38 - 40

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงต่อปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม

(Effect of extracts from red roselle on the nitrite residue in Nham)

จัดทำโดย

นายกิตตินพ พิบูลย์เดชา รหัสนักศึกษา 47040797

นางสาวหนึ่งฤทัย คำสี รหัสนักศึกษา 47040833

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

ส/ร. ก673ล 2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85382
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

b 12010455
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงต่อปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม

(Effect of extracts from red roselle on the nitrite residue in Nham)

จัดทำโดย

นายกิตตินพ พิบูลย์เดชา รหัสนักศึกษา 47040797

นางสาวหนึ่งฤทัย คำสี รหัสนักศึกษา 47040833

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.... 19 / มีนาคม / 2551

( )

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาย กิตตินพ พิบูลย์เดชา และ นางสาว หนึ่งฤทัย คำสี : ผลของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงต่อปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม (Effect of extracts from red roselle on the nitrite residue in Nham)
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

บทคัดย่อ

จากการทดลองเตรียมแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์เริ่มต้น 100 และ 300 ppm โดยเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก หมักโดยการบรรจุในถุงพลาสติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 5 วัน พบว่า เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ค่า pH ของแหนมทุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสีของตัวอย่างแหนม โดยติดตามค่า L* และa* พบว่า แหนมทุกตัวอย่างที่มีปริมาณไนไตรท์ทั้งสองระดับ มีค่า L* และa* เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงในระดับความเข้มข้นสูงขึ้น ค่า L* จะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ในขณะที่ค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย นอกจากนี้ ปริมาณไนไตรท์ในแหนมทุกตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น โดยปริมาณไนไตรท์จะลดลงมากขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เติมลงไปมากขึ้น จากผลการทดลองดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า สารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีความสามารถในการลดปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนมได้

กิตตินพ พิบูลย์เดชา
ลายมือชื่อนักศึกษา

หนึ่งฤทัย คำสี
ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

18 มิ.ย. 2551
วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษหัวข้อเรื่อง ผลของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงต่อปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม เป็นอย่างยิ่ง ที่ได้คอยให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำและสละเวลาอันมีค่าในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ อีกทั้งยังช่วยแก้ไขในส่วนที่ขาดตกบกพร่อง รวมทั้งปรับปรุงปัญหาพิเศษเล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องมากที่สุด ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ตั้งแต่ปี 1 – 4 เป็นพื้นฐาน จนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอบคุณพี่ ๆ นักวิทยาศาสตร์ที่ช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือที่เฉพาะอย่างถูกต้อง และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่คอยดูแลในการใช้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ตลอดจนบุคคลที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทำให้รายงานปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มได้

นายกิตตินพ พิบูลย์เดชา
นางสาวหนึ่งฤทัย คำสี
28 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 แหนม	3
2.2 สีของเนื้อสัตว์	3
2.3 การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อสัตว์	4
2.4 การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหมัก	5
2.5 กระเจี๊ยบแดง	6
2.6 บทบาทหน้าที่ของเกลือไนเตรทและไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	7
2.6.1. การเกิดสี	
2.6.2 การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย	
2.6.3 เป็นสารยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน	
2.6.4 ให้รสชาติและกลิ่นเฉพาะตัว	
2.7 วิธีการใช้ไนเตรท/ไนไตรท์และปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	10
2.8 อันตรายของไนไตรท์	11
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมบัติการทำลายไนไตรท์ของสารสกัดจากพืช และวัตถุเจือปนบางชนิด	12
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์	13
3.2 วัตถุดิบ	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง หน้า

3.3 สารเคมี 14
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 14
3.4.1 การเตรียมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง
3.4.2 การศึกษาผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม
3.4.2.1 สูตรมาตรฐานในการเตรียมแหนม
3.4.2.2 ขั้นตอนการทำแหนม
3.4.2.3 ผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม
3.4.3 การวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของตัวอย่างแหนม
3.4.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด
3.4.3.2 การวัดค่า pH
3.4.3.3 การวิเคราะห์ค่าสี
3.4.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง
4.1 ผลของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี สี และปริมาณไนไตรท์ตกค้างในรูปโซเดียมไนไตรท์ในแหนม 17
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 35
เอกสารอ้างอิง 36
ภาคผนวก ก 37
ภาคผนวก ข 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างแหนม ที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 17

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างแหนม ที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 19

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอกและด้านในของ ตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบ แดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 22

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอกและด้านในของ ตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบ แดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 24

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอกและด้านในของ ตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบ แดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 27

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอกและด้านในของ ตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบ แดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 29

ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ในรูปของโซเดียมไนไตรท์ของตัวอย่าง แหนม และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (ก) และปริมาณกรดทั้งหมด (ข) ของตัวอย่างแหนม ที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5 % โดยน้ำหนัก 18

ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (ก) และปริมาณกรดทั้งหมด (ข) ของตัวอย่างแหนม ที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5 % โดยน้ำหนัก 20

ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอก (ก) และด้านใน (ข) ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 23

ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอก (ก) และด้านใน (ข) ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 25

ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอก (ก) และด้านใน (ข) ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 28

ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอก (ก) และด้านใน (ข) ของตัวอย่าง แหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 30

ภาพที่ 4.7 ปริมาณไนไตรท์ตกค้างในรูปโซเดียมไนไตรท์ที่ระดับไนไตรท์เริ่มต้น 100 ppm (ก) และ 300 ppm (ข) โดยสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก 33

ภาพที่ ข1 กราฟมาตรฐานของโซเดียมไนไตรท์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นอกจากจะได้รับการควบคุมให้มีคุณภาพได้มาตรฐานและถูกสุขลักษณะแล้ว ยังมีการใช้วัตถุเจือปนอาหารเพื่อส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีคุณภาพดีขึ้น เช่น การใช้เกลือไนไตรท์ สารประกอบฟอสเฟต เป็นต้น ซึ่งการเติมเกลือไนไตรท์ลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นอกจากจะทำให้เกิดสีและกลิ่นรสเฉพาะในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค โดยเฉพาะ *Clostridium botulinum* และช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แต่การใช้ไนไตรท์ในปริมาณมากเกินไปจะเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบอันเนื่องมาจากการแพ้ และการเกิดสารในกลุ่มไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง (Cammack และคณะ ,1999) การใช้ไนไตรท์จึงอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้ ถ้าใช้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสม ดังนั้น European Food Safety Authority จึงกำหนดให้ลดปริมาณการใช้ไนไตรท์ลง สำหรับประเทศไทยในประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้ใช้ ปริมาณไนไตรท์ได้ไม่เกิน 125 พีพีเอ็ม ในทางปฏิบัติอาจใช้ในปริมาณที่น้อยกว่ากำหนดเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

เนื่องจากการใช้สารประกอบไนเตรทหรือไนไตรท์ในปริมาณที่ไม่เหมาะสมเติมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์รวมถึงการเกิดสารประกอบในกลุ่มไนโตรซามีน อันเนื่องมาจากสารประกอบไนไตรท์ อาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค จึงได้มีความพยายามที่จะลดไนไตรท์ตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยวิธีต่าง ๆ Kang และคณะ (2006) พบว่าสารสกัดจากเปลือกส้มมีสมบัติในการทำลายไนไตรท์ได้ เนื่องจากองค์ประกอบของโพลีฟีนอลในสารสกัด นอกจากนี้สมบัติในการทำลายไนไตรท์ยังเกิดขึ้นได้ดีที่สภาวะ pH เป็นกรด วิรณาและอมรรัตน์ (2546) ได้รายงานผลของสาสกัดจากพืชสมุนไพรหลายชนิด รวมถึงสารสกัดกระเจี๊ยบแดงซึ่งความสามารถในการทำลายไนไตรท์จะสัมพันธ์กับปริมาณโฟลีฟีนอลของตัวอย่างสารสกัด นอกจากนี้สารสกัดจากพืชสมุนไพรทุกชนิดที่ศึกษาจะทำลายไนไตรท์ที่ pH 4.2 ดีกว่า 7.0

ปัญหาพิเศษนี้จึงสนใจที่จะศึกษา ผลของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงต่อการลดปริมาณไตรท์ตกค้างในแหนม เนื่องจากสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีสีแดงสดจึงน่าจะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์แหนม และการเลือกผลิตภัณฑ์แหนมเป็นผลิตภัณฑ์ตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่มีค่า pH ลดเรื่อย ๆ เมื่อระยะเวลาในการหมักนานขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์อุดมคติที่ใช้ศึกษาประสิทธิภาพในการทำลายไนไตรท์ของสารสกัดกระเจี๊ยบแดง โดยที่ในช่วงแรกของการหมักแหนมเราต้องการสมบัติของสารประกอบไนไตรท์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ก่อโรคและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละเมื่อจุลินทรีย์แลคติกผลิตกรดแลคติกออกมาในแหนมมากขึ้น pH ของแหนมจะลดลงจุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ไนไตรท์ก็จะไม่มีความสำคัญอีกต่อไป และที่ pH กรดสารสกัดกระเจี๊ยบแดงก็จะแสดงประสิทธิภาพในการทำลายไนไตรท์ได้ดีขึ้น ดังนั้นการลดปริมารไนไตรท์ตกค้างจึงน่าจะเห็นผลชัดเจน

วัตถุประสงค์

1.ศึกษาผลของการเติมสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีบางประการของผลิตภัณฑ์แหนม

2. ศึกษาผลของการเติมสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงต่อปริมาณไนไตรท์ตกค้างในผลิตภัณฑ์แหนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวารสารปริทัศน์

2.1 แหนม

แหนม หมายถึง ผลิตภัณฑ์เนื้อที่เตรียมได้ โดยการนำเนื้อมาบดหรือสับให้ละเอียด ใส่หนังหมูไปผสมกับเกลือ กระเทียมบด และ สารประกอบไนเตรทหรือไนไตรท์ แล้วบรรจุห่อด้วยใบตองหรือพลาสติกหมัก 2-3 วันโดยอาศัยเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติสร้างกรด ทำให้เกิดรสชาติเปรี้ยวก็สามารถนำมารับประทานได้

2.2 สีของเนื้อสัตว์

สีของเนื้อสัตว์ เป็นลักษณะทางกายภาพที่ผู้บริโภคสามารถมองเห็นได้ โดยคุณสมบัติของก้อนเนื้อที่สามารถดูดกลืนแสงและสะท้อนแสงออกมาทำให้มองเห็นสีได้อย่างชัดเจน สีเกิดได้เนื่องจากมีโปรตีนสี (heam protien) ซึ่งประกอบด้ย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ไมโอโกลบิน (myoglobin) และฮีโมโกลบิน (hemoglobin) โดยมีไอออนของธาตุเหล็กที่ถูกล้อมรอบด้วย prophyrin ring อยู่ตรงกลางโมเลกุล

สีของเนื้อสัตว์เป็นลักษณะเฉพาะ แตกต่างกันไปตามชนิดหรือพันธุ์ ดังนี้

เนื้อโค	สีแดงสดเหมือนเชอร์รี่ (cherry red)
เนื้อลูกโค	สีชมพูอมน้ำตาล (brownish pink)
เนื้อแพะและแกะ	สีแดงอ่อนถึงแดงอิฐ (light red to brick red)
เนื้อม้า	สีแดงเข้ม (dark red)
เนื้อสุกร	สีชมพูอมเทา (grayish pink)
เนื้อสัตว์ปีก	สีเทาขาวถึงแดงหม่น (gray white to dull red)
เนื้อปลา	สีเทาขาวถึงแดงเข้ม (gray white to drak red)

เมื่อโคยังมีชีวิต ไมโอโกลบินจะทำหน้าที่เก็บสะสมออกซิเจนเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งความต้องการออกซิเจนของกล้ามเนื้อแต่มักจะแตกต่างกันออกไป ฉะนั้นกล้ามเนื้อมัดใดทำงานหนัก เช่น บริเวณขาหรือไหล่ จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนสูง จึงมีสีเข้มกว่ากล้ามเนื้อที่ทำงานน้อยหรือที่เป็นโครงร่าง เช่น กล้ามเนื้อสันอก ดังนั้น กล้ามเนื้อทุกมัดจึงมีออกซิเจนเข้าไปหล่อเลี้ยงอย่างทั่วถึง เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนทำปฏิกิริยากับเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) ที่อยู่ในฮีมของไมโอโกลบิน ทำให้เกิดเป็นออกซีไมโอโกลบิน (oxymyoglobin) ทำให้เนื้อโคมีสีแดงสด (สัญชัย, 2543)

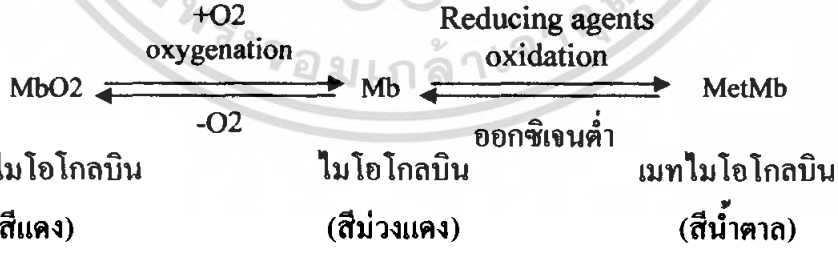
ในเนื้อสัตว์ชนิดเดียวกัน ถ้ามีอายุแตกต่างกัน ปริมาณไมโอโกลบินที่มีอยู่ในเนื้อจะแตกต่างกัน คือ ในเนื้อลูกวัวอายุ 3–6 เดือน มีไมโอโกลบินในเนื้อ 1–3 มิลลิกรัมต่อเนื้อสดหนึ่งกรัม ขณะที่เนื้อวัวอายุ 8–12 เดือน จะมีไมโอโกลบินในเนื้อ 4–10 มิลลิกรัมต่อเนื้อสดหนึ่งกรัม และเนื้อวัวแก่อายุ 24 เดือน มีไมโอโกลบินในเนื้อ 16–20 มิลลิกรัมต่อเนื้อสดหนึ่งกรัม ดังนั้นเนื้อที่ได้จากสัตว์ที่มีอายุมากจะมีสีเข้มกว่าเนื้อจากสัตว์ที่มีอายุน้อย นอกนี้จากยังพบอีกว่า ในเนื้อสัตว์ชนิดเดียวกันตัวผู้จะมีไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อมากกว่าตัวเมีย ทำให้ในตัวผู้มีสีที่เข้มกว่าตัวเมีย (เยาวลักษณ์, 2536)

2.3 การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์ที่อยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจน ไมโอโกลบิน(Mb) จะรวมตัวกันกับออกซิเจน ด้วยพันธะโคเวเลนต์เกิดเป็นออกซีไมโอโกลบิน(MbO_2) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาออกซีจีเนชัน(oxygenation) และย้อนเปลี่ยนกลับไปมาได้เป็น dynamic system

$$Mb + O_2 \rightleftharpoons MbO_2$$

ทั้งไมโอโกลบินและออกซีไมโอโกลบิน เหล็กไอออนที่อยู่ตรงกลางของโมเลกุลจะอยู่ในรูปเฟอร์รัสออกไซด์(Fe^{+2}) เมื่อไมโอโกลบินเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เฟอร์รัสไอออนจะเปลี่ยนไปเป็นเฟอร์ริกไอออน(Fe^{+3}) สารประกอบที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า เมทไมโอโกลบิน(MetMb) ซึ่งทำให้เนื้อสัตว์มีสีเปลี่ยนไป ดังสมการ



ปฏิกิริยานี้เป็น dynamic colour cycle ของเนื้อสดที่เปลี่ยนกลับไปมาหากันได้ การที่เนื้อสดมีสีแดง เนื่องจากไมโอโกลบินอยู่ในรูปของออกซีไมโอโกลบิน หลังจากนั้นสีจะเปลี่ยนไปเป็นสีม่วงแดงและสีน้ำตาลในที่สุด ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสี คือ oxidation state ของเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอออน ว่าอยู่ในรูปเฟอร์รัสออกไซด์ (Fe^{+2}) หรือเฟอร์ริกไอออน (Fe^{+3}) และภาวะทางกายภาพของโปรตีนโกลบิน ดังนั้น รงควัตถุที่สามารเกิดขึ้นในเนื้อสัตว์จึงมีได้ 3 รูป คือ ออกซีไมโอโกลบิน ไมโอโกลบิน และเมทไมโอโกลบิน ซึ่งสารทั้ง 3 ชนิดนี้ สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน

เฟอร์รัสออกไซด์ (Fe^{+2}) ในโมเลกุลของไมโอโกลบิน นอกจากจะรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นออกซีฮีโมโกลบินแล้ว ยังสามารถรวมตัวกับไนตริกออกไซด์(NO)และคาร์บอนมอนอกไซด์(CO)ได้เป็นไนโตรซิลโอโกลบินและคาร์บอกซีไมโอโกลบิน ตามลำดับ

เนื้อสดที่วางไว้ให้สัมผัสกับอากาศ ที่ผิวนอกจะมีสีแดงของออกซีไมโอโกลบิน ส่วนภายในชิ้นเนื้อ ไมโอโกลบินจะอยู่ในรูปรีดิวซ์ ทำให้เนื้อมีสีม่วงแดง และเมื่อภายในเนื้อยังคงมีสารรีดิวซ์เหลืออยู่ จะทำให้ไมโอโกลบินยังคงอยู่ในรูปรีดิวซ์ต่อไปได้ หากสารรีดิวซ์ถูกใช้หมดไป ก็จะเกิดเมทโมโกลบินมากเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อมีสีน้ำตาลมากขึ้น (นิธิยา, 2545)

2.4 การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหมัก

การเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อหมัก เป็นปฏิกิริยาที่ให้เนื้อหมักมีสีชมพูที่คงตัว ปฏิกิริยาแรกที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาของไมโอโกลบินกับไนตริกออกไซด์(NO)ทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็นไนโตรซิลไมโอโกลบิน(nitrosyl myoglobin) ซึ่งมีสีแดงสดและไม่คงตัว แต่เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนโตรซิลฮีโมโครม(nitrosyl-hemochrome) ซึ่งให้สีชมพูที่คงตัว ดังสมการ (เยาวลักษณ์, 2536)

1.) Mb + NO $\xrightarrow{\text{สภาพที่เหมาะสม}}$ NO-Mb

ไมโอโกลบิน ไนตริกออกไซด์ ไนโตรซิลไมโอโกลบิน

2.) NO-Mb $\xrightarrow{\text{ความร้อนจากการอบหรือการรมควัน}}$ NO-Hemochrome

ไนโตรซิลไมโอโกลบิน ไนโตรซิลฮีโมโครม

(สารที่ให้สีชมพูที่คงตัว)

ในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ไนโตรซิลไมโอโกลบินจะค่อนข้างคงตัว แต่เมื่อมีออกซิเจน สารสีเหล่านี้จะค่อนข้างไวต่อแสง ถ้ามีแอสคอร์เบตหรือสารประกอบซัลฟ์ไฮดริลซึ่งเป็นตัวรีดิวซิง จะไปเปลี่ยนไนไตรท์ให้เป็นไนตริกออกไซด์ หากเนื้อสัตว์มีลิพิดปนอยู่ด้วย อาจเกิดลิพิดออกซิเดชัน ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเพิ่มอัตราการออกซิเดชันของสี ดังนั้นการรักษาสีของเนื้อสัตว์ให้มีความคงตัวได้โดยการเติมสารต้านออกซิเดชัน เช่น กรดแอสคอร์บิก วิตามินอี โพรพิลแกลเลต และBHA ซึ่งสารเหล่านี้จะชะลอการเกิดลิพิดออกซิเดชันได้ ในปัจจุบันนิยมใช้วิธีการดัดแปลงส่วนประกอบของบรยากาศ เพื่อบรรจุผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก โดยใช้ฟิล์มที่ยอมให้ก๊าซผ่านเข้าออกได้น้อยมาก และบรรจุผลิตภัณฑ์ไว้ในภาวะที่มีก๊าซออกซิเจน

สำหรับกระบวนการหมักเนื้อในอุตสาหกรรมจะมีการหมักเนื้อเป็นจำนวนมาก ซึ่งฮีม(heme)จะทำปฏิกิริยากับไนไตรท์ที่เป็นส่วนประกอบของน้ำหมัก(curing mixture) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของไนไตรท์-ฮีม(nirite-heme complex) เรียกว่า ไนโตรซิลไมโอโกลบิน ซึ่งมีสีแดงสดและไม่คงตัว แต่เมื่อให้ความร้อนกับเนื้อดังกล่าว ไนโตรซิลไมโอโกลบินจะเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปของไนโตรซิลฮีโมโครม(nitrosyl-hemochrome) ซึ่งจะมีความคงตัวมากขึ้น และโปรตีนโกลบินเมื่อได้รับความร้อนจะเสียสภาพธรรมชาติด้วย (นิธิยา, 2545)

2.5 กระเจี๊ยบแดง

กระเจี๊ยบแดงเป็นพรรณไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงประมาณ 1-2 เมตร กิ่งกับก้านสีม่วงอมแดง ใบมีอยู่หลายแบบ ขอบใบเว้าลึก 3 หยัก หรือเรียบ ก้านยาวประมาณ 5 เมตร ดอก เป็นดอกเดี่ยว มีสีชมพูบริเวณตรงกลางดอกจะมีสีเข้มออกตามง่ามใบ ผล เป็นรูปรี ปลายแหลม ยาวประมาณ 2.5 เมตร หุ้มไว้ด้วยกลีบเลี้ยงสีแดง มีถิ่นเดิมอยู่ที่ประเทศมาเลเซีย อินเดีย ส่วนที่ใช้ทำยาสมุนไพรคือ ยอดอ่อนของใบ กลีบเลี้ยง เมล็ด คุณค่าทางยาสมุนไพร ยอดอ่อนและใบ มีรสเปรี้ยว ช่วยละลายเสมหะ ขับปัสสาวะ ช่วยย่อยอาหาร บำรุงธาตุ และเป็นยาระบาย กลีบเลี้ยง นำมาต้มกับน้ำร้อน ดื่มเป็นยาแก้นิ่วลดไข้ แก้ไอ ขับปัสสาวะ แก้กระหาย ทำให้สดชื่น เมล็ด บดให้ระเอียดเป็นผง ต้มน้ำดื่ม ลดไขมัน ขับปัสสาวะ บำรุงเลือด และเป็นยาระบาย กระเจี๊ยบแดงมีชื่อสามัญว่า jamaican sorrel, roselle ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hibiscus sabdariffa linn.* ชื่ออื่นๆ ส้มปู ภาคเหนือเรียกว่า ส้มเก็งเค็ง จังหวัดแม่ฮ่องสอนเรียกว่า เงี้ยว จังหวัดตากเรียกว่า ส้มตะเลงเครง ภาคกลางเรียกว่า กระเจี๊ยบเปรี้ยว (หมอสมุนไพรพื้นบ้าน , 2544)

องค์ประกอบของกระเจี๊ยบแดงส่วนใหญ่ประกอบด้วย น้ำตาล กลูโคส กรดซักซินิก และกรดออกซาลิก เนื่องจากมีกรดเป็นองค์ประกอบหลายชนิดจึงทำให้กระเจี๊ยบแดงมี pH อยู่ระหว่าง 2-3 ซึ่งเป็นผลให้กระเจี๊ยบมีรสเปรี้ยว สีแดงของกลีบกระเจี๊ยบประกอบด้วยรงควัตถุที่จัดอยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

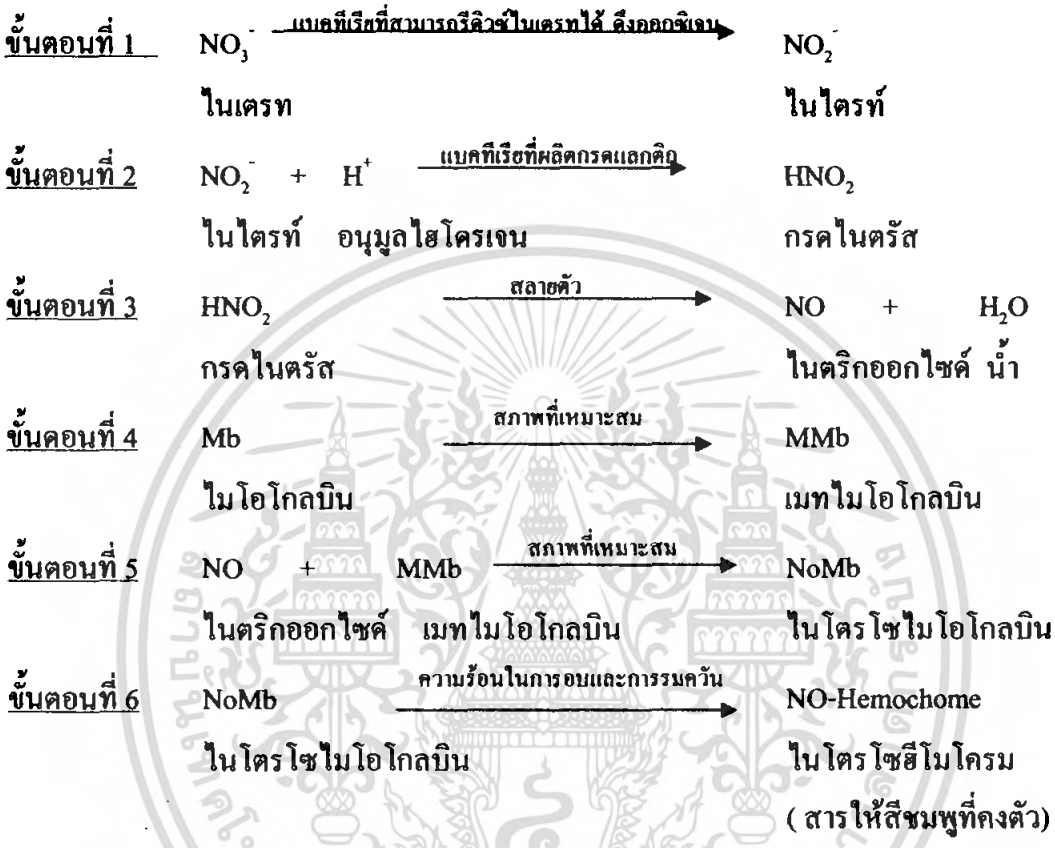
หมวดของเฟลโวนอยด์ ซึ่งมีชื่อว่า แอนโธไซยานิน นิยมเป็นสารให้สีแดง โดยแอนโธไซยานินในกระเจี๊ยบแดงประกอบด้วย เดลฟินิดิน – 3 - แซมบูไบโอไซด์ (delphinidin – 3- sambubioside) เป็นรงควัตถุที่ให้เกิดสีม่วงแดงในกระเจี๊ยบแดงพบในปริมาณที่มากที่สุด รงควัตถุที่พบรองลงมาคือ ไซยานิน – 3- แบมบูไบโอไซด์ (cyanin – 3 – bambobioside) โดยแอนโธไซยานินมีสมบัติละลายได้ดีในน้ำ และ แอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายใน ปิโตรเลียมอีเธอร์ และ เบนซีน สีของแอนโธไซยานินสามารถเปลี่ยนแปลงไปตามความเป็นกรด- ด่าง คือ สภาพเป็นกรดจะสีแดงเข้ม ในสภาพเป็นกลางจะมีสีชาแดง และในสภาพด่างจะให้สีเขียวคล้ำจนถึงสีชาแก่ เนื่องจากแอนโธไซยานินจากกระ-เจี๊ยบแดงมีสีสันสวยงาม ดังนั้นจึงนิยมใช้เป็นสีผสมอาหาร และสมบัติอีกอย่างของแอนโธไซยานินคือ เป็นสารต้านการเกิดออกซิเดชันได้เป็นอย่างดี

2.6 บทบาทหน้าที่ของเกลือไนเตรทและไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.6.1. การเกิดสี พบว่าเกลือไนไตรท์ที่เติมลงในเนื้อสัตว์จะหายไปครึ่งหนึ่งของปริมาณที่เติมลงไปทันที โดยส่วนหนึ่งของไนเตรตจะสลายตัวให้ไนตริกออกไซด์ (nitric oxide, NO) และไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide , N_2O) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ถือเป็นกุญแจสำคัญของปฏิกิยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยตรงเพราะ NO เป็นจักรกลสำคัญโดยจะไปทำปฏิกิริยากับรงควัตถุฮีม (heme pigment) ในเนื้อคือ ไมโอโกลบิน (myoglobin) กิดเป็นไนโตรโซไมโอโกลบิน (nitrosomyoglobin)เมื่อนำผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มาผ่านความร้อนจะได้สารไนโตรโซฮีโมโครม (nitrosohemochrome)ซึ่งเป็นสีชมพูอันเป็นสีเฉพาะของเคียวมีท (cure meat) และสีนั้นจะคงตัวได้ดี จากการศึกษาพบว่าฮีโมโกลบินจะรับไนเตรตไว้ได้ 15 พีพีเอ็ม (สายสนม, 2546)

ส่วนเกลือไนเตรทนั้นสามารถทำให้เกิดสีในเคียวมีท (cure meat) ทางอ้อม โดยทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บ (reservior) ไนไตรท์ไว้เพื่อสลายตัวออกมาในระยะยาวโดยมรแบคทีเรียที่สามารถรีดิวซ์ไนเตรท (nitrate reducing bacteria) ทำหน้าที่ในการรีดิวซ์ไนเตรทให้กลายเป็นไนไตรท์ ซึ่งการทำงานของเกลือไนเตรทนั้นจำเป็นอย่างยิ่งเมื่อทำการหมักเนื้อนั้นไว้เป็นระยะเวลานานตามวิธีดั้งเดิมที่นิยมปฏิบัติกันอยู่ จึงจำเป็นต้องใช้เกลือไนเตรทควบคู่ด้วย การใช้ไนเตรทและไนไตรท์แต่เดิมใช้อยู่ในรูปของดินประสิวที่ให้เกลือไนเตรท ต่อมาพบว่า การแตกตัวของไนเตรทให้ไนตริกออกไซด์ช้ามาก และต้องอาศัยจุลินทรีย์บางชนิดในเนื้อสัตว์ช่วยในกระบวนการผลิตเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดสีแดงซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานจึงมีการใช้ไนไตรท์และไนเตรทร่วมกันช่วยส่งผลในการเร่งการแตกตัวของไนเตรท ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไนตริกออกไซด์เร็วและมากขึ้น นอกจากจะเกิดสีเร็วแล้วปริมาณของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนไตรท์และไนเตรทที่ตกค้างยังน้อยลงอีกด้วย (จินตนา และคณะ,2546) โดยในการเกิดสีของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะเกิดปฏิกิริยาได้ตามขั้นตอน ดังนี้ (เยาวลักษณ์,2547)

2.6.2 การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย โดยเชื่อว่าไนไตรท์จะทำปฏิกิริยากับซิสทีอีน(cysteine) เกิดเป็น s- nitrocyteine ทางหนึ่ง ส่วนอีกทางหนึ่งพบว่าเกลือไนเตรตจะไปรวมกับหมู่ซัลฟ์ไฮดริล (sulfhydryl group) ในโปรตีนของเนื้อสัตว์เกิดเป็นไนโทรโซไทอัล (nitrosothiol) ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวนี้ เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้เหลือไนไตรท์นี้ทำหน้าที่เป็น bacteriostatic (สายสนม, 2546) ไนไตรท์มีการยับยั้งแบคทีเรียในช่วงกว้าง นักวิจัยรุ่นแรก ๆ แสดงให้เห็นว่าปริมาณที่ยับยั้งแบคทีเรียอยู่ที่ 200 พีพีเอ็ม ที่ pH 6.0 ซึ่งสามารถยับยั้งแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ เช่น *Escherichia* , *Flavaobacterium* , *Micrococcus* , *Pseudomonas* และแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ ส่วนซัลโมเนลลาและแลคโตบาซิลลัสทนต่อไนไตรท์ได้มากกว่า ประโยชน์ของไนไตรท์ที่สำคัญ คือ ใช้เพื่อยับยั้งการสร้างสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ซึ่งรอดชีวิตจากการใช้ความร้อนในการทำให้เนื้อสุก เพื่อทำลายสปอร์ของแบคทีเรียดังกล่าว ในทางการค้านิยมใช้ไนไตรท์มากกว่า 100 พีพีเอ็ม กลไกการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยับยั้งการสร้างของสปอร์ยังไม่กระจ่างชัดเพราะมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง อาทิ pH ปฏิกิริยาที่มีความสัมพันธ์ระหว่างไนไตรท์กับเกลือแกง และความร้อนที่ใช้บ่มเนื้อ เป็นต้น ที่ pH ต่ำลงการยับยั้งแบคทีเรียจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากไนไตรท์อยู่ในรูปของกรดไนตรัส(HNO_2)มีค่า pK_a= 3.4 ในกรณีของสปอร์ ไนไตรท์ทำปฏิกิริยากับสารประกอบบางชนิดในอาหารขณะร้อน เกิดปัจจัยที่เสริมฤทธิ์ที่สามารถทำลายสปอร์ของแบคทีเรียได้มากขึ้น ในปี 1960 Perigo เป็นผู้สังเกตพบว่า เมื่อเติมไนไตรท์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วนำไปผ่านความร้อน ผลการยับยั้งคลอสตริเดียจะสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมไนไตรท์ แล้วฆ่าเชื้อโดยการกรองแทนการผ่านความร้อน หรือวิธีการเติมไนไตรท์หลังการผ่านความร้อน ผลการยับยั้งคลอสตริเดียจะต่ำกว่า แสดงว่าแบคทีเรียพวกคลอสตริเดียไวต่อ "Perigo factors" ซึ่งแตกต่างจากผลของ pH นารยับยั้งแบคทีเรีย แต่ Perigo factors ไม่เกิดขึ้นในเนื้อสัตว์หรืออาหารจากเนื้อสัตว์ที่นำมาใช้แทนอาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ นอกจากจะทำการหมักเนื้อสัตว์ที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานพอควร จึงอาจเกิด Perigo factors ได้บ้างเล็กน้อย การศึกษาเกี่ยวกับ Perigo factor มุ่งไปที่การใช้เกลือรูซซิน เกลือนี้มีธาตุเหล็ก หมู่ไนโตรซิล และหมู่ซัลฟริดิลเป็นองค์ประกอบแต่องค์ประกอบเหล่านี้ไม่พบในเนื้อสัตว์มากพอที่จะสังเกตเห็นผลการยับยั้งแบคทีเรียได้ การเกิดผลยับยั้งแบคทีเรีย อาจเป็นเพราะไนไตรท์ไปรบกวนการเมตาบอลิซมของแบคทีเรีย อย่างไรก็ดี กลไกทางชีวเคมีของการยับยั้งแบคทีเรีย เกี่ยวข้องกับการทำปฏิกิริยาระหว่างไนไตรท์ เหล็ก และหมู่ซัลฟริดริลกับสารที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ โปรตีนที่มีธาตุเหล็กเช่น เฟอร์ริดอกซิน(ferredoxin) มีความสำคัญมากในการขนส่งอิเล็กตรอนและกระบวนการสร้างพลังงานของคลอสตริเดีย ตัวอย่างเช่น Phosphoroclastic system ซึ่งแบคทีเรียพวกคลอสตริเดียใช้สร้าง ATP เพิ่มขึ้นโดยกระบวนการฟอสเฟต สารไพรูเวทที่สร้างขึ้นจากกระบวนการไกลโคไลซิสจะถูกออกซิไดส์เป็นอะซิเตท โดยผ่านอะเซทติลโคลเอ และอะซิทิล ฟอสเฟต ทำให้ ADP เปลี่ยนเป็น ATP เฟอร์ริดอกซินทำหนาที่เป็นตัวพาอิเล็กตรอนออกโดยกระบวนการออกซิเดชันเป็นผลให้ H^+ ถูกริดิวซ์เป็น H_2 หลักฐานที่สนับสนุนสมมติฐานนี้มาจากการสังเกตพบว่า เมื่อเติมไนไตรท์จะพบว่า *Clostridium botulinum* , *Cl. sporogenes* ทำให้มีการสนับสนุนของสารไพรูเวทมากขึ้น (สุมณฑา, 2546)

2.6.3 เป็นสารยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน พบว่า เกลือไนเตรทและไนไตรท์เติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปริมาณร้อยละ 10 จะไปรวมตัวกับไมโอฟีบลิวลา โปรตีน (myofibrillar protein) และซาร์โคพลาสมิค แฟรคชัน(sarcoplasmid fraction) ในส่วนที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ และการรวมตัวกันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเพิ่มมากขึ้นในระหว่างการทำให้เนื้อสุก ไนเตรทและไนไตรท์จะไม่ค่อยทำปฏิกิริยากับเนื้อเยื่อไขมัน ซึ่งประกอบด้วยไขมัน เนื้อเยื่อเกี่ยวพันและน้ำ แต่กลับพบว่าจะเกิดเอ็น- ไนโตรโซไพโรลิดีน (N- nitrosopyrrolidine) จากคอลลาเจน(collagen) ที่ถูกทำให้ร้อนจนสุก ซึ่งเกลือไนเตรทเพียงร้อยละ 2- 5 จะเกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและมีไขมันบางส่วน ขณะที่เกลือไนไตรท์ร้อยละ 80-90 จะอยู่ในรูปอิสระ และมีบทบาทในกระบวนการออกซิเดชัน

2.6.4 ให้รสชาติและกลิ่นเฉพาะตัว ในสารละลายเกลือที่เติมไนเตรทและไนไตรท์ ร้อยละ 0.5 กับที่ไม่เติมไนเตรทและไนไตรท์ จะไม่มีความแตกต่างกันในด้านรสชาติ แต่พอฉีดใส่ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์พบว่าเมื่อทำให้สุกมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ได้มีรสชาติแตกต่างกัน ในกรณีนี้ การใช้เกลือไน เตรทและไนไตรท์เพียง 25 ส่วนในล้านส่วน เพียงพอที่จะทำให้เกิดรสชาติเฉพาะกับเนื้อสัตว์ แต่ถ้าใช้เกลือไนเตรทและไนไตรท์มากถึง 300 ส่วนในล้านส่วนจะไปทำลายรสชาตินี้เพราะเกิดการออกซิเดชันขึ้น

2.7 วิธีการใช้ไนเตรท/ไนไตรท์และปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

วิธีผสมเกลือไนเตรตและไนไตรท์ลงในเนื้อสัตว์ทำได้โดยการผสมผงแห้งคลุกเคล้ากับเนื้อสัตว์โดยตรง (dry curing) หรืออาจจะทำในรูปสารละลาย แล้วแช่เนื้อลงใน (wet curing) หรืออาจจะฉีดสารละลายที่มีความเข้มข้นเหมาะสมเข้าไปตามจุดต่าง ๆ ของชิ้นส่วนของเนื้อที่มีขนาดใหญ่

เกลือไนไตรท์ถึงแม้ว่าจะให้ประโยชน์ดังที่กล่าวแล้ว แต่ก็เป็นสารพิษต่อร่างกายด้วย จึงต้องมีข้อกำหนดในเรื่องปริมาณการใช้ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค ตามกฎหมายในประเทศสหรัฐอเมริกา ถ้าเป็นเนื้อ เกลือโพแทสเซียมไนไตรท์ (KNO_2) อนุญาตให้ใช้ได้ 0.02 % หรือ 200พีพีเอ็ม ของปริมาณเนื้อ ถ้าเป็นโซเดียมไนไตรท์ ($NaNO_2$) ให้ใช้ได้ 0.7 พีพีเอ็ม ในปลาบรรจุกระป๋อง แต่ถ้าเป็น cure fish ให้ใช้ได้ 200 พีพีเอ็ม เช่นกัน ซึ่งถ้าใช้เกลือดังกล่าวในปริมาณที่ถูกต้องแล้วควรจะมีไนไตรท์หลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 10- 50 พีพีเอ็มเท่านั้น ตามประกาศกระทรวงสาธารสุขไทย อนุญาตให้ใช้ไซเดียม หรือ โพแทสเซียมไนเตรท ($NaNO_3$ หรือ KNO_3) ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิน 500 พีพีเอ็ม แต่ถ้าเป็นโซเดียม หรือโพแทสเซียมไนเตรทจะใช้ได้ไม่เกิน 125 พีพีเอ็ม (สายสนม, 2546)

2.8 อันตรายของไนไตรท์

ไนไตรท์เป็นพิษแก่ร่างกายเมื่อผู้บริโภคใช้ในปริมาณมากเกินไป โดยไนไตรท์เมื่อซึมผ่านลำไส้เข้าสู่กระแสโลหิตแล้วจะไปออกซิไดส์ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง กลายเป็นเมตไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ซึ่งจำทำให้เลือดนั้นหมดสภาพ ไม่สามารถลำเลียงออกซิเจนได้อีก ปัจจุบันในประเทศอังกฤษได้กำหนดให้ใช้ไนไตรท์เป็นสารเคมีถนอมอาหารชนิดสังเคราะห์ (synthetic chemical preservative) มีกฎหมายควบคุม นอกจากพิษของไนไตรท์โดยตรงแล้ว ยังพบว่าสารประกอบดังกล่าว จะช่วยให้เกิดสารประกอบที่เรียกว่า ไนโตรซามีน (nitrosamine) ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าสารนี้คือ สารก่อมะเร็ง ตัวอย่างเช่น ไดเอทิลไนโตรซามีน (diethyl nitrosamine) เป็นสาเหตุโรคมะเร็งในตับของสัตว์ทดลอง ส่วนสารที่พบในเบคอนได้แก่ เอ็น – ไนโทรโซโรลิดีน (N-nitrosopyrolidine) สารตั้งต้นที่จะเกิดสารนี้ ได้พิสูจน์ว่าคือ โพรลีน ซึ่งมีอยู่ในอาหารหลายชนิด พบมากในส่วนเนื้อสามชั้นที่นำมาทำเบคอน คือ ประมาณ 11-16 มิลลิกรัม / กิโลกรัมจึงมีโอกาสเกิดไนโตรซามีนมากขึ้น พบว่าเบคอนดิบจะมีปริมาณต่ำมาก แต่เมื่อนำทอดหรือย่างจึงเกิดไนโตรซามีนขึ้น แต่ถ้านำไปย่างปริมาณจะต่ำกว่าและถ้าทอดนานปริมาณก็จะลดลง ที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งคือในน้ำมันที่เหลือจากการทอดเบคอนจะมีปริมาณไนโตรซามีนสูงกว่าชิ้นเบคอนถึง 2 เท่า จึงควรหลีกเลี่ยงน้ำมันดังกล่าว พิษของไนไตรท์ดังที่กล่าวมาจึงควรระมัดระวังอย่างยิ่งในการใช้ โดยเฉพาะปริมาณที่กำหนดไว้จะอยู่ในระดับที่ปลอดภัยพอสมควร นอกจากนี้ยังพบว่า เครื่องปรุงรสที่ใช้ในผลิตภัณฑ์มีเอ็น-ไนโตรโซโพรลีดีน (N- nitrosoprolidine) โดยเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างไนไตรท์ กับพาพริกา (paprika) และพบเอนไนโตรโซโพรลีดีนจากปฏิกิริยาระหว่างไนไตรท์กับพริกไทย ซึ่งการหลีกเลี่ยงการเกิดสารพิษดังกล่าวทาง FDA จึงออกกฎให้บรรจุสารไนไตรท์กับเครื่องปรุงรสแยกจากกันโดดเด็ดขาด เมื่อพบว่าเกลือไนไตรท์เป็นพิษดังกล่าว ทำให้มีผู้ติดค้นสารประกอบอื่นเพื่อที่จะมาแทนและแก้ปัญหาดังกล่าว เช่น เมทิล และเฮกซิลนิโคติเนท (methyl และ hexyl nicotinate) และเอ็น, เอ็น ไดเอทิลนิโคตินามีด (N, N, diethylnicotinamide) อาจใช้แทนไนไตรท์ได้ นอกจากนี้กลุ่มศึกษาจากประเทศ สวีเดนได้รายงานว่า สารประกอบที่มีโอกาสใช้แทนได้คือ pentaerythrioltoletranicotinate นอกจากนี้ยังได้เสนอว่า ถ้าใช้โซเดียมแอสคอร์เบต (Sodium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ascorebate) หรือ โซเดียม อิรีทอร์เบต (sodium erythorbate) ร่วมกับเกลือไนไตรท์จะช่วยลดการเกิดไนโตรซามีนได้อีกด้วย (สายสนม , 2546)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมบัติการทำลายไนไตรท์ของสารสกัดจากพืชและวัตถุเจือปนบางชนิด

ในปี 2002 Pourazrang และคณะ ศึกษาการใช้กรดแอสคอร์บิก (L- ascorbic acid)และแอลฟา — โทโคฟีรอล (α – tocopherol) ต่อการยับยั้งการเกิดสารประกอบเอ็น –ไนโตรโซ (N – nitrosoX โดยเติมไนไตรท์ กรดแอสคอร์บิกและแอลฟา-โทโคฟีรอลที่ความเข้มข้นต่างกันพบว่าความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกมีผลต่อการลดการเกิดสารประกอบเอ็น-ไนโตรโซ โดยที่ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกที่เข้มข้นขึ้นมีผลต่อการลดการเกิดเอ็น-ไนโตรโซและจะมีประสิทธิภาพดีเมื่อใช้ร่วมกับแอลฟา-โทโคฟีรอล โดยแอลฟา-โทโคฟีรอลมีหน้าที่ไปส่งเสริมการทำงานของกรดแอสคอร์บิก ซึ่งพบว่าการใช้แอลฟา-โทโคฟีรอลเพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อการลดการเกิดเอ็น-ไนโตรโซ

ในปี 2006 Kang และคณะ ได้ศึกษาความสามารถของสารสกัดจากเปลือกพืชตระกูลส้มต่อการลดปริมาณไนไตรท์ พบว่า การใช้สารสกัดจากเปลือกพืชที่มีปริมาณโพลีฟีนอลเป็นองค์ประกอบสามารถยับยั้งไนไตรท์ได้ดี โดยความสามารถในการทำลายไนไตรท์จะมีประสิทธิภาพดีที่ความเป็นกรด-ด่างต่ำ

ในปี 2546 วิรณาและอมรรัตน์ ได้ศึกษาสมบัติการทำลายไนไตรท์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรและเปลือกผลไม้และเปลือกผลไม้ 11 ชนิด ได้แก่ กระเจี๊ยบแดง ขิงสด ขมิ้นผง ชาเขียวใบหม่อน โป๊ยกั๊ก พริกไทยดำ ตะไคร้ผง อบเชย เปลือกกล้วยน้ำว้า เปลือกมะม่วงเขียวเสวย และเปลือกส้มเขียวหวาน พบว่า สารสกัดทุกชนิดยกเว้นสกัดจากเปลือกกล้วยน้ำว้า มีเปอร์เซนต์ในการทำลายไนไตรท์ที่ค่าpH 4.2 ได้ดีกว่าที่ pH 7.0 โดยสมบัติการทำลายการทำลายไนไตรท์ของสารสกัดชนิดต่าง ๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการทำลายไนไตรท์จะสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์

3.1.1อุปกรณ์การเตรียมสารสกัด

- เครื่องระเหยสุญญากาศ Rotary Evaporator
- เครื่องปั๊มสุญญากาศ Vacuum pump
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ Water bath
- เครื่องชั่งชนิดละเอียด
- เครื่องบด Blender

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลทางเคมี

- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง UV- spectrophotometer
- เครื่องวัดค่า pH pH meter
- เครื่องวัดสี Minolia CR - 300

3.1.3. อุปกรณ์ในการทำแหนม

- เครื่องบดเนื้อหมู
- กะละมังสแตนเลส เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว
- ทัพพี
- มีด

3.2 วัตถุดิบ

3.2.1. กระเจี๊ยบแดง ยี่ห้อ เทสโก โลตัส ซื้อจากโลตัส สาขาแจ้งวัฒนะ

3.2.2. วัตถุดิบที่ใช้ในการทำแหนม

- เนื้อหมูบด
- หนังหมู
- กระเทียม
- ข้าวสุก
- น้ำตาลทราย
- เกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สารเคมี

- เอธิลแอลกอฮอล์
- โซเดียมไนไตรท์ ($NaNO_2$)
- โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- N – (1- napthyl) ethylenediamine .2HCl
- Sulfanilamide

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง

ชั่งตัวอย่างกระเจี๊ยบแดง 100 กรัม เติมเอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ปั่นผสมด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ด้วยความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 3 นาที ถ่ายใส่บีกเกอร์ขนาด 2,000 มิลลิลิตร ปิดปากบีกเกอร์ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ นำไปให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง คนทุก ๆ 10 นาที จากนั้น นำตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วไปกรองผ่านเครื่องกรองสุญญากาศด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 และระเหยเอธานอลออกจนหมดด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เก็บสารสกัดในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

3.4.2 การศึกษาผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม

3.4.2.1 สูตรมาตรฐานในการเตรียมแหนม

ส่วนผสมในสูตรมาตรฐานที่ใช้ในการเตรียมแหนมมีดังนี้ (อดิศร , 2550)

ส่วนผสม	ปริมาณ(กรัม)
1. เนื้อหมูบด	975
2. หนังหมูบด	525
3. ข้าวสุก	90
4. กระเทียมสับ	75
5. เกลือป่น	32.5
6. น้ำตาล	7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. โซเดียมโพลีฟอสเฟต	4.5
8. โซเดียมไนไตรท์	0.15

3.4.2.2 ขั้นตอนการทำแหนม

นำเนื้อหมูบดและหนังหมูบด ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันในกะละมังสแตนเลส จากนั้นใส่กระเทียมสับและส่วนผสมที่เหลือทั้งหมดลงไป คลุกเคล้าจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอธิลีนมัดด้วยหนังยางบริเวณปากถุงจนแน่นถุงละประมาณ 20 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

3.4.2.3 ผลของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงต่อปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม

ทดลองเตรียมแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 100 ppm และ 300 ppm ตามวิธีในข้อ 3.4.2.2 โดยเตรียมตัวอย่างแหนมเริ่มต้น 1500 กรัม จากนั้นแบ่งส่วนผสมออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน ส่วนที่ 1 เป็นตัวอย่างแหนมควบคุม (ไม่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง) ส่วนที่ 2 และ 3 จะเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับ 0.3 และ 0.5 % โดยน้ำหนักส่วนผสมตามลำดับ การเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงนั้น จะตักส่วนผสมเล็กน้อยคลุกเคล้ากับสารสกัดกระเจี๊ยบแดงให้เข้ากันดีก่อนแล้วจึงเติมลงในส่วนผสมที่เหลือ และนวดคลุกเคล้าให้เข้ากันดี จากนั้นจึงดำเนินการตามวิธีที่กล่าวไว้ในข้อ 3.4.2.2 เก็บตัวอย่างในวันที่ 0 , 1 , 2 , 3 , 4 และ 5 มาวิเคราะห์ค่าสีแดง (a^*) , pH ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณไนไตรท์ตกค้างในข้อ 3.4.3

3.4.3 การวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของตัวอย่างแหนม

3.4.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (ดัดแปลงจาก AOAC , 2000)

การวิเคราะห์ปริมาณกรดทำได้โดยนำไปไทเทรตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัลโดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ จนกระทั่งถึงจุดยุติเกิดสีชมพูอ่อน คำนวณหาปริมาณกรดจากสูตรในรูปของกรดแลคติกภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.2 การวัดค่า pH

ชั่งตัวอย่างแหนม 20 กรัม บดให้ละเอียด จากนั้นเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน วัดด้วยเครื่องวัด pH

3.4.3.3 การวิเคราะห์ค่าสี

การวัดค่าสีของตัวอย่างแหนมทั้งผิวด้านในโดยหั่นเป็นชิ้นหนา 1 เซนติเมตรและผิวด้านนอกด้วยเครื่อง Minolia CR-300 นำตัวอย่างมาวัดค่า Hunter lab cokor วัดค่าสี L^* และ a^* โดยใช้ taget mask ขนาดที่เหมาะสมกับตัวอย่างที่ต้องการวัด โดยนำตัวตัวอย่างแหนมวางบน target mask วัดค่า 10 จุด ต่อ 1 ตัวอย่างแหนม โดยการอ่านค่าสีที่วัดได้จากในระบบ L^* และ a^* โดยที่ L^* คือ ค่าความสว่าง a^* คือ ค่าแสงสีแดง

3.4.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม

การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ตกค้างในตัวอย่างแหนมในรูปของโซเดียมไนไตรท์จะใช้วิธีที่ดัดแปลงจาก AOAC (2000) โดยอาศัยหลักการคือ สารประกอบไนไตรท์ทำปฏิกิริยากับเอ็น-(1-แนฟทิล) เอทิลีนไดเอมีน (N-(1-napthyl) ethylenediamine .2HCl) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีชมพู ซึ่งสามารถติดตามการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร ใช้โซเดียมไนไตรท์เป็นสารละลายมาตรฐานในการทำกราฟมาตรฐาน รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ดูจากภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี สี และปริมาณไนไตรท์ตกค้างในรูปโซเดียมไนไตรท์ในแหนม

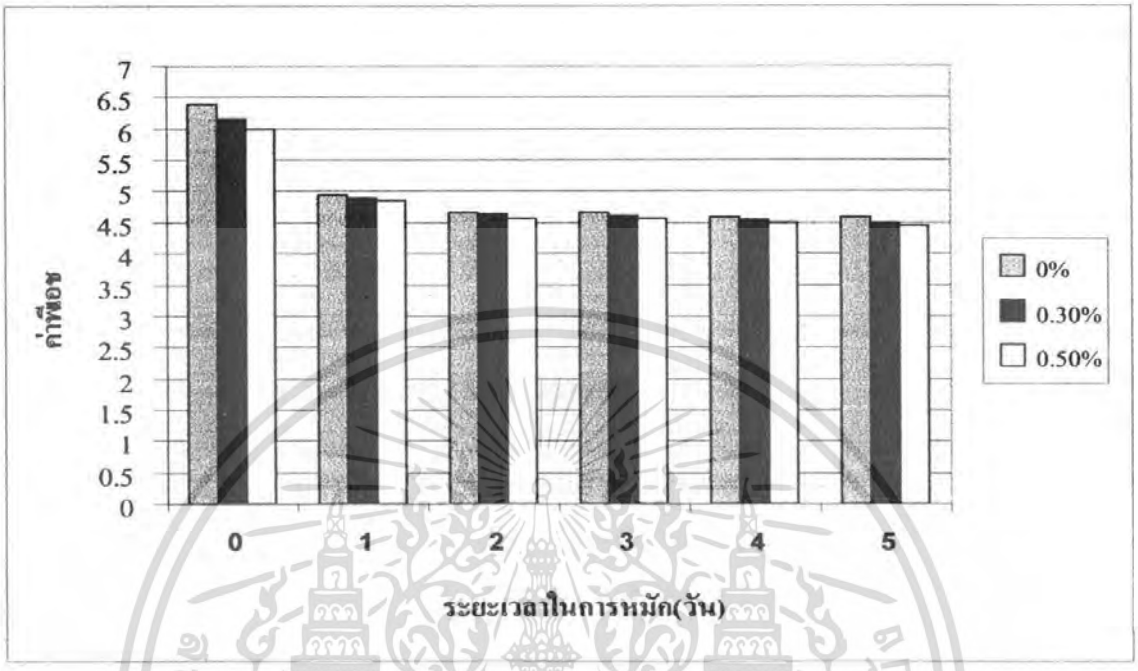
จากการทดลองเตรียมแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 และ300 ppm และเติมสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดง 3 ระดับ คือ 0 , 0.3 และ 0.5 % โดยน้ำหนัก บรรจุตัวอย่างแหนมในถุงพลาสติกที่มัดด้วยหนังยางจนแน่น เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเก็บตัวอย่างในวันที่ 0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 ของการหมัก มาวิเคราะห์ค่า pH, ปริมาณกรดทั้งหมด, สี (ค่า L* และค่า a*) ของผิวด้านนอกและด้านใน และปริมาณไนไตรท์ตกค้างในรูปโซเดียมไนไตรท์ ผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

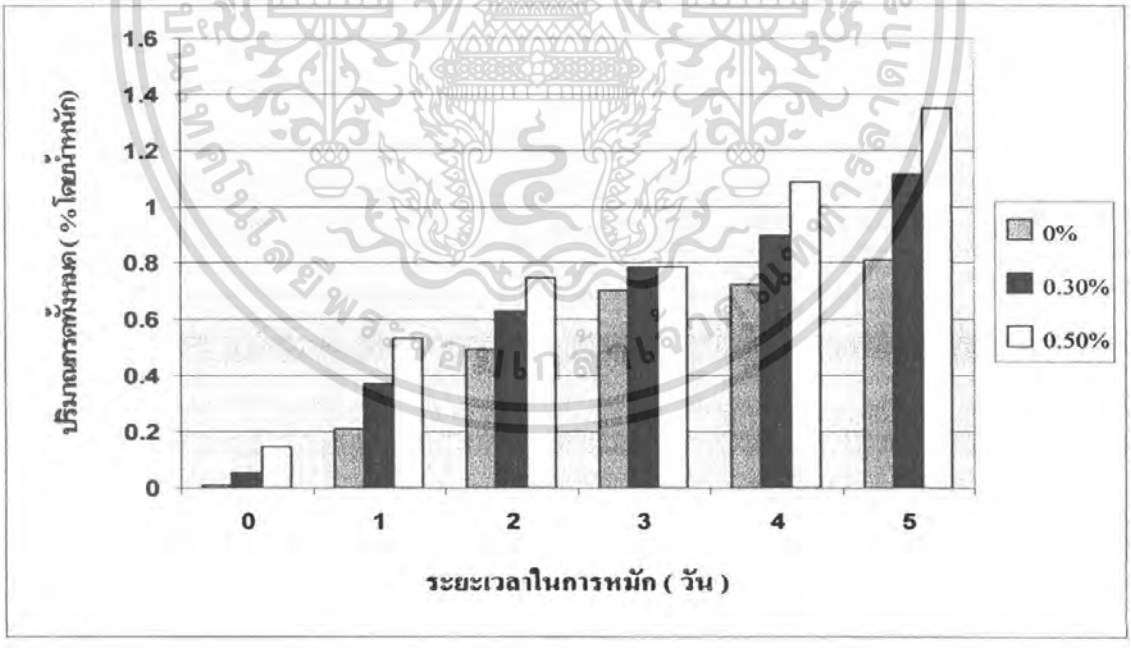
ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	pH และปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างแหนม ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงระดับต่างๆ					
	0 %		0.3 %		0.5 %	
	pH	ปริมาณกรดทั้งหมด	pH	ปริมากรดทั้งหมด	pH	ปริมากรดทั้งหมด
0	6.38 ± 0.05	0.01± 0.12	6.15 ± 0.09	0.05 ± 0.18	6.00 ± 0.04	0.14 ± 0.01
1	4.94 ± 0.09	0.21± 0.08	4.89 ± 0.07	0.36 ± 0.23	4.85 ± 0.06	0.53 ± 4.11
2	4.67 ± 0.05	0.49± 0.11	4.63 ± 0.04	0.63 ± 0.39	4.57 ± 0.04	0.74 ± 1.12
3	4.66 ± 0.07	0.70 ± 0.19	4.61 ± 0.08	0.78 ± 1.40	4.56 ± 0.05	0.78 ± 0.81
4	4.60 ± 0.03	0.72 ± 0.41	4.55 ± 0.04	0.90 ± 0.58	4.50 ± 0.03	1.09 ± 1.31
5	4.59 ± 0.04	0.81 ± 0.72	4.50 ± 0.11	1.11 ± 1.12	4.45 ± 0.07	1.35 ± 1.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
85382

(ก)



(ข)



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (ก) และปริมาณกรดทั้งหมด (ข) ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0 , 0.3 และ 0.5 % โดยน้ำหนัก

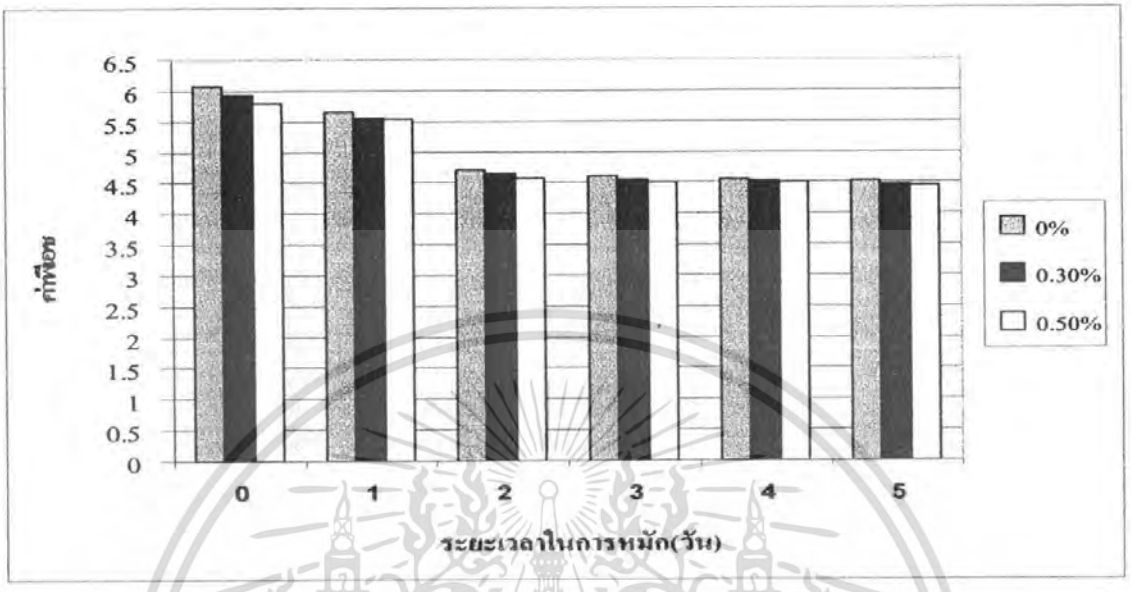
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

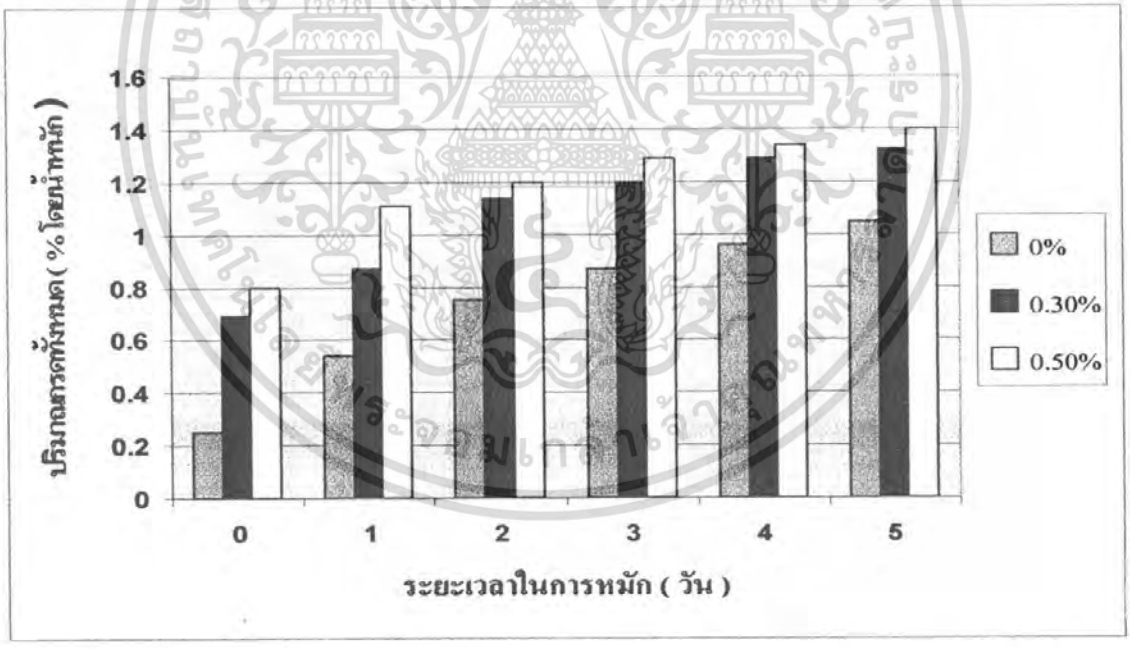
ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	pH ของตัวอย่างแหนม และปริมาณกรดทั้งหมด (% โดยน้ำหนักในรูปของกรดแลคติค) ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงระดับต่างๆ					
	0 %		0.3 %		0.5 %	
	pH	ปริมาณกรดทั้งหมด	pH	ปริมากรดทั้งหมด	pH	ปริมากรดทั้งหมด
0	6.07 ± 0.05	0.300±0.10	5.94 ± 0.05	0.690±0.24	5.80 ± 0.07	1.020±0.12
1	5.66 ± 0.03	0.540±0.04	5.56 ± 0.07	0.870±0.15	5.54 ± 0.05	1.230±1.44
2	4.71 ± 0.03	0.750±0.09	4.65 ± 0.02	1.140±0.47	4.57 ± 0.06	1.470±2.16
3	4.60 ± 0.06	0.870±0.23	4.55 ± 0.06	1.350±0.31	4.51 ± 0.05	1.590±0.75
4	4.54 ± 0.08	0.960±0.28	4.52 ± 0.06	1.140±0.67	4.50 ± 0.02	1.650±2.11
5	4.52 ± 0.11	1.050±0.35	4.46 ± 0.04	1.470±0.29	4.44 ± 0.09	1.470±0.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (ก) และปริมาณกรดทั้งหมด (ข) ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0 , 0.3 และ 0.5 % โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 , 4.2 และภาพที่ 4.1 , 4.2 จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างแหนมควบคุม (สารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0 %) มีค่าพีเอชของส่วนผสมหลังเตรียมได้ (วันที่ 0) สูงกว่าตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงทั้งสองระดับเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ค่าพีเอชของแหนมทุกตัวอย่างจะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างแหนมที่เติมโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับ 0, 0.3 และ0.5 %โดยน้ำหนัก มีค่า pH ลดลงจากเริ่มต้น 6.38, 6.15 และ 6.00 เป็น 4.59, 4.50 และ4.45 ในวันที่ 5 ของการหมัก ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างแหนมที่เติมโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm มีค่า pH ลดลงจากเริ่มต้น 6.07, 5.94 และ5.80 เป็น 4.52, 4.46 และ4.44 ทั้งนี้เนื่องมาจาก เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้แบคทีเรียในกลุ่มแลคติคเจริญและสร้างกรดออกมา จึงทำให้ตัวอย่างแหนมมีค่าพีเอชที่ลดลง ส่วนในตัวอย่างแหนมที่มีการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงลงไปที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น จะทำให้ค่าพีเอชลดลงมากกว่าตัวอย่างแหนมที่ไม่มีการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงลงไป เนื่องจากสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีค่าพีเอชที่เป็นกรด จึงส่งผลให้ค่าพีเอชในตัวอย่างแหนมที่มีการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงลดลงมากกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างแหนมที่ไม่มีการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดนั้น จะเห็นได้ว่า แหนมทุกตัวอย่าง มีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการหมักนานขึ้น นอกจากนี้ตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงทั้ง 2 ระดับความเข้มข้น จะมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างแหนมควบคุมที่ทั้ง 2 ระดับไนไตรท์ที่ทดลอง เนื่องจากสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีความเป็นกรด จึงส่งผลให้ตัวอย่างแหนมที่ใส่สารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น อีกทั้งสารสกัดกระเจี๊ยบแดงก็ไม่ได้มีผลในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในกลุ่มแลคติค ทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดดังกล่าวสอดคล้องกับการลดลงของค่าพีเอชดังผลการทดลองที่กล่าวมาข้างต้น

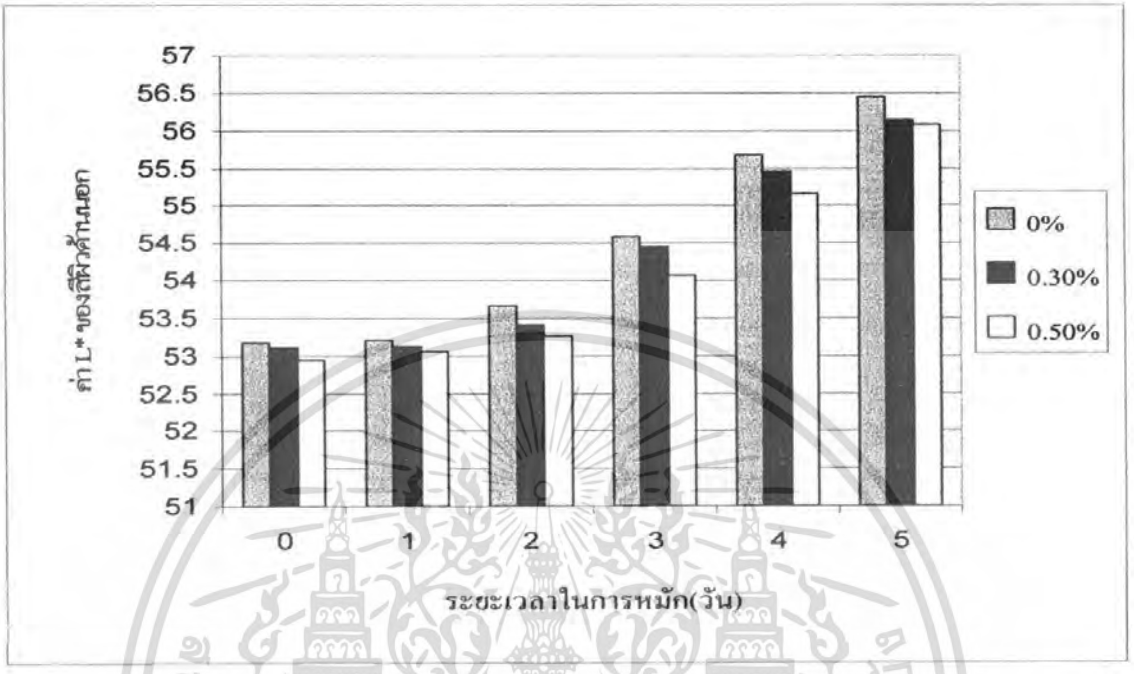
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0 , 0.3 และ 0.5โดย น้ำหนัก

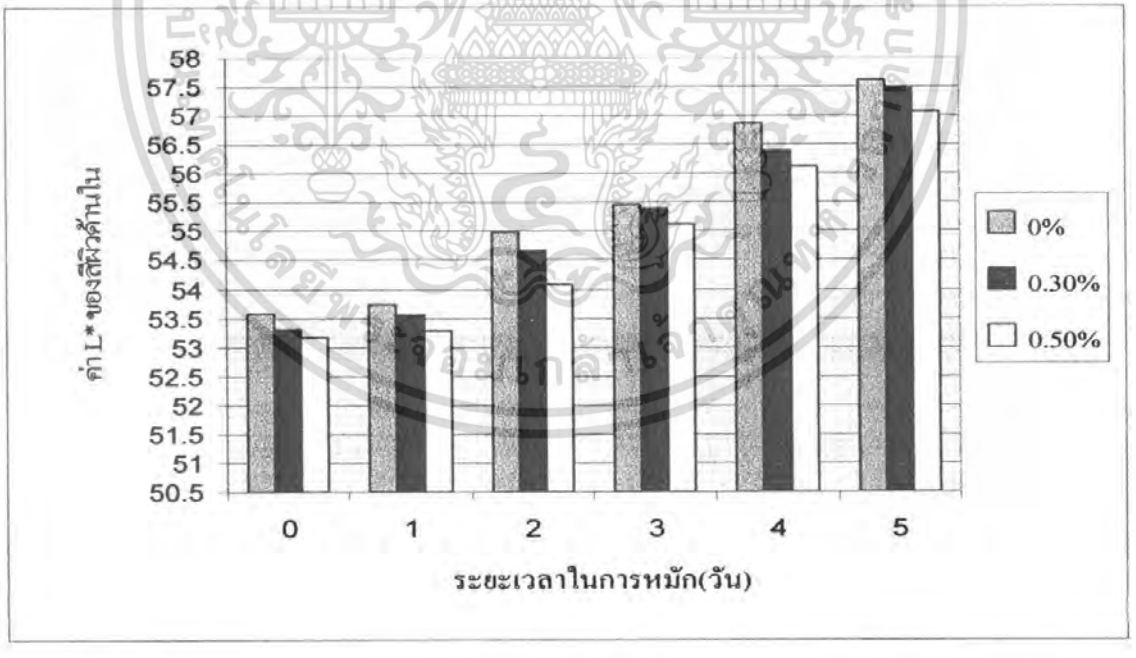
ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนม ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงระดับต่างๆ					
	0 %		0.3 %		0.5 %	
	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน
0	53.18 ± 3.35	53.59±8.56	53.11±3.57	53.31±1.28	52.95±5.39	53.17±5.52
1	53.22 ± 2.97	53.73±4.68	53.13±4.85	53.57±4.26	53.06±5.27	53.28±6.11
2	53.67 ± 4.80	54.98±4.87	53.42±2.57	54.67±3.24	53.26±9.81	54.08±4.32
3	54.58 ± 1.54	55.47±6.54	54.46±6.48	55.39±5.11	54.07±7.22	55.12±3.45
4	55.68 ± 5.43	56.87±3.75	55.45±8.16	56.39±6.02	55.16±6.54	56.11±8.24
5	56.45 ± 2.36	57.61±4.59	56.14±4.56	57.48±4.23	56.07±4.45	57.08±7.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)



ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอก (ก) และด้านใน (ข) ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0 , 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

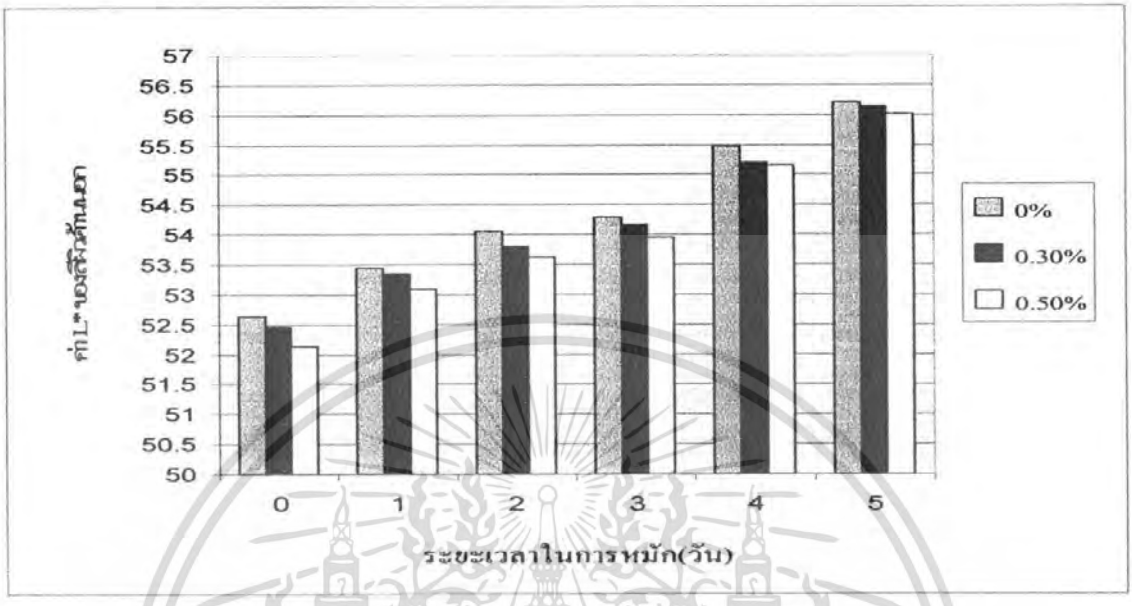
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซดียมไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0 , 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

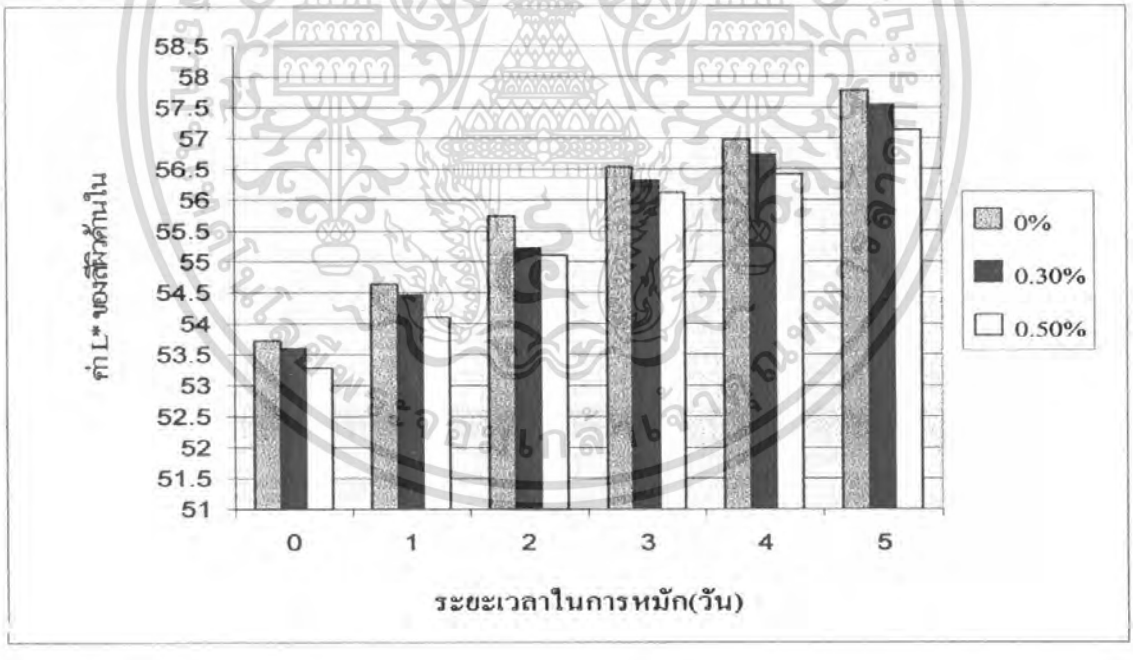
ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนม ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงระดับต่างๆ					
	0 %		0.3 %		0.5 %	
	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน
0	52.63±5.46	53.73±4.54	52.45±4.56	53.60±6.25	52.14±5.39	53.28±5.87
1	53.44±6.42	54.63±3.62	53.36±5.21	54.47±4.20	53.08±6.78	54.11±4.65
2	54.05±4.69	55.74±5.28	53.80±3.11	55.22±6.33	53.63±9.45	55.09±3.99
3	54.29±6.23	56.64±4.55	54.16±5.26	56.31±5.87	53.95±7.54	56.12±5.87
4	55.47±3.98	56.98±6.98	55.21±4.69	56.75±4.91	55.15±4.58	56.43±6.76
5	56.21±7.44	57.79±5.61	56.13±7.24	57.53±5.84	56.02±4.66	57.14±5.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L*) ของผิวด้านนอก (ก) และด้านใน (ข) ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของสีผิวด้านนอกของตัวอย่างแหนมในระหว่างการหมัก พบว่า ในวันที่ 0 ของการหมัก ตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงลงไปที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีค่า L* เท่ากับ 52.95 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า L* ที่ได้จากตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงลงไปที่ระดับความเข้มข้น 0.3 , 0% ตามลำดับ ซึ่งค่า L* ที่ได้จากตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงลงไปที่ระดับความเข้มข้น 0.3% และตัวอย่างควบคุม มีค่าเท่ากับ 53.11 และ 53.18 ตามลำดับ และสำหรับตัวอย่างแหนมควบคุมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm มีค่า L^* ของสีผิวด้านนอก 52.63 และตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0.3 และ 0.5% มีค่า L^* เท่ากับ 52.45 และ 52.14 ตามลำดับ และการเปลี่ยนแปลงค่า L^* ของสีผิวด้านในของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm ตัวอย่างแหนมควบคุม (ไม่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง) วัดค่า L^* ได้ 53.59 และตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงระดับความเข้มข้น 0.3, 0.5% วัดค่า L^* ที่ผิวด้านในได้ 53.31 และ 53.17 ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0 , 0.3 , 0.5% วัดการเปลี่ยนแปลงค่า L^* ได้ 53.73, 53.60 , 53.28 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ค่า L* ก็มีค่าเพิ่มขึ้นด้วยซึ่งค่า L^* เป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของตัว อย่างและตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นมีผลทำให้ค่า L^*ลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากสีของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมีสีแดงเข้มเมื่อใส่ลงในตัวอย่างแหนมปริมาณมากขึ้นจึงทำให้ ค่า L^* หรือค่าความสว่างลดลง

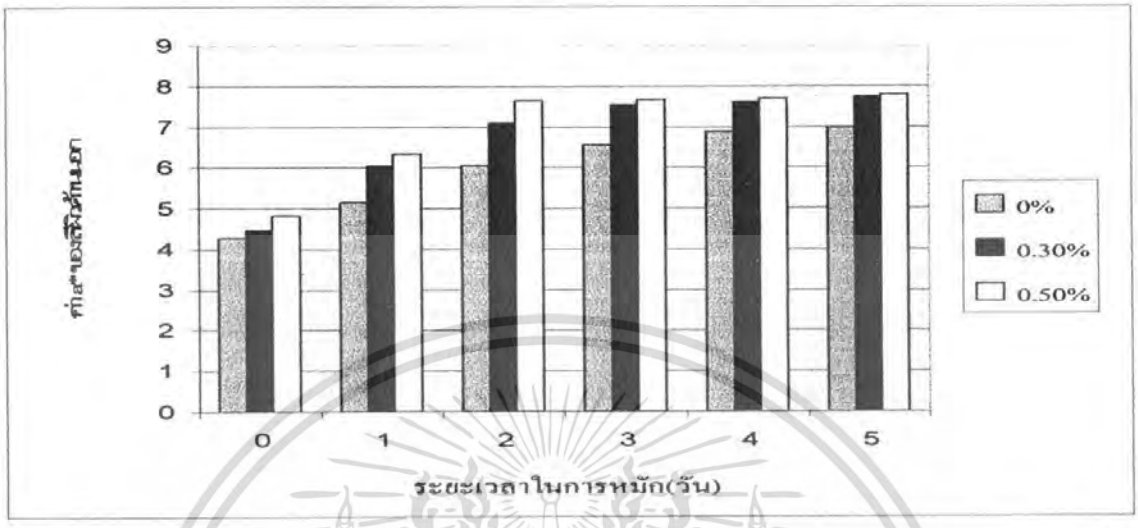
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0 , 0.3 และ 0.5%โดยน้ำหนัก

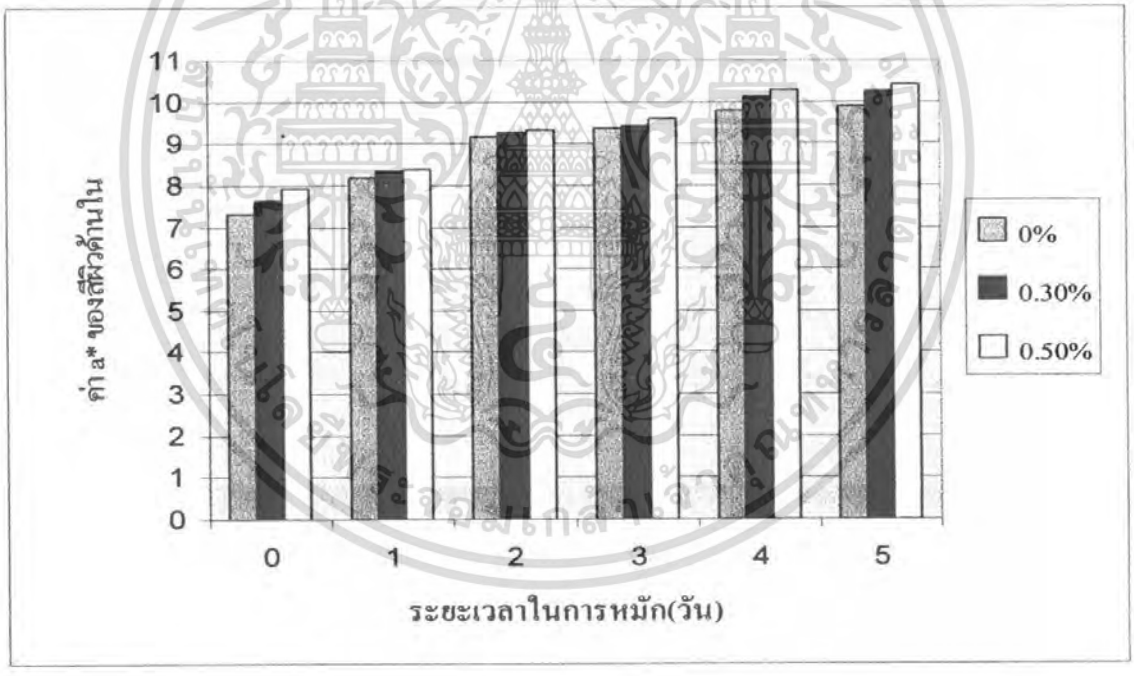
ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนม ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงระดับต่างๆ					
	0 %		0.3 %		0.5 %	
	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน
0	4.27±1.95	8.34±3.54	4.47±1.87	8.53±2.54	4.82±2.14	8.71±2.07
1	5.16±2.25	9.35±3.91	6.06±2.09	9.41±1.88	6.33±1.76	9.67±2.58
2	6.07±1.59	9.75±2.87	7.08±1.70	9.89±2.19	7.65±1.38	10.11±1.73
3	6.56±0.98	10.02±2.10	7.55±3.56	10.14±1.90	7.68±2.11	10.25±1.69
4	6.89±2.69	10.16±1.85	7.62±2.75	10.34±1.67	7.70±1.97	10.41±2.11
5	7.00±1.87	10.52±1.68	7.75±2.24	10.84±2.33	7.80±2.34	11.23±1.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)



ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอก (ก) และด้านใน (ข) ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์ 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

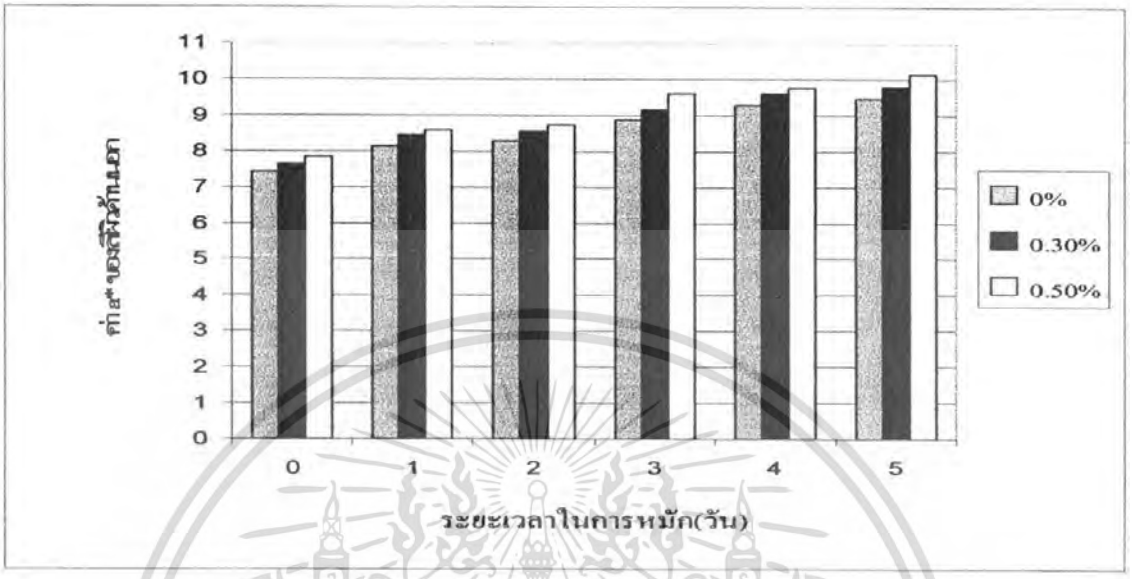
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

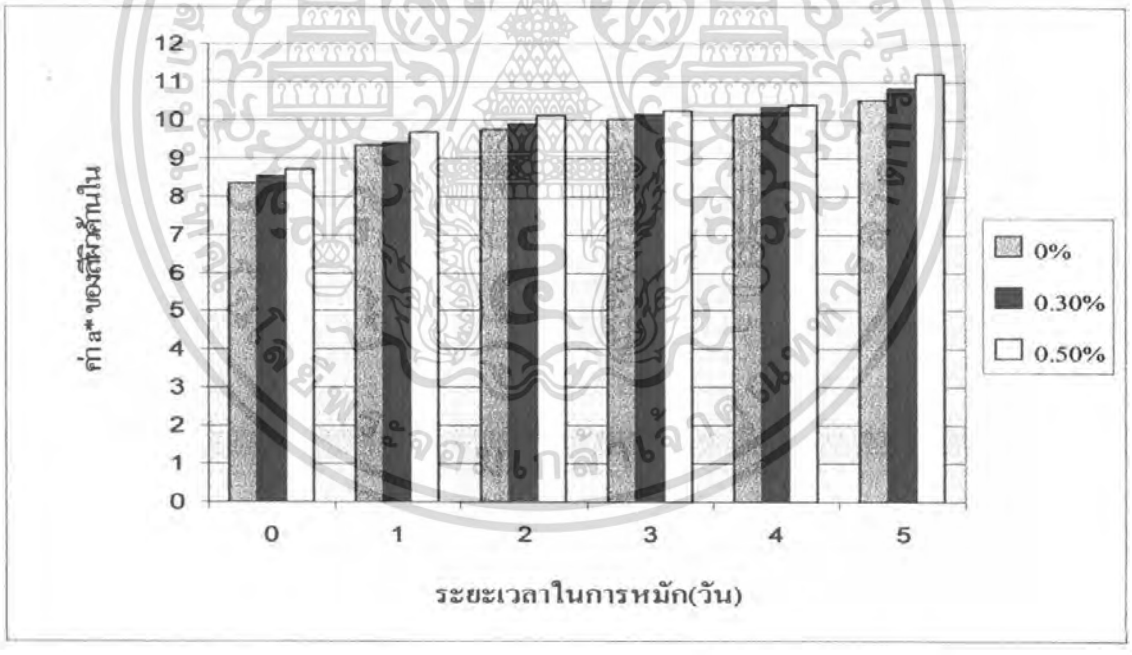
ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนม ที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงระดับต่างๆ					
	0 %		0.3 %		0.5 %	
	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน	ผิวด้านนอก	ผิวด้านใน
0	7.44±2.58	8.34±3.58	7.65±1.87	8.53±2.94	7.84±0.97	8.71±1.96
1	8.13±3.10	9.35±1.97	8.46±1.93	9.41±3.02	8.59±2.97	9.67±2.35
2	8.28±1.15	9.75±2.58	8.56±2.34	9.89±1.96	8.74±1.57	10.11±1.86
3	8.87±2.58	10.02±3.48	9.16±2.50	10.14±1.58	9.61±1.69	10.25±3.11
4	9.29±1.93	10.16±1.98	9.62±1.83	10.34±2.34	9.75±1.97	10.41±2.07
5	9.48±2.25	10.52±3.59	9.78±1.75	10.84±2.01	10.15±2.11	11.23±1.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)



ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (a*) ของผิวด้านนอก (ก) และด้านใน (ข) ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีผิวด้านนอกของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm ในระหว่างการหมักดังผลการทดลองในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5 พบว่า ในวันที่ 0 ของการหมัก ตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้นสูงกว่าจะมีค่า a^* หรือค่าสีแดงมากกว่าตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับต่ำกว่า โดยวัดค่า a^* ของตัวอย่างแหนมที่มีความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0 ,0.3 ,0.5 % ได้การเปลี่ยนแปลงดังนี้ ตัวอย่างควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงค่า a^* เพิ่มขึ้นจาก 4.27 เป็น 7.00 และ ตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0.3 , 0.5% มีการเปลี่ยนแปลงค่า a^* จาก 4.47 เป็น 7.75 และ 4.82 เป็น 7.80 ในวันสุดท้ายของการหมักตามลำดับ สำหรับค่า a^* ของสีผิวด้านในของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ppm ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับสีผิวด้านในโดยมีการเปลี่ยนแปลงค่า a^* เรียงจากระดับความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมากไปหาน้อยได้ดังนี้ เริ่มต้นวัดค่า a^* ได้ 8.34 เป็น 10.52 , 8.53 เป็น 10.84 และ 8.71 เป็น 11.23 ตามลำดับ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงค่า a^* ของตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 300 ppm มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมากขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงค่า a^* ของสีผิวด้านนอกของตัวอย่างแหนมควบคุม เพิ่มขึ้นจาก 8.34 เป็น 10.52 และตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0.3 , 0.5 % มีการเปลี่ยนแปลงของค่า a^* เพิ่มขึ้นจาก 8.53 เป็น 10.84 และ 8.71 เป็น 11.23 ตามลำดับ และการเปลี่ยนแปลงค่า a^* ของสีผิวด้านในของตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0 , 0.3 , 0.5 % เพิ่มขึ้นจาก 8.34 เป็น 10.52 , 8.53 เป็น 10.84 และ 8.71 เป็น 11.23 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของค่า a^* หรือค่าสีแดงของสีผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนมที่เติมไนไตรท์ 100 และ 300 ppm ที่ระดับความเข้มของสารสกัดกระเจี๊ยบต่าง ๆ กันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจาก แอนโธไซยานินที่เป็นรงควัตถุสีแดงและเป็นองค์ประกอบหลักในสารสกัดกระเจี๊ยบแดงจะมีสีแดงเข้มในสภาวะที่เป็นกรด หรือที่พีเอชต่ำ ๆ ดังนั้น ในช่วงแรกของการหมัก ยังไม่เกิดการหมักขึ้น จึงยังไม่มีกรดแลคติคเกิดขึ้น ค่าพีเอชจึงยังไม่เป็นกรด แต่เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น แบคทีเรียในกลุ่มแลคติคเจริญและสร้างกรดแลคติคออกมา จึงส่งผลให้เกิดสภาวะที่เป็นกรด ทำให้ในตัวอย่างแหนมที่มีการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงลงไป มีค่า a* สูงกว่าตัวอย่างแหนมที่ไม่มีการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง และที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงมากขึ้น ค่า a* ที่ได้ก็จะมีค่ามากขึ้นด้วย

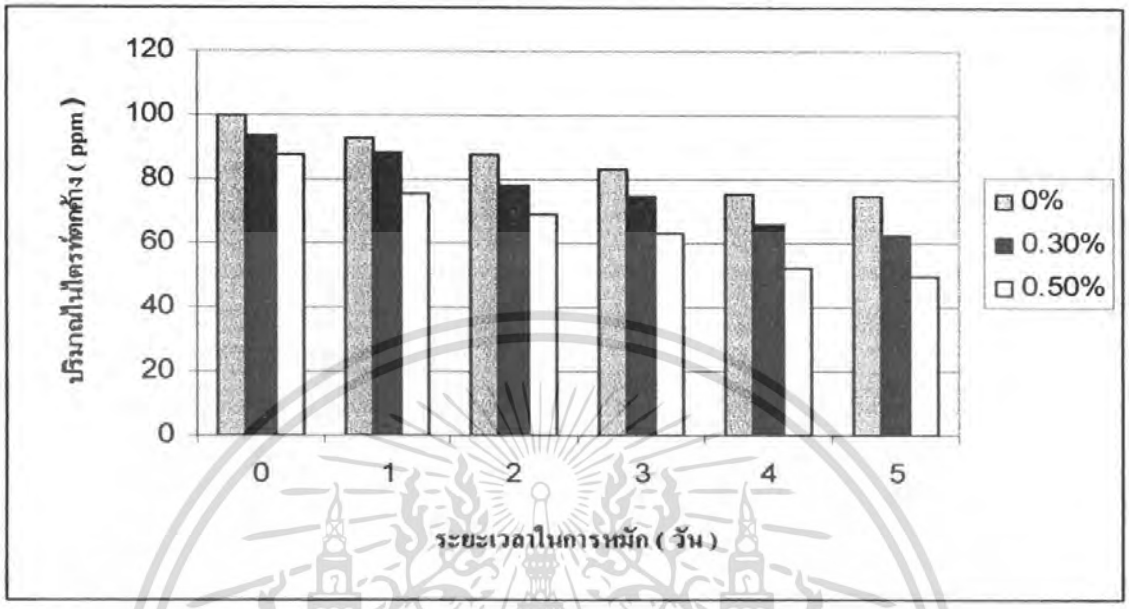
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ในรูปของโซเดียมไนไตรท์ของตัวอย่างแหนมและเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

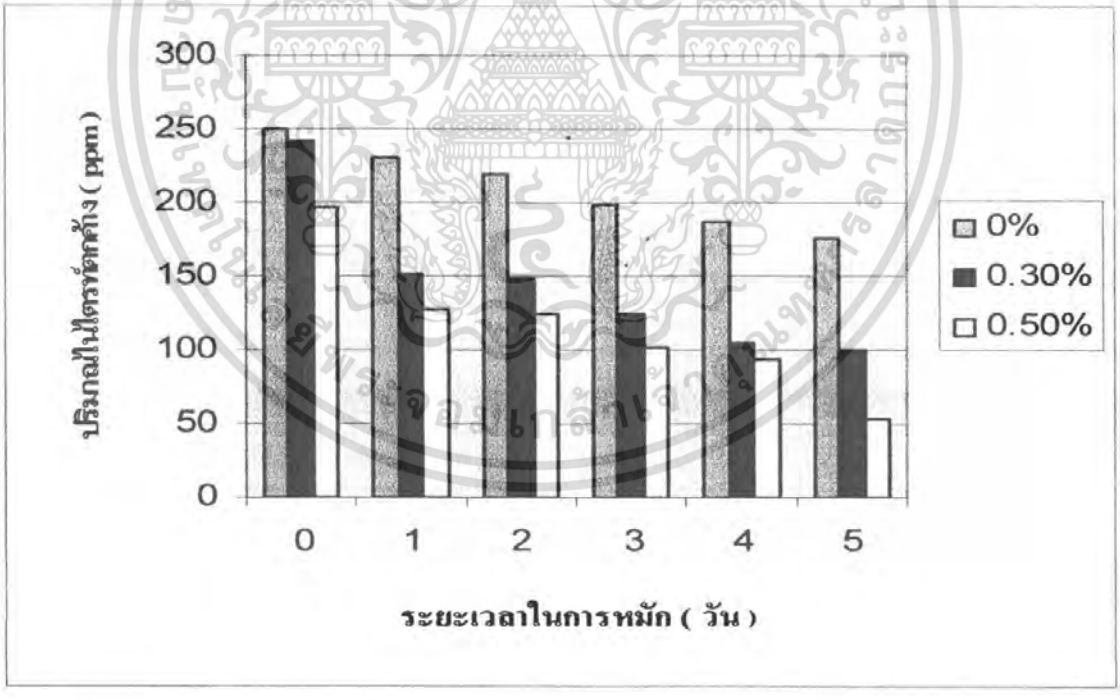
ระยะเวลาในการหมัก (วัน)	ปริมาณไนไตรท์ตกค้าง (ppm) ของตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดเจี๊ยบแดงที่ระดับต่าง ๆ					
	0%		0.3%		0.5%	
	100ppm $NaNO_2$	300ppm $NaNO_2$	100ppm $NaNO_2$	300ppm $NaNO_2$	100ppm $NaNO_2$	300ppm $NaNO_2$
0	99.74±9.67	249.87±15.86	93.23±10.20	242.60±16.57	87.71±8.59	197.35±17.60
1	92.73±8.50	231.32±15.28	88.22±9.64	151.62±18.52	75.68±9.68	127.06±21.09
2	87.71±8.49	219.54±16.34	78.20±8.39	148.12±16.57	68.92±10.28	123.55±18.66
3	83.20±9.25	197.74±14.28	74.68±10.25	124.61±15.60	63.40±9.45	101.50±23.59
4	75.68±9.34	186.71±14.22	65.91±9.68	105.26±16.09	52.13±9.77	93.23±18.55
5	74.68±8.27	175.93±16.54	62.65±8.63	99.75±18.34	49.62±10.08	53.88±10.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)



ภาพที่ 4.7 ปริมาณไนไตรท์ตกค้างในรูปโซเดียมไนไตรท์ที่ระดับโซเดียมไนไตรท์เริ่มต้น 100 ppm (ก) และ 300 ppm (ข) โดยสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.7 (ก) และ (ข) จะเห็นได้ว่าตัวอย่างแหนมทุกตัวอย่างมีปริมาณไนไตรท์ตกค้างลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บหมักนานขึ้นทั้งสองระดับไนไตรท์ที่ศึกษา โดยตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบที่ระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณไนไตรท์ตกค้างลดลงได้มากขึ้น โดยตัวอย่างแหนมควบคุมที่ปริมาณไนไตรท์ 100 ppm ปริมาณไนไตรท์ลดลงจากเริ่มต้น 99.74 ppm เป็น 74.68 ppm ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา คิดเป็นการลดลงของไนไตรท์เท่ากับ 25.08 % สำหรับตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0.3% และ 0.5 % มีปริมาณไนไตรท์ตกค้างลดลงจากเริ่มต้น 93.23 ppm และ 87.71 ppm เหลือ 62.65 ppm และ 49.62 ppm ตามลำดับ โดยการลดลงของไนไตรท์ในตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0.3 % และ 0.5% คิดเป็น 32. 80 % และ 43.42 % ตามลำดับ และสำหรับตัวอย่างแหนมควบคุมที่มีปริมาณไนไตรท์เริ่มต้น 300 ppm ปริมาณไนไตรท์ลดลงจากเริ่มต้น 249.87 ppm เหลือ 175.93 คิดการลดลงของไนไตรท์เท่ากับ 29.59 % สำหรับตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0.3% และ 0.5 % มีปริมาณไนไตรท์ตกค้างลดลงจากเริ่มต้น 242.60 ppm และ 197.35ppm เหลือ 99.75 ppm และ 53.88 ppm ตามลำดับ โดยการลดลงของไนไตรท์ในตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 0.3 % และ 0.5% คิดเป็น 58.88 % และ 72.69% ตามลำดับ จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนมได้ดี โดยประสิทธิภาพการลดปริมาณไนไตรท์ตกค้างจะสูงขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเตรียมแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์เริ่มต้น 100 และ300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3 และ 0.5% โดยน้ำหนัก หมักโดยการบรรจุในถุงพลาสติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 5 วัน และเก็บตัวอย่างแหนมทุกวันของการหมักมาวิเคราะห์หาค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด สี (ค่า a* และL*) ของสีผิวด้านนอกและด้านในของแหนมและปริมาณไนไตรท์ตกค้าง จากการทดลอง พบว่า

1.เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ค่าพีเอชของทุกตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณไนไตรท์เริ่มต้น 100 และ300 ppm ต่างก็มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ตัวอย่างแหนมที่มีการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นจะมีค่าพี-เอชลดลงมากขึ้น

2.การเปลี่ยนแปลงสีผิวด้านนอกและด้านในของตัวอย่างแหนมทุกตัวอย่างที่มีปริมาณไนไตรท์เริ่มต้น 100 และ300 ppm พบว่า มีค่า *L และ *a เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่า L* ตัวอย่างแหนมที่เติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงในระดับความเข้มข้นสูงขึ้น ค่า *L จะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ในขณะที่ค่า *a มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

3.แหนมทุกตัวอย่างที่มีปริมาณไนไตรท์เริ่มต้น 100 และ300 ppm จะมีปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนมลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น โดยปริมาณไนไตรท์จะลดลงมากขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่เติมลงไปมากขึ้น สำหรับตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์เริ่มต้น 100 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับ 0 , 0.3 , 0.5 % โดยน้ำหนัก จะมีปริมาณไนไตรท์ตกค้างลดลงคิดเป็น 25.08 , 32. 80 และ 43.42 % ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างแหนมที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์เริ่มต้น 300 ppm และเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงที่ระดับ 0 , 0.3 , 0.5 % โดยน้ำหนักจะมีปริมาณไนไตรท์ตกค้างลดลง 29.59 , 58.88 และ 72.69% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิตธนาและคณะ .2546. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. กรุงเทพ: โอเดียนสโตร์.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

หมอสมุนไพรพื้นบ้าน. 300 สมุนไพรที่คนไทยควรรู้จัก. กรุงเทพฯ: โปร-เอสเอ็มอี, 2544

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

แหนม . [ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก : http://dnfe5.nfe.go.th/ilp/occupation/45301/45301_2.html

AOAC.2000.Association of Official Analytical Chemists, 17th ed. Washington, D.C.:Association of Official Chemist,Inc.

Kang H.Functional powder from citrus peel. Bioresource technology. 97 : 614 – 620.

Pourazrang H., Moazzami A.A., Bazarr B.S. (2002). Inhibition of mutagenic *N*-nitroso Compound formation in sausage samples by using L- ascorbic and α- tocopherol. Meat science. 62:479-483.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (เปรียบเทียบกับกรดแลคติก)

การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

1.สารเคมี

1.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล

1.2 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน

2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

2.1 ชั่งตัวอย่างแหนม 3.0 กรัม แล้วนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่อง stomacher

2.2 เติมน้ำ(ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์แล้ว) 50 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรอง

2.3 เติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งถึงจุดยุติเกิดสีชมพูอ่อน คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดตามสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด} = \frac{N \times V \times 90.01 \times 100}{1000 \times \text{กรัมของตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล

V = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มัล ที่ใช้ในการไทเทรต

2.4 ตัวอย่างการคำนวณ จากการวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างแหนม สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต เท่ากับ 0.5 มิลลิลิตร โดยใช้ตัวอย่างแหนม 3 กรัม นำไปแทนค่าในสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด} = \frac{N \times V \times 90.01 \times 100}{1000 \times \text{กรัมของตัวอย่าง}}$$

$$= \frac{0.1 \times 0.5 \times 90.01 \times 100}{1000 \times 3}$$

$$= 0.15$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ตกค้างในตัวอย่างแหนม

การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ตกค้างในตัวอย่างแหนมจะใช้วิธีที่รายงานใน AOAC โดยมีวิธีวิเคราะห์ดังนี้

การเตรียมสารเคมี

การเตรียม NED Reagent ชั่งเอ็น-(1-แนฟทิล) เอทิลีนไดเอมีน (N-(1-napthyl) ethylenediamine. 2HCl) 0.2 กรัม ในสารละลายกรดแอซิติก 15% โดยปริมาตรต่อปริมาตร 150 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชา

การเตรียมซัลฟานิลาไมด์รีเอเจนท์ (sulfanilamide Reagent) ชั่งซัลฟานิลาไมด์ 0.5 กรัม ในสารละลายกรดแอซิติก 15% โดยปริมาตรต่อปริมาตร 150 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชา

สารละลายมาตรฐานไนไตรท์ ชั่งโซเดียมไนไตรท์ 1 กรัมละลายในน้ำ 1000 มิลลิลิตรจะได้สารละลายที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายโซเดียมไนไตรท์มา 100มิลลิลิตรเจือจางสารละลายให้มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นจะได้สารละลายที่มีปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และการเตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไนไตรท์ ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (Working solution) ทำได้โดยปิเปตสารละลายโซเดียมไนไตรท์ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มา 10 มิลลิตรจากนั้นเจือจางให้เป็น 1000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร

การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างแหนม 5 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซสเซียส ปริมาตร 40 มิลลิลิตร บดตัวอย่างแหนมให้ละเอียด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำร้อนให้เป็น 500 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร และถ่ายลงบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร นำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซสเซียส โดยคนทุก ๆ 15 นาทีเป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำมาทำให้เย็นโดยใช้น้ำหล่อเย็นข้างบีกเกอร์ จากนั้นกรองผ่านเครื่องกรองสุญญากาศโดยกระดาษกรอง Whatman No. 4 นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ตกค้างต่อไป

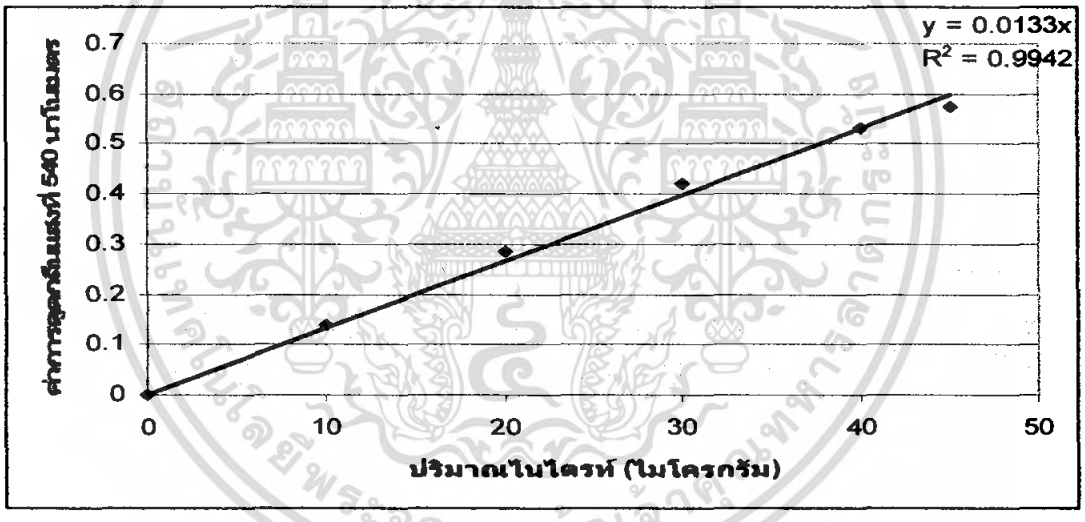
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียม working nitrite (1 μg) จากนั้นปิเปตสารละลาย $NaNO_2$ มา 0 , 10 , 20 , 30 , 40 , 45 มิลลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ (sulfanilamide) ขวดละ 2.5 มิลลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติม NED Reagent ขวดละ 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ในตัวอย่าง

ปิเปตสารละลายตัวอย่างแหนมที่เตรียมได้ 30 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติม NED Reagent 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร



ภาพที่ ข1 กราฟมาตรฐานของโซเดียมไนไตรท์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ตกค้างในแหนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้จากการวิเคราะห์ มาคำนวณโดยใช้สมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐานของโซเดียมไนไตรท์โดยมีตัวอย่างการคำนวณดังนี้

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างแหนมควบคุมที่มีปริมาณไตรท์เริ่มต้น 100 ppmโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 nm ได้ค่าเฉลี่ย 0.398 นำค่าที่ได้มาแทนค่าในสมการ $y = 0.0133x$

จะได้ $0.398 = 0.0133x$

$X = 29.92$ ไมโครกรัม

เนื่องจากปิเปตสารละลายที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างแหนม 30 ml นั่นคือ มีปริมาณไนไตรท์ในรูปโซเดียมไนตรท์ในตัวอย่าง 29.92 ไมโครกรัม

ถ้าสารละลายที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างแหนมทั้งหมด 500 มิลลิลิตร จะมีปริมาณไนไตรท์ตกค้างในรูปโซเดียมไนไตรท์ $\frac{29.92 \times 500}{30} = 498.66$ ไมโครกรัม

โดยที่สารละลายตัวอย่างแหนม 500 มิลลิตรมาจากตัวอย่างแหนม 5 กรัม ดังนั้นปริมาณไนไตรท์ตกค้างในรูปโซเดียมไนไตรท์ $\frac{498.66 \times 1}{5} = 99.73$ ไมโครกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้