งมีค่า TBA เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้บรรจุภาชนะมีอัตราการเพิ่มของค่า TBA สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุบรรจุภาชนะภายใต้สุญญากาศเมื่อเก็บรักษานาน 1.5 – 3 เดือน ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ทั้งสองจะเริ่มลดลงหลังจากเก็บไว้ 3 เดือน เช่นเดียวกับการทดลองของ Gokalpและคณะ (1978) ที่พบว่าค่า TBA ของเนื้อวัวย่างที่ไม่ได้บรรจุและบรรจุในภาชนะชนิดต่าง ๆ ที่ยอมให้ออกซิเจนผ่านได้บ้าง (oxygen – permeable film) จะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บจนถึง 6 เดือน หลังจากนั้นจะลดลง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เนื่องจากอัตราการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัวลดลงภายหลังการเก็บชั่วระยะเวลาหนึ่ง และสารประกอบมาลอนอัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่า TBAที่เกิดขึ้นนั้น ไม่คงตัวกล่าวคือ อาจจะเกิด polymerization หรือทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนหรือสารประกอบคาร์บอนิลชนิดอื่นได้ ดังนั้น อัตราการเพิ่มของค่า TBA จะไม่คงที่ตลอดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

2.3.4 เกลือไนไตรท์ สารกันหืน และภาชนะบรรจุ

ค่า TBA และคะแนนการยอมรับของเนื้อหมูสดบอสุกที่ใส่เกลือไนไตรท์ เก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 7 วันแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง ขณะที่เนื้อหมูบดสุกที่ไม่ใส่เกลือไนไตรท์จะมีค่า TBA เพิ่มขึ้นและคะแนนการยอมรับลดลง เพราะผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสหืนแล้ว เมื่อเก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 7 วัน การที่เป็นเช่นนี้เพราะเกลือไนไตรท์ไปจับกับ heme pigment ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน Younathan และ Watts (1959) เช่นเดียวกับการทดลองของ Hornstein และคณะ(1961) ที่ชี้ให้เห็นว่าเกลือไนไตรท์ชะงักอัตราการเกิดการหืน หรือ อัตราการเพิ่มค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เนื้อหมูบด Cross และ Ziegler (1965) สรุปว่าไนไตรท์ จะลดอัตราการเกิดออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัว

2.4 การป้องกันการหืนของไขมันและอาหารที่มีไขมัน

การหืนของไขมันและอาหารที่มีไขมันสามารถป้องกันได้โดย (จินตนา,2534)

- การเติมสารกันหืน
- การบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทและทึบแสง เพื่อป้องกันการเติมออกซิเจนและการได้รับแสงสว่างซึ่งเร่งปฏิกิริยาการหืน
- ป้องกันไม่ให้อาหารสัมผัสกับโลหะ เช่น ทองแดงและเหล็ก ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
- ลดความชื้นในอาหารให้ต่ำลง หรือลดค่ากิจกรรมของน้ำอิสระในอาหารให้ต่ำลง
- เก็บในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 สารกันหืน

สารกันหืน คือ สารประกอบที่สามารถลดอัตราเร่งของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของสารที่เกิดออกซิไดส์ได้เอง (autoxidation) โดยเฉพาะการยืดเวลาในขั้นเริ่มก่อปฏิกิริยาหรือระยะการเหนี่ยวนำ (induction period) ในการเกิดการหืน (สายสนม, 2540) และยังมีประสิทธิภาพที่ดี แม้ที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 0.01 แต่สารกันหืนไม่สามารถป้องกันการหืนที่เกิดจากการไฮโดรไลซ์ได้ (Chipault, 1962)

การเติมสารกันหืนลงในผลิตภัณฑ์อาหาร ควรพิจารณาถึงความสามารถในการละลายในไขมัน สารกันหืนจะต้องไม่มีผลต่อกลิ่นรสของอาหารตลอดช่วงเวลาเก็บรักษา และจะต้องมีประสิทธิภาพอย่างน้อย 1 ปี ที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส นอกจากนี้จะต้องคงตัวเมื่อผ่านกระบวนการผลิตโดยใช้ความร้อน และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด (Rajalakshmi and Narasimhan, 1996)

2.5.1 ชนิดของสารกันหืน

แบ่งสารกันหืนตามหน้าที่หรือปฏิกิริยาของสารที่ออกฤทธิ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

ก. สารกันหืนอันดับแรก (Primary antioxidant)

สารกันหืนกลุ่มนี้จะเป็นตัวให้ไฮโดรเจน หรืออิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ และเปลี่ยนอนุมูลอิสระเป็นผลิตภัณฑ์ที่คงตัวกว่า สารกันหืนกลุ่มนี้ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิค ซึ่งจะสามารถลดหรือยับยั้งขั้นเริ่มต้นของปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระหรือยับยั้งในขั้นต่อเนื่อง โดยทำปฏิกิริยากับอนุมูลเปอร์ออกซีหรืออนุมูลอัลคอกซี

$$AH + R^{\bullet} \longrightarrow A^{\bullet} + RH$$

$$AH + ROO^{\bullet} \longrightarrow A^{\bullet} + ROOH$$

$$AH + RO^{\bullet} \longrightarrow A^{\bullet} + ROH$$

อนุมูลอิสระของสารกันหืนจะทำปฏิกิริยาต่อในขั้นต่อเนื่อง โดยสร้างสารประกอบระหว่างสารกันหืนกับอนุมูลเปอร์ออกซี

$$A^{\bullet} + ROO^{\bullet} \longrightarrow ROOA$$

$$A^{\bullet} + RO^{\bullet} \longrightarrow ROA$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. สารกันหืนอันดับรอง (Secondary antioxidant)

สารกันหืนกลุ่มนี้จะลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเริ่มต้น โดยสลายไฮโดรเปอร์ออกไซด์เพื่อให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่คงตัว สารกันหืนกลุ่มนี้ได้แก่ ไทโอไดโปรปิโอนิกแอซิด และ ไดลอริลไทโอไดโปรปิโอเนต เป็นต้น

ค. สารเสริมฤทธิ์

สารเสริมฤทธิ์เป็นสารที่ใส่พร้อมกับสารกันหืน แล้วทำให้ประสิทธิภาพสูงกว่าเมื่อใส่สารกันหืนหรือสารเสริมฤทธิ์เพียงอย่างเดียว สารพวกนี้ได้แก่ กรดแอสคอร์บิค กรดซิตริก กรดฟอสฟอริก และเอทิลีนไดอะมีนเตทตระอะซิติคแอซิด (EDTA) โดยสารนี้จะจับและยึดกับโลหะที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น เหล็ก และทองแดง ซึ่งเป็นการลดการเกิดอนุมูลอิสระ (Giese, 1996)

2.5.2 แหล่งที่มาของสารกันหืน

สารกันหืนมีอยู่หลายชนิด สามารถจำแนกประเภทตามแหล่งกำเนิดได้เป็น 2 ประเภทคือ

ก. สารกันหืนสังเคราะห์

เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้ป้องกันการหืน มีการพัฒนาและใช้ประโยชน์จากสารที่มีคุณสมบัติป้องกันออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์ ที่ไม่ใช่อาหารหลายชนิด เช่น เพื่อรักษาความคงตัวของพลาสติกและโพลิเมอร์ แต่มีบางชนิดเท่านั้นที่สามารถใช้ในอาหารได้ เนื่องจากต้องคำนึงถึงความปลอดภัย (Loliger และ Wille, 1993) สารกลุ่มนี้ได้แก่ บีเอชเอ (BHA) บีเอชที (BHT) ทีบีเอชคิว (TBHQ) และโพรพิลแกลแลต (Propyl gallate) ซึ่งเป็นสารกันหืนชนิดฟีนอลิค ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันการหืนได้ดี โดยเฉพาะ บีเอชเอ จะมีคุณสมบัติป้องกันผลิตภัณฑ์สุดท้าย (carry-through effect) ที่ดีมาก (Shahidi และคณะ, 1992) นอกจากนั้นบีเอชเอ ยังเหมาะที่จะใช้กับไขมันและน้ำมันจากสัตว์ และทนความร้อนได้สูง รวมทั้งพบว่าบีเอชที จะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อใช้กับน้ำมันพืช และยังมีสมบัติเป็นสารเสริมฤทธิ์ได้ดีเมื่อใช้ร่วมกับบีเอชเอ (สายสนม, 2541)

ข. สารกันหืนจากธรรมชาติ

เป็นสารประกอบที่มีแหล่งที่มาจากธรรมชาติทั้งเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ และมีประสิทธิภาพในการป้องกันการหืน ซึ่งพบในธรรมชาติหลายชนิด เช่น

<u>เครื่องเทศ</u>

เครื่องเทศเป็นแหล่งของสารกันหืนที่มีประสิทธิภาพที่ได้มาจากธรรมชาติ เครื่องเทศแสดงประสิทธิภาพเป็นสารกันหืนในผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ขนมหวานและชอคโกแลต ไขมันและน้ำมัน ผลิตภัณฑ์เนื้อ และผลิตภัณฑ์ขนมอบ องค์ประกอบที่เป็นสารกันหืนหลักของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเทศ คือ สารฟีนอลิค การใช้เครื่องเทศเป็นสารกันหืนมีข้อจำกัดในเรื่อง สี กลิ่น และรสชาติของเครื่องเทศ จึงได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาการสกัดเครื่องเทศให้ได้ลักษณะที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและไม่มีรส มีรายงานการนำเครื่องเทศมาใช้เพื่อป้องกันการออกซิเดชันน้ำมัน ที่ส่งผลให้เกิดการหืนไว้นานมาแล้ว และมีการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องเทศที่มีผลต่อการป้องกันการหืนโดยใช้ค่าดัชนีการป้องกันการหืน (antioxidant index, protection factor) ดังแสดงใน ตารางที่ 2.1 (สายสนม, 2542)

ตารางที่ 2.1 ค่าดัชนีป้องกันการหืนของเครื่องเทศ

ชนิดเครื่องเทศผง	ค่าดัชนีการป้องกันการหืน
โรสแมรี	17.6
เสจ	16.5
ออริกาโน	3.8
ลูกจันทน์	3.1
ไทม์	3.0
พริก (praprika)	2.5
ขิง	1.8
กานพลู	1.8
พริก	1.5

ที่มา : สายสนม (2542)

ค่าดัชนีป้องกันการหืน คือตัวเลขที่ได้จากการคำนวณ ระยะเวลาของตัวอย่างที่เติมสารกันหืนแล้วเริ่มเกิดการหืน หารด้วยระยะเวลาของตัวอย่างที่ไม่เติมสารกันหืนเริ่มเกิดการหืนขึ้น

<u>โทโคเฟอรอล</u>

โทโคเฟอรอลเป็นสารประกอบที่รวมตัวอยู่กับฟอสโฟลิปิด ในเนื้อเยื่อของทั้งพืชและสัตว์ พบในพืชเป็นปริมาณมาก แต่พบน้อยในสัตว์ โทโคเฟอรอลเป็นสารกันหืนจากธรรมชาติที่ละลายได้ในน้ำมันที่สำคัญ ซึ่งมีโครงสร้างไอโซเมอร์ 4 ไอโซเมอร์ ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการหืนแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟลโวนอยด์

เฟลโวนอยด์ เป็นไกลโคไซด์ที่เกิดขึ้นในเซลสิ่งมีชีวิต มีโครงสร้างพื้นฐานประกอบไปด้วยวงแหวนเบนโซไพแรน (benzopyran) 2 วง ต่อกับวงแหวนฟีนิล (phenyl ring) เฟลโวนอยด์เป็นสารกนหืนอันดับแรก (primary antioxidant) ซึ่งเป็นตัวรับอนุมูลอิสระและหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ นอกจากนี้ยังเป็นสารจับโลหะอีกด้วย (Shahidi และคณะ, 1992) พบเฟลโวนอยด์ในใบ เปลือกหุ้มเมล็ด ผล และลำต้นของพืช

กรดแอสคอร์บิค

กรดแอสคอร์บิค พบในทุกเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต และมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเมตาโบลิซึม กรดแอสคอร์บิคมีประสิทธิภาพเป็นสารกันหืนได้หลายทางเช่น ในระบบที่มีออกซิเจนเจนจำกัด กรดแอสคอร์บิคจะเป็นสารป้องกันออกซิเดชันโดยจับกับออกซิเจน และถูกออกซิไดส์ไปเป็นดีไฮโดรแอสคอร์บิคแอซิด และนอกจากนี้ยังเป็นตัวลดอนุมูลอิสระ ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ในขั้นต่อเนื่อง รวมทั้งลดอนุมูลของสารกันหืน (primary antioxidant radicals) ทำให้มีประสิทธิภาพเป็นสารเสริมฤทธิ์กับสารกันหืนอันดับแรก (primary antioxidant) เช่นแอลฟาโทโคเฟอรอล (Decker และ XU, 1998)

2.6 การใช้เครื่องเทศเพื่อเป็นสารกันหืนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความตระหนักเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารกันหืนสังเคราะห์ และนิยมผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติมากขึ้น แหล่งของสารกันหืนจากธรรมชาติอาจมาจากเครื่องเทศ (Madsen และ Bertelsen, 1995) สมุนไพร (herb) ชา โกโก้ เมล็ดพืช ธัญพืช ผัก ผลไม้ เอนไซม์ โปรตีน และโปรตีนไฮโดรไลเซท เป็นต้น ซึ่งมีส่วนประกอบของสารประเภทโพลีฟีนอล (polyphenol) เช่น ยางจากต้นกัมกัวร์แอค (resin guaiac) ,โทโคเฟอรอล (tocopherol) ,เฟลโวน- (flavones) ,คาทีชิน (catechins) และเลซิททิน (lacithin)

สารเคมีที่เป็นสารกันหืนจากธรรมชาติโดยมาก จะมีความคล้ายคลึงกับสารกันหืนสังเคราะห์ โดยที่วงแหวนอะโรมาติกจะประกอบไปด้วยหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อยหนึ่งหมู่ ซึ่งสารกันหืนพวกฟีนอลิคเหล่านี้ จะทำหน้าที่คล้ายกับตัวกำจัดอนุมูลอิสระ (free radical scavenger) กับทำหน้าที่เป็นตัวกำจัดออกซิเจน (oxygen scavenger) หรือรีดิวซิงเอเจนต์ และในบางกรณีอาจเป็นตัวจับโลหะได้ด้วย (Giese, 1994)

เครื่องเทศที่มีสมบัติเป็นสารกันหืนตามธรรมชาติ ได้แก่ การพลู (clove) อบเชย (cinnamon) ออริกาโน (oregano) และไทม์ (thyme) เป็นต้น เครื่องเทศเหล่านี้จะมีสารประกอบพวกฟีนอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้โดยจะให้ไฮโดรเจนไอออนในหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl) แก่อนุมูลอิสระแทน โดยที่โครงสร้างของหมู่ฟีนอลจะมีความเสถียรมากกว่าอนุมูลอิสระ จึงทำให้ไม่เกิดการหืนขึ้น (Ohr, 1998) ผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท เช่น เนื้อสัตว์ เป็ด ไก่ และปลา มีการใช้เครื่องเทศเป็นสารกันหืน และยังสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันและน้ำมันเป็นองค์ประกอบ ซึ่งผู้บริโภคยอมรับกลิ่นรสที่เกิดขึ้นเมื่อเติมเครื่องเทศลงไป เช่น น้ำสลัด ซอส เป็นต้น (Ohr, 1998)

2.7 กล้วย

กล้วยจัดเป็นพันธุ์ไม้ล้มลุกในสกุลพฤกษศาสตร์ ชื่อ Musa อยู่ในวงศ์ Musasceae (สรจักษ์ ,2541) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Musa sapientum Linn. (จันทร์ทิพย์และคณะ, 2541) มีถิ่นกำเนิดในเอเชียอาคเนย์ กล้วยเป็นพืชเศรษฐกิจที่คนไทยรู้จักกันดีเพราะใช้เป็นอาหารบริโภคและประโยชน์ใช้สอยหลายชนิด กล้วยสามารถปลูกและมีการเจริญเติบโตดีในทุกภาคของประเทศไทย ปริมาณการปลูกกล้วยส่งออกของประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 3 ของทวีปเอเชีย คนไทยส่วนใหญ่จะบริโภคกล้วยทั้งผลดิบและผลสุก ใช้เป็นอาหารคาวหวานในลักษณะต่าง ๆ กันในรูปของผลไม้หรือปรุงแต่งแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่าง ๆ สำหรับผลดิบที่แก่แล้วนำมาเชื่อม หรือทำกล้วยทอดกรอบ กล้วยฉาบได้ กล้วยสุกนำมาบริโภคได้เลยเพราะมีรสชาติอร่อย หรือทำเป็นของหวาน เช่น กล้วยบวชชี

2.7.1 กล้วยน้ำว้า ชื่อสามัญ : Pisang Awak ชื่อพ้อง : กล้วยน้ำว้าเหลือง ,กล้วยใต้ กล้วยอ่อง ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Musa* (ABB group) "Kluai Nam Wa" พบได้ทุกภาคของไทย

กล้วยน้ำว้าเครือหนึ่งมี 7-10 หวี หวีหนึ่งมี 10-16 ผล ผลใหญ่กว่ากล้วยไข่ กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 11-13 เซนติเมตร ก้านผลยาว เปลือกค่อนข้างบางเหนียวแต่หนากว่ากล้วยไข่ ผิวเรียบ ผลมีความยาวใกล้เคียงกับกล้วยไข่ มีเหลี่ยมเห็นได้ชัด ส่วนมากมี 4 เหลี่ยม เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อสีขาว รสหวาน ที่แกนกลางหรือเรียกว่า ไส้กลาง มีสีเหลือง ชมพู หรือขาว ซึ่งทำให้แบ่งออกได้เป็นกล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยน้ำว้าแดง และกล้วยน้ำว้าขาว ส่วนน้ำว้าดำมีเนื้อขาว รสหวาน เปลือกมีสีม่วงดำและแตกลายงาเป็นสีสนิม (เบญจมาศ, 2538)

2.7.2 กล้วยหอมทอง ชื่อสามัญ : Gros Michel ชื่อพ้อง : กล้วยหอม ชื่อวิทยาศาสตร์: *Musa* (AAA group) "Kluai -Hom thong" แหล่งที่พบ : พบทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้วยหอมทองเครือหนึ่งมี 4-6 หวี หวีหนึ่งมี 12-16 ผล ผลใหญ่ กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 21-25 เซนติเมตร ปลายผลมีจุกชัดเจน เปลือกบาง เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทองแต่ที่ปลายจุกจะเปลี่ยนสีภายหลัง เนื้อสีส้มอ่อน ๆ กลิ่นหอม รสหวาน (เบญจมาศ, 2538)

เบญจมาศ (2538) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกล้วยพันธุ์ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมี แร่ธาตุ และปริมาณวิตามินของผลกล้วยพันธุ์ต่าง ๆ เป็นกรัมต่อน้ำหนักสดผลสุก 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	ไข่	ทองเดช	หอมทอง	น้ำว้า
ความชื้น (g)	70.66	78.8	77.19	69.02
ไขมัน (g)	0.84	0.3	0.13	0.76
โปรตีน (N x 6.25)	1.45	1.4	1.82	0.90
คาร์โบไฮเดรต (g)	18.41	18.3	18.42	22.21
เถ้า (g)	0.61	1.0	0.65	0.72
เยื่อใย (g)	-	0.2	-	-
แคลเซียม (mg)	13.54	8.6	14.27	19.99
ฟอสฟอรัส (mg)	24.71	9.5	21.09	25.10
เหล็ก (mg)	6.71	0.5	8.71	11.39
ไทอามีน (mg)	-	0.06	-	-
ไรโบฟลาวิน (mg)	-	0.04	-	-
วิตามินอี (U)	-	0.27	-	-
B-Carotene (mg)	589.4	387	197.2	118.4
วิตามินเอ (U)	-	645	-	281.4
แอสคอนิก (mg)	16.91	0.94	11.06	18.35

ที่มา : เบญจมาศ,2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จีรนันท์และมณฑารพ (2545) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ กัน โดยแบ่งขั้นตอนการสุกของกล้วยไว้เป็น 8 ระดับ ซึ่งพิจารณาจากลักษณะภายนอกของผลคือ

ระยะที่ 1 เปลือกสีเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองนิด ๆ

ระยะที่ 3 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองมากขึ้น แต่ยังมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง

ระยะที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว

ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลือง แต่ที่ปลายยังเป็นสีเขียว

ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง (ผลสุก)

ระยะที่ 7 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่ มีกลิ่นหอม)

ระยะที่ 8 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น (สุกมากเกิน ไปเนื้อเริ่มอ่อนตัวและมีกลิ่นแรง)

และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่ได้ของกล้วยน้ำว้าทั้ง 8 ระยะ แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน

ระดับความสุก	ปริมาณของแข็งทั้งหมด	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (^{o}Brix)	ปริมาณกลูโคส (g/น้ำหนักกล้วย 100 g)	pH	ค่าความเป็นกรด (% กรดมาลิก)
1	39.03 ± 0.35^{b}	1.0^{h}	1.10^{h}	6.82 ± 0.07^{a}	0.06 ± 0.01^{d}
2	40.32 ± 0.50^{a}	6.6^{g}	1.43^{g}	5.08 ± 0.03^{b}	0.24 ± 0.02^{c}
3	36.52 ± 0.16^{c}	8.6^{f}	1.67^{f}	4.68 ± 0.04^{c}	0.30 ± 0.03^{b}
4	36.41 ± 0.17^{c}	10.8^{c}	2.21^{c}	4.68 ± 0.02^{c}	0.26 ± 0.02^{c}
5	35.40 ± 0.36^{d}	10.0^{d}	2.38^{d}	4.51 ± 0.03^{d}	0.30 ± 0.01^{b}
6	34.92 ± 0.52^{dc}	14.0^{c}	2.39^{c}	4.54 ± 0.03^{d}	0.35 ± 0.02^{a}
7	34.58 ± 0.29^{c}	14.6^{b}	3.36^{b}	4.65 ± 0.04^{c}	0.36 ± 0.02^{a}
8	33.82 ± 0.72^{f}	15.3^{a}	3.38^{a}	4.30 ± 0.01^{c}	0.38 ± 0.02^{a}

ที่มา : จีรนันท์และมณฑารพ,2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 หน้าที่ของส่วนผสมต่าง ๆ

หมูแผ่นมีส่วนผสมหลักคือเนื้อหมูเช่นเดียวกับไส้กรอกโดยทั่วไป ขณะที่ส่วนผสมอื่นใส่ไปเพื่อให้กลิ่นรส และทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น โดยส่วนผสมแต่ละอย่างมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

2.8.1 เนื้อเยื่อจากสัตว์ เนื้อแดง เป็นเนื้อที่ต้องการเพื่อให้โปรตีนทำหน้าที่ประสานน้ำและน้ำมันให้เข้ากันดี ในส่วนผสมที่เป็นมวลเหนียว โดยทั่วไปพบว่า โปรตีนในเนื้อที่สามารถละลายดีในน้ำเกลือมีประสิทธิภาพเป็นตัวอิมัลซิไฟเออร์ เนื้อแดงทำให้ไส้กรอกมีความคงตัว ในขณะที่มีการเตรียมอิมัลชัน โปรตีนจากเนื้อสัตว์ทำหน้าที่ 2 อย่างคือ อิมัลซิไฟร์ไขมันและจับน้ำไว้หาก โปรตีนไม่ทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งใน 2 อย่างนี้ จะเกิดการแยกของน้ำและไขมัน ทำให้ไม่เกิดการรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน

2.8.2 ไขมัน ไขมันเป็นตัวทำให้ไส้กรอกมีรสอร่อย แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นตัวทำให้เกิดปัญหาในการผลิตเช่นกัน ผู้ผลิตจะต้องควบคุมให้ไขมันที่ไม่ถูกอิมัลซิไฟร์มีน้อยที่สุด ไขมันจากเนื้อหมูมีความนุ่มมากกว่าไขมันจากวัว สามารถละลายได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า และสามารถบดให้ละเอียดได้มากกว่าไขมันจากวัว อย่างไรก็ตามอิมัลชันจากไขมันวัวมีแนวโน้มมีที่จะคงตัวกว่า เพราะไขมันจากวัวสามารถบดได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า ถ้าสามารถรักษาอุณหภูมิของไขมันจากเนื้อหมูไว้ที่อุณหภูมิต่ำตลอดระยะเวลาการเตรียมอิมัลชัน ก็จะทำให้อิมัลชันมีความคงตัว ไม่ต่างจากอิมัลชันที่ทำจากเนื้อวัว (ชัยณรงค์, 2529; รมณี, 2538;อุทุมพร, 2538; ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่, 2541)

นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำมันพืชแทนไขมันจากสัตว์ ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงเฟอเตอร์ และซาลามิ(Ambrosiadis และคณะ, 1996) เพราะน้ำมันพืชมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง ซึ่งจากการศึกษาทางการแพทย์พบว่า น้ำมันพืชมีส่วนในการลดอันตรายจากโรคหัวใจ และทางเดินโลหิตไม่ปกติ เนื่องจากกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบของน้ำมันพืชเช่น กรดโอเลอิก กรดลิโนเลอิคและกรดลิโนเลนิค โดยกรดไขมัน 2 ชนิดหลังเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย(essential fatty acid) ร่างกายสร้างเองไม่ได้ จึงได้จากการบริโภค กรดไขมันดังกล่าวมักพบในน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันปาล์มโอลิอีน เป็นต้น น้ำมันพืชดังกล่าวจึงมีคุณประโยชน์ในการควบคุมปริมาณโคเลสเตอรอลในระบบทางเดินโลหิตให้เป็นปกติ (ประเทืองศรี, 2538) โดยเฉพาะน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งมีกรดไขในอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบร้อยละ 13-15 และกรดไขมันไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิ่มตัวร้อยละ 80-85 ของกรดไขมันทั้งหมด และมีลักษณะเด่นคือมีกรดลิโนเลนิคร้อยละ 6-9 สูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น(สุคนธ์ชื่น, 2541) ซึ่งกรดไขมันลิโนเลนิคนี้คือกรดไขมันกลุ่มn-3 ที่มีประโยชน์ในการสังเคราะห์อีโคซานอยด์ที่ป้องกันการตีบตันของเส้นเลือดนั่นเอง

2.8.3 เกลือ (Sodium Chloriede) ทำหน้าที่ให้รสชาติแก่ผลิตภัณฑ์ ช่วยลด Water Activity ในผลิตภัณฑ์ทำให้จุลินทรีย์ลดการเจริญเติบโต ทำหน้าที่ละลายโปรตีนจากเนื้อสัตว์ปริมาณเกลือที่ใช้ประมาณร้อยละ 2-3 ของน้ำหนักเนื้อสัตว์

2.8.4 น้ำตาล (Sugar) ทำหนี้ที่ให้รสชาติ ทำให้ความเค็มของอาหารลดลง ช่วยลด Water Activity ในผลิตภัณฑ์ ประเทศทางตะวันตก จะใช้น้ำตาลในรูป Dextrose ส่วนประเทศไทยนิยมใช้น้ำตาลทราย หรือน้ำตาลปี๊บ

2.8.5 ไนไตรท์หรือไนเตรท ทำหน้าที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีสวย น่ารับประทาน เป็นสาร antioxidant และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์โดยเฉพาะ *Clostridium botulinum* แต่ไนไตรท์ทำให้เกิดสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้นปริมาณการใช้จึงต้องถูกจำกัดดังนี้ ปริมาณไนเตรทให้ใช้ได้ไม่เกิน 500 ppm. ปริมาณไนไตรท์ให้ใช้ได้ไม่เกิน 125 ppm. ถ้าใช้ 2 ชนิดรวมกันต้องไม่เกิน 125 ppm. (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2539) การผสมเกลือไนไตรท์ในปริมาณที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์ กำหนดให้ใช้เกลือธรรมดาร้อยละ 99.4 ผสมกับโซเดียมไนไตรท์ร้อยละ 0.6 เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านกรรมวิธีการแปรรูป เช่น การอบ การต้ม เหล่านี้จะทำให้ปริมาณของไนไตรท์ลดลง

2.8.6 เครื่องเทศ ใส่ลงไปเพื่อปรับหรือแปรสภาพรสชาติของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีรสชาติเฉพาะ นอกจากนั้นเครื่องเทศบางชนิดอาจทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการหืนได้ด้วย

2.8.7 น้ำแข็น ทำหน้าที่ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มฉ่ำพอควร ซึ่งหากใช้น้ำที่มีอยู่แล้วในเนื้อสัตว์เองอาจจะไม่เพียงพอ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มดีขึ้น นอกจากนี้น้ำที่เติมลงไปจะทำหน้าที่เป็นตัวนำพาให้ส่วนประกอบย่อยอื่น ๆ ที่ใช้ในจำนวนน้อยสามารถกระจายไปในส่วนผสมอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Someya และคณะ (2002) ศึกษาองค์ประกอบของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันจากกล้วยพันธุ์ Musa Cavendish พบว่ามีสาร gallocatechin อยู่ทั้งในส่วนของเปลือกและเนื้อ โดยเนื้อกล้วยมี gallocatechin 29.6 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัมและเปลือกกล้วยมี gallocatechin 158 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ซึ่งสารgallocatechin ที่อยู่ในเปลือกมี antioxidant activity แรงกว่าในเนื้อกล้วยถึง 2.2 เท่า สารนี้เป็นสารในกลุ่ม catechins ที่มีสมบัติเป็น strong antioxidant ต่อ lipid peroxidant และมีผลด้านการป้องกันโรคต่าง ๆ เช่น cancer และ cardiovascular ด้วย

Kanasawa และ Sakakibara, 2000. ได้จำแนกชนิดของ water-soluble antioxidant ในกล้วยพันธุ์ Musa Cavendishii พบว่าเป็นสารพวก Catecholamine ชื่อ Dopamine ซึ่งมีสมบัติที่น่ามหัศจรรย์ในการรวมตัวกับออกซิเจนได้เป็นอย่างดีจากกรดไขมัน linoleic ในส่วนผสมของเนื้อกับไขมันที่รวมกันเป็นอิมัลชั่น (emulsion) และรวมตัวกับ diphenylicrylhydrazyl radical สารโดพามีนมีสมบัติเป็น antioxidative potency ที่ดีกว่า glutathione ซึ่งเป็นสารเติมแต่งอาหารเช่น BHA ,BHT ,flavone luteolin , flavonal quercetin และ catechin และมีศักยภาพเทียบของการเป็น antioxidant ที่แรงเทียบเท่ากับ gallocatechin, gallatec และ ascorbic acid เนื้อกล้วยมีสารโดพามิน 2.5-10มิลลิกรัมต่อเนื้อ 100 กรัมและเปลือกกล้วยมีสารโดพามิน 80-560 มิลลิกรัมต่อเนื้อ 100 กรัม

Ramanathan และ Das (1993) ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติได้แก่ เครื่องเทศสด และเครื่องเทศแห้ง ในการยับยั้งการหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในปลาบดผสมเกลือสุก พบว่าการใช้เครื่องเทศสด ได้แก่ ขิง และขมิ้น จะมีผลมากกว่ากระเทียม และหอมหัวใหญ่ การใช้เครื่องเทศแห้งมีลำดับของการมีผลยับยั้งการเกิดออกซิเดชันไขมัน คือ การพลู อบเชย พริกไทยดำ เทียน ข้าวเปลือก และลูกซัด ตามลำดับ โดยที่เครื่องเทศแห้งจะมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องเทศสด

Chipault และคณะ (1952) ได้ศึกษาถึงการนำเครื่องเทศบางชนิดมาใช้เป็นสารกันหืนพบว่า มีหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง และนำมาใช้กันจนถึงปัจจุบัน ได้แก่สารประกอบที่มีชื่อว่า โรสแมรีไดฟีนอล (rosmanol) โรสแมรีควินโนน (rosmariquinone) คาร์โนซอล (carnosol) และโรสมานอล (rosmanol) ซึ่งสกัดจากเครื่องเทศโรสแมรี และมีรายงานว่าโรสแมรี เป็นแหล่งของสารกันหืนประเภทฟีนอลิค สารสกัดจากโรสแมรีที่ความเข้มข้นช่วงร้อยละ 0.02-0.5 โดยน้ำหนัก จะยับยั้งออกซิเดชันใน เนื้อ หมู ไก่งวง ไก่ และไส้กรอกแฟรงเฟอเตอร์ (Mielche และ Bertelsen, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จีรนันท์และมณฑารพ (2545) ศึกษาภาวะและอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้กล้วยน้ำว้าในผลิตภัณฑ์กุนเชียง พบว่าเมื่อเติมกล้วยระดับความสุกที่ 2,5 และ 8 ปริมาณ 10-30 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้น 18.78-24.50 เปอร์เซ็นต์ และค่า A_w อยู่ในช่วง 0.704-0.727 ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีการเติมกล้วยในระดับความสุกที่ 8 ปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์จะมีปริมาณความชื้นเป็น 24.5 เปอร์เซ็นต์และค่า A_w เท่ากับ 0.704 ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ได้มีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้นและยังทำให้มีความชุ่มน้ำดีกว่ากุนเชียงที่ไม่มีการเติมกล้วยน้ำว้า

จารุรัตน์ (2529) ศึกษาผลของส่วนของเนื้อหมู สารกันหืน และระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ที่อุณหภูมิห้อง (27-29°ซ) ของหมูสวรรค์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเนื้อสันนอกมีคะแนนการยอมรับดีกว่าเนื้อสะโพก โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏและกลิ่น และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) ในด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านสี หมูสวรรค์ที่ใช้สารกันหืน 0 ส่วนในล้านส่วน ใช้ BHA 200 ส่วนในล้านส่วน และใช้ BHT 200 ส่วนในล้านส่วน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม แม้ว่า BHA และ BHT สามารถชะลอการหืนของหมูสวรรค์ได้ แต่ผลิตภัณฑ์มีการสูญเสียกลิ่นและรสชาติอื่นๆ ระหว่างเก็บรักษา ทำให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ลดลงในทุกตัวอย่าง โดยผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างของกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารกันหืน 0 ส่วนในล้านส่วน BHA 200 ส่วนในล้านส่วน และ BHT 200 ส่วนในล้านส่วน ระยะเวลาการเก็บของผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดความแตกต่างกันทางสถิติต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$)

96991

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์, เครื่องมือ และวัตถุดิบ

3.1.1 อุปกรณ์

- เครื่องครัว
- เครื่องแก้วและเคมีภัณฑ์

3.1.2 เครื่องมือ

- ตู้อบ (Hot Air Oven) ยี่ห้อ WBT binder รุ่น E53
- ตู้อบลมร้อน (Tray dryer) ยี่ห้อ Model รุ่น BWS-3
- เครื่องบดเนื้อ
- เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler รุ่น PE3000
- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler รุ่น AJ100
- เครื่อง Blender ยี่ห้อ Philips
- เตาไมโครเวฟ ยี่ห้อ Sharp carousel กำลัง 1.45 กิโลวัตต์ ใช้โปรแกรม cooking

3.1.3 วัตถุดิบ

- เนื้อหมู
- กล้วยน้ำว้า
- กล้วยหอม
- เครื่องปรุงรส (ซีอิ๊วขาว, น้ำตาลทราย)
- ผงเพรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.2.1 ศึกษาระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมต่อความกรอบของหมูแผ่นผสมกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอม

3.2.1.1 ใช้กล้วยน้ำว้าระดับความสุกที่ 2,5 และ8 มาเติมใส่ลงในส่วนผสมร้อยละ 30 ของน้ำหนักเนื้อหมู ตามตาราง ที่ 3.1 โดยปรับให้แต่ละสูตรมีปริมาณน้ำตาลเท่ากัน (คิดเทียบค่าจากตารางที่ 2.2) ทำการผลิตตามขั้นตอนในภาพที่ 3.1 แล้วทำการอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4, 6 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ

นำหมูแผ่นผสมกล้วยที่ระดับความสุกและเวลาในการอบต่างกันมาศึกษาสมบัติดังนี้

ก. หมูแผ่นดิบนำไปวิเคราะห์หาค่าความชื้น (AOAC, 1996) ใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design : CRD นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncans New Multiple Range Test : DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

ข. หมูแผ่นสุกได้จากการนำหมูแผ่นดิบมาอบที่อุณหภูมิ 200 ^{o}ซ เวลา 2 นาที และนำหมูแผ่นสุกที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบโดยวิธีเชิงพรรณนา

3.2.1.2 ใช้กล้วยหอมระดับความสุกที่ 2,5 และ 8 เติมใส่ในส่วนผสมร้อยละ 30 ของน้ำหนักเนื้อหมู และใช้อุณหภูมิในการอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4, 6 และ 8 ชั่วโมง ตามลำดับ ศึกษาในทำนองเดียวกันกับข้อ 3.2.1.1

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทำหมูแผ่นผสมกล้วยบดที่ระดับความสุกที่ 2, 5 และ 8

ส่วนผสมที่ใช้	สูตรควบคุม	สูตรกล้วยความสุกระดับ 2	สูตรกล้วยความสุกระดับ 5	สูตรกล้วยความสุกระดับ 8
เนื้อหมู (กิโลกรัม)	0.6	0.42	0.42	0.42
กล้วยน้ำว้าหรือกล้วยหอม (กิโลกรัม)	-	0.18	0.18	0.18
ซีอิ๊วขาว (กรัม)	35	35	35	35
น้ำตาลทราย (กรัม)	60	48	42	32
ผงเพรก (กรัม)	1	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนดำเนินการผลิตหมูแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2. ศึกษาระดับความสุกที่เหมาะสมของกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมที่เติมลงในหมูแผ่น โดยใช้ปริมาณกล้วยร้อยละ 30 น้ำหนักหมู และใช้ความสุกของกล้วยที่ระดับ 2, 5, 8 รวมทั้งระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.1 แล้วดำเนินการผลิตตามกรรมวิธีการทำหมูแผ่นและทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการชิมหมูแผ่นสุก ในด้านสี กลิ่น ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวม ซึ่งใช้ผู้ทดสอบที่ยังไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 20 คน ทำการทดสอบโดยการให้คะแนนความชอบโดยใช้แบบทดสอบแบบ 7 Points Hedonic Scale โดยพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวอย่างชุดควบคุม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ปัจจัยหลักในการศึกษา ได้แก่ ระดับความสุกของกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอม 3 ระดับ วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม SPSS 7.5 เปรียบเทียบค่าแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan"s new multiple range test และ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.3 ศึกษาประสิทธิภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมในหมูแผ่น โดยผลิตหมูแผ่นที่เติมกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมที่ระดับความสุกที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.2 เปรียบเทียบกับภาวะที่ไม่เติมกล้วยและการใช้ BHT 0.01 % โดยน้ำหนักหมู เติมลงในขั้นตอนการผลิตหมูแผ่น หมูแผ่นดิบที่ได้นำมาทำให้สุกและบรรจุใส่ถุงพลาสติก Polyethylene (PE) เป็นระยะเวลา 0, 7, 14, 21, 28 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (35^{o}ซ) ศึกษาผลของกล้วยที่ใช้ต่อระยะเวลาการเก็บรักษาโดยวิเคราะห์ค่า PV และ TBARS ตามระยะเวลาดังกล่าว วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ปัจจัยหลักในการศึกษา ได้แก่ ชนิดของสูตรหมูแผ่นที่ศึกษา วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม SPSS 7.5 เปรียบเทียบค่าแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan"s new multiple range test และ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมต่อความกรอบของหมูแผ่น

การศึกษาระยะเวลาในการอบที่เหมาะสมของหมูแผ่นที่เติมกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอม ปริมาณร้อยละ 30 ของเนื้อหมู ที่ระดับความสุกต่างๆ กัน แสดงผลดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณความชื้นและความกรอบของหมูแผ่นผสมกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกและเวลาในการอบต่างกัน

ระยะเวลาในการอบ (ชั่วโมง)	หมูแผ่นสูตรควบคุม		หมูแผ่นผสมกล้วยหอม					
			ระดับ 2		ระดับ 5		ระดับ 8	
	ความชื้น (%)	ความกรอบ*	ความชื้น (%)	ความกรอบ*	ความชื้น (%)	ความกรอบ*	ความชื้น (%)	ความกรอบ*
4	8.65±0.33[a]	+++++	9.32±0.33[a]	++++	9.43±0.29[a]	++++	9.54±0.32[a]	++++
6	7.73±0.33[b]	+++++	8.44±0.20[b]	++++	8.53±0.24[b]	++++	8.61±0.31[b]	++++
8	6.93±0.27[c]	+++++	7.26±0.29[c]	++++	7.52±0.34[c]	++++	7.62±0.28[c]	++++

- ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

*หมายเหตุ +++++ เป็นสัญลักษณ์แทน ลักษณะกรอบดีมาก
++++ เป็นสัญลักษณ์แทน ลักษณะกรอบดี
+++ เป็นสัญลักษณ์แทน ลักษณะกรอบปานกลาง
++ เป็นสัญลักษณ์แทน ลักษณะกรอบดีน้อย
+ เป็นสัญลักษณ์แทน ลักษณะไม่กรอบ

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าหมูแผ่นสูตรหมูล้วนมีค่าความชื้นเป็น 6.93-8.65 %และมีหมูแผ่นสุกมีความกรอบดีมาก (+++++) ในทุกระดับของการอบ

ส่วนหมูแผ่นผสมกล้วยน้ำว้าทุกระดับความสุกมีความชื้นอยู่ระหว่าง 7.26-9.54 % และมีหมูแผ่นสุกมีความกรอบดี (++++) ในทุกระดับของการอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสังเกตลักษณะความกรอบของหมูแผ่น พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการอบที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลทำให้ความกรอบของหมูแผ่นเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเลือกระยะเวลาในการอบที่ 4 ชั่วโมงในขั้นตอนการเตรียมหมูแผ่นดิบ ในทุกระดับความสุกของกล้วยน้ำว้า

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณความชื้นและความกรอบของหมูแผ่นผสมกล้วยหอมที่ระดับความสุกและเวลาในการอบต่างกัน

ระยะเวลาในการอบ (ชั่วโมง)	หมูแผ่นสูตรควบคุม		หมูแผ่นผสมกล้วยหอม					
			ระดับ 2		ระดับ 5		ระดับ 8	
	ความชื้น (%)	ความ* กรอบ	ความชื้น (%)	ความ* กรอบ	ความชื้น (%)	ความ* กรอบ	ความชื้น (%)	ความ* กรอบ
4	8.65±0.32^{a}	+++++	9.30±0.31^{a}	++++	9.45±0.31^{a}	++++	9.65±0.29^{a}	++++
6	7.75±0.34^{b}	+++++	8.25±0.29^{b}	++++	8.55±0.32^{b}	++++	8.78±0.28^{b}	++++
8	6.94±0.27^{c}	+++++	7.25±0.26^{c}	++++	7.62±0.28^{c}	++++	7.84±0.22^{c}	++++

- ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

*หมายเหตุ

+++++	เป็นสัญลักษณ์แทน	ลักษณะกรอบดีมาก
++++	เป็นสัญลักษณ์แทน	ลักษณะกรอบดี
+++	เป็นสัญลักษณ์แทน	ลักษณะกรอบปานกลาง
++	เป็นสัญลักษณ์แทน	ลักษณะกรอบน้อย
+	เป็นสัญลักษณ์แทน	ลักษณะไม่กรอบ

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าหมูแผ่นสูตรหมูล้วนมีค่าความชื้นเป็น 6.94-8.65 % และมีหมูแผ่นสุกมีความกรอบดีมาก (+++++) ในทุกระดับของการอบ

ส่วนหมูแผ่นผสมกล้วยหอมทุกระดับความสุกมีความชื้นอยู่ระหว่าง 7.25-9.65 % และมีหมูแผ่นสุกมีความกรอบดี (++++) ในทุกระดับของการอบ

จากการสังเกตลักษณะความกรอบของหมูแผ่น พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการอบที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลทำให้ความกรอบของหมูแผ่นเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงเลือกระยะเวลาในการอบที่ 4 ชั่วโมงในขั้นตอนการเตรียมหมูแผ่นดิบ ในทุกระดับความสุกของกล้วยหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาระดับความสุกที่เหมาะสมของกล้วยที่เติมลงในหมูแผ่น

การใช้กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมปริมาณร้อยละ 30 ของเนื้อหมู ที่ระดับความสุก 2, 5 และ 8 ตามลำดับ เติมลงในสูตรหมูแผ่น และอบที่อุณหภูมิ 65^{o} ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อนำมาทำให้หมูแผ่นสุก และประเมินผลทางประสาทสัมผัส ได้คะแนนการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นสุกที่เติมกล้วยน้ำว้าบดที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน

ระดับความสุกของกล้วย	คะแนนเฉลี่ย*				
	สี	กลิ่น	ความกรอบ	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
สูตรควบคุม	5.90±0.79^{c}	5.50±1.19^{c}	5.30±0.98^{c}	5.40±1.39^{c}	5.55±1.47^{c}
2	3.20±1.40^{b}	4.10±0.97^{ab}	4.30±1.26^{b}	4.00±1.21^{b}	4.05±1.19^{b}
5	3.85±1.09^{b}	4.75±1.12^{b}	4.40±0.99^{b}	4.80±0.95^{c}	4.85±1.04^{c}
8	3.90±1.37^{b}	3.75±1.25^{a}	3.25±1.33^{a}	3.45±1.43^{b}	3.45±1.15^{b}

หมายเหตุ * 7 point scale หมายถึง ความชอบจากต่ำสุด (1) ถึงสูงสุด (7)

- ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยนำหมูแผ่นสุกที่เติมกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง ๆ กันมาทดสอบชิมเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม พบว่า หมูแผ่นที่เติมกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 5 มีค่าคะแนนเฉลี่ยของกลิ่น ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวมที่ดีกว่าระดับความสุกอื่น ๆ และมีรสชาติและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

ดังนั้นการพิจารณาเลือกหมูแผ่นที่เติมกล้วยน้ำว้า เลือกหมูแผ่นที่เติมกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกที่ 5 เพราะมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสดีกว่าหมูแผ่นที่เติมกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นสุกที่เติมกล้วยหอมบดที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน

ระดับความสุกของกล้วย	คะแนนเฉลี่ย*				
	สี	กลิ่น	ความกรอบ	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
สูตรควบคุม	5.80 ± 1.20^{c}	5.75 ± 1.07^{c}	5.85 ± 0.81^{c}	6.00 ± 1.12^{c}	5.75 ± 1.12^{c}
2	4.65 ± 1.23^{b}	4.95 ± 1.39^{b}	4.35 ± 1.39^{b}	4.50 ± 1.19^{b}	5.05 ± 1.02^{c}
5	4.15 ± 1.53^{b}	4.30 ± 1.08^{ab}	3.75 ± 1.16^{ab}	4.20 ± 1.28^{b}	4.25 ± 1.07^{b}
8	4.00 ± 1.12^{b}	3.90 ± 1.21^{a}	3.25 ± 1.37^{a}	3.95 ± 1.36^{b}	4.10 ± 1.21^{b}

หมายเหตุ * 7 point scale หมายถึง ความชอบจากต่ำสุด (1) ถึงสูงสุด (7)

- ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยนำหมูแผ่นสุกที่เติมกล้วยหอมที่ระดับความสุกต่าง ๆ กันและสูตรควบคุม มาทดสอบชิมเปรียบเทียบกับพบว่า หมูแผ่นที่เติมกล้วยหอมที่ระดับความสุกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของสี กลิ่น ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวมที่ดีกว่าระดับความสุกอื่น ๆ และมีความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

ดังนั้น การพิจารณาเลือกหมูแผ่นที่เติมกล้วยหอม เลือกหมูแผ่นที่เติมกล้วยหอมที่ระดับความสุกที่ 2 เพราะมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสดีกว่าหมูแผ่นที่เติมกล้วยหอมที่ระดับความสุกอื่น ๆ

4.3 ศึกษาประสิทธิภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมในหมูแผ่น

การศึกษาประสิทธิภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมใน หมูแผ่น ได้วิเคราะห์ค่า PV และ TBARS ที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน แสดงผลดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า Peroxide value(PV) ของหมูแผ่นสูตรต่างๆ ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน

จำนวนวัน	ค่า Peroxide value (PV) (มก./กิโลกรัมอาหาร)			
	หมูแผ่น สูตรควบคุม	หมูแผ่นเติม BHT 0.01 %	หมูแผ่นผสม กล้วยน้ำว้า	หมูแผ่นผสม กล้วยหอม
0	0^{a}	0^{a}	0^{a}	0^{a}
7	0.51 ± 0.02^{d}	0.29 ± 0.03^{b}	0.47 ± 0.02^{c}	0.45 ± 0.02^{c}
14	1.35 ± 0.03^{g}	0.34 ± 0.05^{e}	0.91 ± 0.02^{f}	0.88 ± 0.04^{f}
21	1.92 ± 0.04^{j}	0.50 ± 0.02^{h}	1.40 ± 0.05^{i}	1.38 ± 0.02^{i}
28	2.48 ± 0.05^{m}	0.57 ± 0.03^{k}	1.89 ± 0.04^{l}	1.95 ± 0.04^{l}

- ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

จากตารางที่ 4.5 แสดงค่า PV ของหมูแผ่นสุกที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ กัน พบว่าหมูแผ่นทุก ๆ สูตรมีค่า PV เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยสูตรควบคุมมีค่า PV มากที่สุด (0 - 2.48) แสดงว่าเกิด peroxide มากที่สุด หมูแผ่นสูตรเติม BHT มีค่า PV น้อยที่สุด (0 – 0.57) แสดงว่าเกิด peroxide น้อยที่สุด ส่วนหมูแผ่นสูตรเติมกล้วยน้ำว้ามีค่า PV 0 - 1.89 หมูแผ่นสูตรเติมกล้วยหอมมีค่า PV 0 – 1.95 ซึ่งจะเห็นว่า มีค่าน้อยกว่าสูตรควบคุมแต่มากกว่าหมูแผ่นสูตรเติม BHT แสดงว่าหมูแผ่นสูตรเติมกล้วยสามารถชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ซึ่งจะส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยกล้วยน้ำว้าอาจมีประสิทธิภาพดีกว่ากล้วยหอมเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่า TBARS test ของหมูแผ่นสุกที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน

จำนวนวัน	ค่า TBARS (มก. ของ malonaldehyde/กิโลกรัมอาหาร)			
	หมูแผ่น สูตรควบคุม	หมูแผ่นเติม BHT 0.01 %	หมูแผ่นผสม กล้วยน้ำว้า	หมูแผ่นผสม กล้วยหอม
0	1.31 ± 0.08^{b}	0.64 ± 0.01^{a}	1.28 ± 0.35^{b}	1.23 ± 0.25^{b}
7	1.54 ± 0.01^{e}	0.94 ± 0.06^{c}	1.32 ± 0.03^{d}	1.30 ± 0.03^{d}
14	2.28 ± 0.07^{h}	1.32 ± 0.02^{f}	2.01 ± 0.32^{g}	1.99 ± 0.11^{g}
21	3.67 ± 0.10^{k}	1.87 ± 0.03^{i}	2.97 ± 0.06^{j}	3.07 ± 0.03^{j}
28	5.30 ± 0.31^{n}	2.35 ± 0.14^{l}	3.81 ± 0.17^{m}	4.05 ± 0.04^{m}

- ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

จากตารางที่ 4.6 แสดงค่า TBARS ของหมูแผ่นสุกที่เก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน พบว่าหมูแผ่นทุก ๆ สูตรมีค่า TBARS เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยสูตรควบคุมมีค่า TBARS มากที่สุด (1.31 – 5.30) แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด ซึ่งในวันที่ 28 มีค่า TBARS เท่ากับ 5.30 ซึ่งเมื่อนำมาบริโภคจะมีกลิ่นเหม็นหืนอย่างรุนแรง ส่วนหมูแผ่นสูตรเติม BHT มีค่า TBARS น้อยที่สุด (0.64 – 2.35) ส่วนหมูแผ่นสูตรเติมกล้วยน้ำว้ามีค่า TBARS 1.28-3.81 หมูแผ่นสูตรเติมกล้วยหอมมีค่า TBARS 1.23 – 4.05 แสดงว่าหมูแผ่นสูตรเติมกล้วยสามารถชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ซึ่งจะส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยกล้วยน้ำว้าอาจมีประสิทธิภาพดีกว่ากล้วยหอมเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กล้วยน้ำว้าบดและกล้วยหอมบด ทดแทนปริมาณเนื้อหมูบางส่วนในผลิตภัณฑ์หมูแผ่น สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. เมื่อใช้ระยะเวลาในการอบที่ 4, 6 และ 8 ชั่วโมง ทำให้หมูแผ่นเติมกล้วยน้ำว้ามีความชื้นตั้งแต่ 7.26-9.54 % แต่มีความกรอบที่ไม่แตกต่างกัน และหมูแผ่นกล้วยหอมมีความชื้นตั้งแต่ 7.25-9.65 % ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลาในการอบที่ 4 ชั่วโมงของหมูแผ่นทั้ง 2 ชนิด

2. ผลการสังเกตลักษณะปรากฏของหมูแผ่นสุก โดยใช้ภาวะที่เหมาะสมและใช้เนื้อกล้วยปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหมูแผ่นเติมกล้วยน้ำว้าระดับความสุกที่ 5 มีค่าคะแนนเฉลี่ยของกลิ่น ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวมที่ดีกว่าหมูแผ่นเติมกล้วยที่ระดับความสุกอื่น ๆ และมีรสชาติและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ส่วนหมูแผ่นเติมกล้วยหอมระดับความสุกที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของสี กลิ่น ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวมที่ดีกว่าหมูแผ่นเติมกล้วยที่ระดับความสุกอื่น ๆ และมีความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

3. หมูแผ่นสูตรควบคุมจะมีกลิ่นหืนที่เริ่มเห็นได้ชัดเจนในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา และในวันที่ 28 ไม่สามารถบริโภคได้เพราะมีกลิ่นหืนมาก อีกทั้งมีค่า TBARS มากกว่า 5 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่สามารถยอมรับได้

4. หมูแผ่นที่เติมกล้วยน้ำว้าและหมูแผ่นที่เติมกล้วยหอมสามารถเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene(PE) ได้โดยไม่เกิดกลิ่นหืนนาน 7 วัน โดยจะมีกลิ่นหืนที่เริ่มเห็นได้ชัดในวันที่ 14 ดังนั้นการใช้กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอมเติมลงในหมูแผ่นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาออกไปได้

5. การผลิตหมูแผ่นเติมกล้วยสามารถลดต้นทุนในการผลิตหมูแผ่นได้ โดยคิดจากต้นทุนของวัตถุดิบ พบว่าหมูแผ่นเติมกล้วยน้ำว้ามีต้นทุนเท่ากับ 148 บาท/กิโลกรัมหมูแผ่นดิบ หมูแผ่นเติมกล้วยหอมมีต้นทุนเท่ากับ 161 บาท/กิโลกรัมหมูแผ่นดิบ และหมูแผ่นสูตรควบคุม (ไม่เติมกล้วย) มีต้นทุน 175 บาท/กิโลกรัมหมูแผ่นดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ

1.ในการศึกษาองค์ประกอบบางประการของหมูแผ่นที่เติมกล้วย ในแต่ละครั้งจะให้ผลที่คลาดเคลื่อนกัน เนื่องจากกล้วยในแต่ละระดับความสุกจะมีความแตกต่างกันเช่น แหล่งที่มา ความแก่อ่อน ซึ่งการบ่งชี้ระดับความสุกของกล้วยที่ระดับต่างๆ ไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจน อาศัยการสังเกตสีของเปลือกกล้วยที่มีความใกล้เคียงกันเท่านั้น ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาระดับความสุกกล้วยภายในเครือเดียวกันและมีการควบคุมสภาวะในการบ่มที่แน่นอน

2. ไม่มีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกล้วยหอมที่ระดับความสุกต่าง ๆ เช่น ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) ซึ่งนำมาเทียบเพื่อปรับให้หมูแผ่นแต่ละสูตรมีปริมาณน้ำตาลเท่ากัน จึงอาศัยโดยเทียบกับกล้วยน้ำว้าแทน

3. ในการทดสอบแบบ TBARS จะบอกค่าการเหม็นหืนได้เพียงสัปดาห์ละครั้ง ดังนั้นจึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าการเหม็นหืนในแต่ละสูตรได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กฤษดา กาวิวงศ์. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุนเชียงจากปลา : การใช้เครื่องเทศเป็นสารกันหืน. วิทยานิพนธ์. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

จันทร์ทิพย์ แซ่เอี๊ยว, มณทิพย์ สิทธิพัฒน์ และอบเชย อิ่มสบาย.2541. กล้วยตำรับอาหารเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ : แสงแดด.

จารุรัตน์ นิยมเกียรติกุล. 2529. ผลของบิวทิเลเตด ไฮดรอกซีอะนีโซล บิวทิเลเตด ไฮดรอกซีโทลูอีน และซอร์เบท ต่อคุณภาพของหมูสวรรค์. วิทยานิพนธ์. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

จินตนา เขมาวุฒม์. 2534. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของกล้วยน้ำว้ากวน.วิทยานิพนธ์.บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

จีรนันท์ ช่วยวัน และมณฑารพ เหรียญทอง. 2545. การใช้กล้วยน้ำว้าบดทดแทนเนื้อหมูบางส่วนในกุนเชียง. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. 276 น.

นวลศรี รักอริยะธรรม และอัญชนา เจนวิถีสุข. 2545. แอนติออกซิแดนส์ สารต้านมะเร็งในผักสมุนไพรไทย. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิธิยา รัตนาปนนท์ .(2545) เคมีอาหาร. สำนักพิมพ์. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพหมานคร.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. 2538. กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประเทืองศรี สินชัยศรี. 2538. น้ำมันพืชกับเทศกาลกินเจ. อาหาร 25 (3) : 211-213.

รุมณี สงวนดีกุล. 2538. สัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์. น.104-146. *ใน* เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารเบื้องต้น หน่วยที่ 8-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สายสนม ประดิษฐดวง. 2540. ผลงานรองศาสตราจารย์ สายสนม ประดิษฐดวง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 112 น.

_____. 2541. ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส. น. 274-315. *ใน* เอกสารการสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร หน่วยที่ 8-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

_____. 2542. เครื่องเทศและผลิตภัณฑ์. น. 284-350. *ใน* เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารเบื้องต้น หน่วยที่ 1-7. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรจักร ศิริบริรักษ์. 2541. เภสัชโภชนา : กล้วย, หมออนามัย. 8(3) : 13-16.

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2541. ผลิตภัณฑ์น้ำมันและไขมัน, น.71-116. *ใน* เอกสารการสอนชุดวิชาผลิต-ภัณฑ์อาหาร หน่วยที่ 8-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2539. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กุนเชียง. มอก. 914-2539.

อุมาพร ศิริพินทุ์. 2538. สัตว์บกและผลิตภัณฑ์, น. 46-101. *ใน* เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารเบื้องต้น หน่วยที่ 8-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

Ambrosiadis, J., K.P. Vereltzis and S.A. Georgakis. 1996. Physical, chemical and sensory Characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. Int J. of Food Sci & Technol. 31 : 189-194.

Aylward, F. and D.R. Haisman. 1969. Oxidation systems in fruits and vegetables their relation to the quality of preserved products, pp. 2-76. In C.O. Chichester and E.M. Mrak (eds.). advances in Food Res. Vol. 17 Academic Press, New York.

Chipault, J.R. 1962. Antioxidants for use in foods, p. 477. In W.O. Lundberg, (ed.). Autoxidation And Antioxidants, Vol.2. Interscience, New York.

Chipault, J.R., G.R. Mizuno, J.M. Hawkins and W.O. Lundberg. 1952. The antioxidant natural Spices. Food Res. Technol. 17 : 46-55.

Cross, C.K. and P. Ziegler. 1965. Comparison of the volatile fraction from cured and uncured meat. J. Food Sci. 30(4) : 610-614.

Decker, E.A. and Z. Xu. 1998. Minimizing rancidity in muscle foods. Food Technol. 52(10) : 54-99.

Emmanuel, N.M. and Yu. N. Lyaskovskaya. 1967. The Inhibition of Fat Oxidation Processes. Pergamon Press, New York. 389 p.

Giese, J. 1994. Spices and seasoning blends : A taste for all seasons. Food technol. 48(4) : 88-98.

_____.1996.Antioxidants: Tool for prevening lipid oxidation. Food Technol. 50(11) :73 – 81

Gokalp, H.Y., H.W. Ockerman, R.F. Plimpton and W.J. Harper. 1983. Fatty acids of neutral and phospholipids, rancidity scores and TBA value as influenced by packaging and storage. J. Food Sci. 48(3) : 829-834.

Horntein, I., P.E. Growe and M.J. Heimberg. 1961. Fatty acid composition of meat tissue lipids. J. Food Sci. 26 (5) : 581-586.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Igene, J.O., A.M. Pearson, L.R., Jr., Dugan and J.F. Price. 1980. Role of triglycerides and

Kakuda, Y., D.W. Stanley and F.R. Van de Voorf. 1981. Determination of TBA number by high Performance liquid chromatography. JAOCS. 58(7) : 773-775

Kanazawa, K. and H. Sakakibara. 2000. High content of Dopamine astrong antioxidant, in Cavendish banana. J. Agri. Food Chem. 48 : 844-846

Kramlich, W.E., A.M. Pearson and J.w. Tauber. 1982. Processed Meats. 4th ed., The Avi Publishing Co., Inc., Wesport. 384 p.

Labuza, T.P. 1971. Kinetics of lipid oxidation in foods. CRC Crit. Rev. Food Technol. 2(3) : 355-405. phospholipids on development of rancidity in model meat systems during frozen storage. Food Chem. 5(4) : 263-267.

Lea, C.H. 1957. Deteriorative reactions involving phospholipids and lipoproteins. J. Sci. Food Agr. 8(1) : 1-13.

Loliger, J. and H.J. Wille. 1993. Natural antioxidant. Oil & Fat Int. 9(2) : 18-22.

Lundberg, W.O. 1964. Autooxidation and Antioxidants. Vol. 1 and 2. John Wiley & Son, New York. 1156 p.

Madsen, H.L. and G. Bertelsen. 1995. Spices as antioxidant. Trends in Food Sci. & Tech. 6(8) : 272-275.

Moerk, K.E. and H.R. Ball. 1974. Lipid autoxidation in mechanically deboned chicken meat. J. Food Sci. 39(5) : 876-879.

Ohr, L.M. 1998. The appealing nature of spices. Prepared Foods. 167(1) : 18-22

Paula , F 2001. Adding Value to Meat Products(II). J. ASIA Food Technol. 2(3) : 24-26,28.

Peterson, M.S. and A.W. Johnson. 1978. Encyclopedia of Food Science. The Avi Publishing Co., Inc., Westport. 1005 p.

Rajalakshmi, D. and S. Narasimhan. 1996. Food antioxidants : sources and method of evaluation. pp. 65-86. In S.S. Despande, D.K. Salunkhe and D.L. Madhavi (eds.). Food Antioxidant Technological, Toxicological and Health Perspective. Marcel Dekker, New York.

Ramanathan, l. and N.P. Das. 1993. Natural product inhibit oxidative rancidity in salted cooked Ground fish. J. Food Sci. 58 : 318-320.

Shahidi, F., P.K. Janitha and P.D. Wanasundara. 1992. Phenolic antioxidants. CR in Food Sci And Nutri. 32 : 67-103.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Someya, S.; Yoshiki, Y. and K.Okubo. 2002. Antioxidant compounds from banana (Musa cavendish). Food Chem. 79 : 351-354.

Time, M.J. and B.M. Watts. 1958. Protection of cooked meats with phosphates. Food Technol. 12 (5) : 240-243

Younathan, M.T. and B.M. Watts. 1959. Relationship of meat pigment to lipid oxidation. Food Res. 24(7) : 728-734.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ทางด้านเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC.1995)

อุปกรณ์

1. Aluminium can พร้อมฝา
2. Hot air oven
3.Dessicator
4.เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
5.ช้อนตักสาร
6.Tong

วิธีการทดลอง

1. นำ aluminium can อบที่อุณหภูมิ 130±3 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 3 กรัม ด้วยตาชั่งละเอียด ใส่ใน aluminium can
3.นำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 102 –105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 –18 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่
4. ปิดฝาและทิ้งไว้ให้เย็นใน dessicator
5.คำนวณหาปริมาณความชื้นโดยใช้สูตร

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ - น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การหาค่า TBARS – test (วรรณา, 2535)

TBARS value เป็นค่าที่ใช้วัดคุณภาพของอาหารประเภทไขมัน หลักการของวิธีตรวจคุณภาพ จะใช้วิธีการวัดความเข้มข้นของสี (ส้มแดง) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่าง 2-thiobarbituric acid (TBA) กับไขมันที่ออกซิไดซ์ (oxidized lipid) อาจกล่าวได้ว่า TBARS value สามารถตรวจพบว่าอาหารเกิดปฏิกิริยา oxidative rancidity หรือไม่ ค่าที่วัดได้เป็นมิลลิกรัมของ Malonaldehyde ในตัวอย่างอาหาร 1 กิโลกรัม

อุปกรณ์

1. ชุดกลั่น (Distillation unit)
2. Spectrophotometer

สารเคมี

1. 4M HCl โดยตวง HCl 33.33 ml. ปรับปริมาตรเป็น 100ml ด้วยน้ำกลั่น
2. 0.5% sulfanilamide in 20 % KI (v/v)
3. 0.02 M 2-thiobarbituric acid โดย ชั่ง 2-thiobarbituric acid 0.2883 กรัม แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วย 90 % glacial acitic acid

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่บดหยาบแล้วจำนวน 10 กรัม
2. ปั่นกับน้ำกลั่น 96.5 ml นาน 2 นาที
3. เติม 4M HCl จำนวน 1.5 ml
4. เติมสารละลาย 0.5% sulfanilamide in 20 % KI (v/v) จำนวน 2 ml
5. เขย่าและถ่ายใส่ขวดก้นกลมขนาด 500 ml
6. ให้ความร้อนจนได้ distillate จำนวน 50 ml
7. นำส่วนที่กลั่นได้จำนวน 5 ml มาเติม 0.02 M 2-thiobarbituric acid จำนวน 5 ml
8. เขย่าสารละลายและจุ่มในอ่างน้ำเดือดนาน 35 นาที
9. เมื่อครบเวลาทำให้เย็นลงภายในเวลา 10 นาที
10. นำไปวัด absorbance ที่ความยาวคลื่น 532 nm
11. คำนวณหาปริมาณ TBARS value โดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TBARS value = 7.8 A (หน่วยเป็นมิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่างอาหาร 1 กิโลกรัม เมื่อ A = ค่า Absorbance)

ตารางที่ ก1 แสดงค่า TBARS ที่ระดับคุณภาพต่าง ๆ

ค่า TBARS (mg ของ malonaldehyde/kg อาหาร)	**ระดับคุณภาพ**
< 0.2	Good quality
0.2 to 0.5	Limited, tolerable
0.5 to 1.5	Somewhat oxidized
1.5 to 5.0	Oxidized
> 5.0	Rancid, non-edible

1.3 การหาค่า Peroxide value

สารเคมี

1. acetic acid (CH_3COOH)
2. chloroform ($CHCl_3$)
3. potassium iodide (KI)
4. sodium thiosulfate ($Na_2S_2O_3$)
5. starch indicator

<u>การเตรียมสาร</u>

1. CH_3COOH : $CHCl_3$ (3 : 2 v/v)
2. saturated KI ชั่ง KI 31.75 กรัม เติมน้ำกลั่น 25 ml
3. 0.002 N $Na_2S_2O_3$ ชั่ง $Na_2S_2O_3$ 0.04984 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 ml
4. น้ำแป้ง 1% ชั่งน้ำแป้ง 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัมใน flask ขนาด 250 ml
2. เติม $CH_3COOH : CHCl_3$ (3 : 2 v/v) จำนวน 10 กรัม
3. เติม saturated KI จำนวน 30 ml เขย่า 10 นาที
4. เติมน้ำกลั่น 30 ml เติม 0.5 นำแป้ง
5. ไตเตรท ด้วย 0.002 N $Na_2S_2O_3$
6. คำนวณหาปริมาณ PV โดยใช้สูตร

$$PV\ (mg/kg\ อาหาร) = \frac{(ปริมาตร\ Na_2S_2O_3\ ที่ใช้ในตัวอย่าง)(N\ ของ\ Na_2S_2O_3)(1000)}{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์หมูแผ่น

แบบ 7-Points Hedonic Scale

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....

คำแนะนำในการทดสอบ

1. ก่อนทำการชิมแต่ละตัวอย่างควรดื่มน้ำทุกครั้ง

2. กรุณาชิมตัวอย่างก่อนให้คะแนน โดยทดสอบสี, กลิ่น, ความกรอบ,รสชาติและความชอบรวม แล้วให้คะแนนความชอบตามลำดับคะแนนดังนี้

7	หมายถึง	ชอบมากที่สุด
6	หมายถึง	ชอบมาก
5	หมายถึง	ชอบ
4	หมายถึง	เฉยๆ
3	หมายถึง	ไม่ชอบ
2	หมายถึง	ไม่ชอบมาก
1	หมายถึง	ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....
ความกรอบ	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านสีของหมูแผ่นเพื่อศึกษาผลการใช้กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	48.038	3	16.013	10.274	.000
	Within Groups	118.450	76	1.559		
	Total	166.488	79			

ตารางที่ ค2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านสี ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	8	20	4.0000		
	5	20	4.1500		
	2	20		4.9500	
	c	20			5.9500
	Sig.		.705	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

ตารางที่ ค3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นของหมูแผ่นเพื่อศึกษาผลการใช้กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	48.038	3	16.013	10.274	.000
	Within Groups	118.450	76	1.559		
	Total	166.488	79			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่น ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	8	20	4.0000		
	5	20	4.1500		
	2	20		4.9500	
	c	20			5.9500
	Sig.		.705	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

ตารางที่ ค5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความกรอบของหมูเพื่อศึกษาผลการใช้กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	48.038	3	16.013	10.274	.000
	Within Groups	118.450	76	1.559		
	Total	166.488	79			

ตารางที่ ค6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความกรอบด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	8	20	4.0000		
	5	20	4.1500		
	2	20		4.9500	
	c	20			5.9500
	Sig.		.705	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านรสชาติของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลการใช้กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	48.038	3	16.013	10.274	.000
	Within Groups	118.450	76	1.559		
	Total	166.488	79			

ตารางที่ ค8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านรสชาติ ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	8	20	4.0000		
	5	20	4.1500		
	2	20		4.9500	
	c	20			5.9500
	Sig.		.705	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

ตารางที่ ค9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวมของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลการใช้กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	48.038	3	16.013	10.274	.000
	Within Groups	118.450	76	1.559		
	Total	166.488	79			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวม ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	8	20	4.0000		
	5	20	4.1500		
	2	20		4.9500	
	c	20			5.9500
	Sig.		.705	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านสีของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลการใช้กล้วยหอมที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	48.038	3	16.013	10.274	.000
	Within Groups	118.450	76	1.559		
	Total	166.488	79			

ตารางที่ ค12 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านสี ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	8	20	4.0000		
	5	20	4.1500		
	2	20		4.9500	
	c	20			5.9500
	Sig.		.705	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

ตารางที่ ค13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่นของหมูแผ่น เพื่อ

ศึกษาผลการใช้กล้วยหอมที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	48.038	3	16.013	10.274	.000
	Within Groups	118.450	76	1.559		
	Total	166.488	79			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค14 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านกลิ่น ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	8	20	4.0000		
	5	20	4.1500		
	2	20		4.9500	
	c	20			5.9500
	Sig.		.705	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

ตารางที่ ค15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความกรอบของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลการใช้กล้วยหอมที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	76.200	3	25.400	17.454	.000
	Within Groups	110.600	76	1.455		
	Total	186.800	79			

ตารางที่ ค16 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความกรอบ ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	8	20	3.2500		
	5	20	3.7500	3.7500	
	2	20		4.3500	
	c	20			5.8500
	Sig.		.194	.120	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านรสชาติของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลการใช้กล้วยหอมที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	48.038	3	16.013	10.274	.000
	Within Groups	118.450	76	1.559		
	Total	166.488	79			

ตารางที่ ค18 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านรสชาติ ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	8	20	4.0000		
	5	20	4.1500		
	2	20		4.9500	
	c	20			5.9500
	Sig.		.705	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

ตารางที่ ค19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวมของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลการใช้กล้วยหอมที่ระดับความสุกต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
score	Between Groups	35.700	3	11.900	9.714	.000
	Within Groups	93.100	76	1.225		
	Total	128.800	79			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค20 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของปัจจัยคุณภาพด้านความชอบรวม ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

score

	level	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	8	20	4.1000	
	5	20	4.2500	
	2	20		5.1000
	c	20		5.7500
	Sig.		.669	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า PV ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 0 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PV

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.000[a]	3	.000	.	.
Intercept	.000	1	.000	.	.
FORMULA	.000	3	.000	.	.
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	.000	8	.000		
Total	.000	12			
Corrected Total	.000	11			

a. R Squared = . (Adjusted R Squared = .)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า PV ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 7 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PV

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8.123E-02[a]	3	2.708E-02	62.481	.000
Intercept	2.227	1	2.227	5140.173	.000
FORMULA	8.122E-02	3	2.707E-02	62.481	.000
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	3.467E-03	8	4.333E-04		
Total	2.312	12			
Corrected Total	8.469E-02	11			

a. R Squared = .959 (Adjusted R Squared = .944)

ตารางที่ ค23 แสดงการเปรียบเทียบค่า PV ของวันที่ 7 ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

PV

	FORMULA	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	2	3	.2933		
	4	3		.4500	
	3	3		.4700	
	1	3			.5100
	Sig.		1.000	.273	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า PV ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 14 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PV

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.518[a]	3	.506	456.511	.000
Intercept	9.048	1	9.048	8163.639	.000
FORMULA	1.518	3	.506	456.511	.000
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	8.867E-03	8	1.108E-03		
Total	10.575	12			
Corrected Total	1.527	11			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .992)

ตารางที่ ค25 แสดงการเปรียบเทียบค่า PV ของวันที่ 14 ด้วยวิธี Duncan s new multiple range Test

PV

	FORMULA	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	2	3	.3433		
	4	3		.8767	
	3	3		.9067	
	1	3			1.3467
	Sig.		1.000	.302	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า PV ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 21 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PV

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.137[a]	3	1.046	877.436	.000
Intercept	20.332	1	20.332	17061.85	.000
FORMULA	3.137	3	1.046	877.436	.000
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	9.533E-03	8	1.192E-03		
Total	23.478	12			
Corrected Total	3.146	11			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .996)

ตารางที่ ค27 แสดงการเปรียบเทียบค่า PV ของวันที่ 21 ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

PV

	FORMULA	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	2	3	.5000		
	4	3		1.3800	
	3	3		1.4033	
	1	3			1.9233
	Sig.		1.000	.432	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า PV ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 28 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PV

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5.961[a]	3	1.987	1528.410	.000
Intercept	35.501	1	35.501	27308.31	.000
FORMULA	5.961	3	1.987	1528.410	.000
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	1.040E-02	8	1.300E-03		
Total	41.472	12			
Corrected Total	5.971	11			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .998)

ตารางที่ ค29 แสดงการเปรียบเทียบค่า PV ของวันที่ 28 ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

PV

	FORMULA	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	2	3	.5667		
	3	3		1.8867	
	4	3		1.9467	
	1	3			2.4800
	Sig.		1.000	.076	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า TBARS ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 0 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TBA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.905[a]	3	.302	143.020	.000
Intercept	14.963	1	14.963	7097.233	.000
FORMULA	.905	3	.302	143.020	.000
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	1.687E-02	8	2.108E-03		
Total	15.885	12			
Corrected Total	.921	11			

a. R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .975)

ตารางที่ ค31 แสดงการเปรียบเทียบค่า TBARS ของวันที่ 0 ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

TBA

	FORMULA	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan[a]	2	3	.6433	
	4	3		1.2333
	3	3		1.2833
	1	3		1.3067
	Sig.		1.000	.097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า TBARS ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 7 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TBA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.556[a]	3	.185	127.177	.000
Intercept	19.457	1	19.457	13341.62	.000
FORMULA	.556	3	.185	127.177	.000
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	1.167E-02	8	1.458E-03		
Total	20.025	12			
Corrected Total	.568	11			

a. R Squared = .979 (Adjusted R Squared = .972)

ตารางที่ ค33 แสดงการเปรียบเทียบค่า TBARS ของวันที่ 7 ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

TBA

	FORMULA	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	2	3	.9367		
	4	3		1.3033	
	3	3		1.3167	
	1	3			1.5367
	Sig.		1.000	.680	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า TBARS ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 14 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TBA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.495[a]	3	.498	117.956	.000
Intercept	43.282	1	43.282	10244.26	.000
FORMULA	1.495	3	.498	117.956	.000
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	3.380E-02	8	4.225E-03		
Total	44.811	12			
Corrected Total	1.529	11			

a. R Squared = .978 (Adjusted R Squared = .970)

ตารางที่ ค35 แสดงการเปรียบเทียบค่า TBARS ของวันที่ 14 ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

TBA

	FORMULA	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	2	3	1.3200		
	4	3		1.9933	
	3	3		2.0067	
	1	3			2.2767
	Sig.		1.000	.808	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า TBARS ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 21 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TBA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5.044[a]	3	1.681	431.994	.000
Intercept	100.688	1	100.688	25872.75	.000
FORMULA	5.044	3	1.681	431.994	.000
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	3.113E-02	8	3.892E-03		
Total	105.763	12			
Corrected Total	5.075	11			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .992)

ตารางที่ ค37 แสดงการเปรียบเทียบค่า TBARS ของวันที่ 21 ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

TBA

	FORMULA	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	2	3	1.8733		
	3	3		2.9733	
	4	3		3.0700	
	1	3			3.6700
	Sig.		1.000	.094	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า TBARS ของหมูแผ่น เพื่อศึกษาผลของการเก็บรักษาของวันที่ 28 ของหมูแผ่นสูตรต่าง ๆ กัน ด้วยวิธี ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TBA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	13.175[a]	3	4.392	120.186	.000
Intercept	180.575	1	180.575	4941.625	.000
FORMULA	13.175	3	4.392	120.186	.000
DAY	.000	0	.	.	.
FORMULA * DAY	.000	0	.	.	.
Error	.292	8	3.654E-02		
Total	194.043	12			
Corrected Total	13.468	11			

a. R Squared = .978 (Adjusted R Squared = .970)

ตารางที่ ค39 แสดงการเปรียบเทียบค่า TBARS ของวันที่ 28 ด้วยวิธี Duncan s new multiple range test

TBA

	FORMULA	N	Subset for alpha = .05		
			1	2	3
Duncan[a]	2	3	2.3500		
	3	3		3.8133	
	4	3		4.0533	
	1	3			5.3000
	Sig.		1.000	.163	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายพรชัย เมฆชัย เกิดเมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2524 จังหวัดนครพนม สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปีการศึกษา 2542 จากโรงเรียนราชดำริ จังหวัดกรุงเทพมหานคร และสำเร็จการศึกษาศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์(อุตสาหกรรมเกษตร) เมื่อปีการศึกษา 2546 จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายภาณุพงศ์ พินึกรัมย์ เกิดเมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2523 จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปีการศึกษา 2541 จากโรงเรียนกระสังพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์(อุตสาหกรรมเกษตร) เมื่อปีการศึกษา 2546 จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้