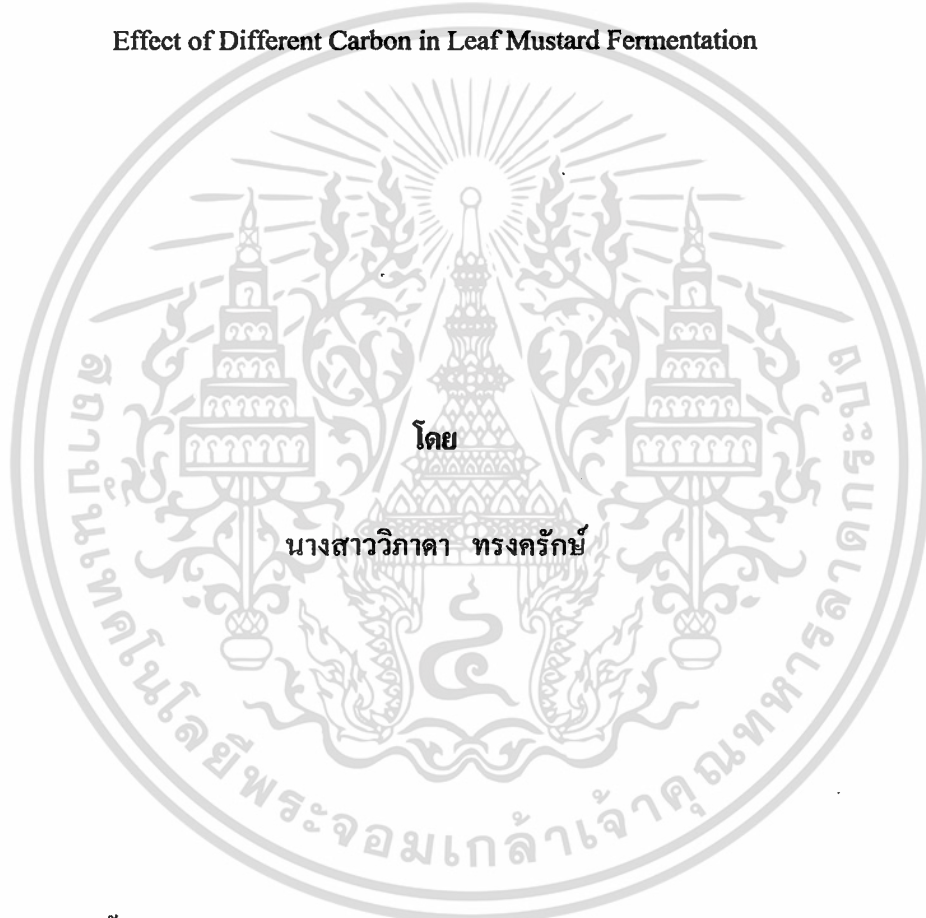


ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของคาร์บอนชนิดต่างๆ ต่อการดองเปรี้ยวผักกาดเขียว

Effect of Different Carbon in Leaf Mustard Fermentation



โดย

นางสาววิภาดา ทรงศรีภักดิ์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ร.พ.

๑ 648๗

๒546

เลขหมู่.....

ปีการศึกษา 2546

เลขทะเบียน..... 51246

วัน,เดือน,ปี- 7 ก.ค. 2547

11/๗๕๕๕๕๕๕๕
b.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2546

ชื่อเรื่อง	ผลของคาร์บอนชนิดต่างๆ ต่อการคองเปรี้ยวผักกาดเขียว Effect of Different Carbon in Leaf Mustard Fermentation
ชื่อ-สกุล	นางสาววิภาดา ทรงศรีภักษ์
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร
คณะ	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของคาร์บอนชนิดต่างๆ ต่อการคองเปรี้ยวผักกาดเขียว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดคาร์บอนต่อการคองเปรี้ยวผักกาดเขียวตามกรรมวิธีในห้องดิน โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพีเอช เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการคองเปรี้ยวผักกาดเขียวที่อายุการหมัก 0-5 วัน ผลการศึกษาพบว่าแหล่งคาร์บอนสำหรับใช้คองผักกาดเขียวต่างชนิดกันมีค่าพีเอชแตกต่างกัน โดยมีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.26 6.19 5.52 และ 5.04 เมื่ออายุการหมัก 5 วัน มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.74 3.52 3.32 และ 3.57 ในการหมักที่ใช้ น้ำเกลือ น้ำซาวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุก ตามลำดับ โดยการเปลี่ยนแปลงของพีเอชระหว่างการหมักที่แหล่งคาร์บอนต่างๆ ลดลงทุกวันยกเว้นค่าพีเอชของน้ำมะพร้าวแก่และข้าวเหนียวต้มสุกไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในวันแรกของการหมักเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.0109 0.0109 0.0145 และ 0.0620 เมื่ออายุการหมัก 5 วัน เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกมีค่าเท่ากับ 0.572 0.642 0.445 และ 0.893 ในการหมักที่ใช้ น้ำเกลือ น้ำซาวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุก ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์บริกซ์มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 5.6 5.0 6.8 และ 8.8 เมื่ออายุการหมัก 5 วัน เปอร์เซ็นต์บริกซ์มีค่าเท่ากับ 5.0 4.8 7.0 และ 6.6 ในการหมักที่ใช้ น้ำเกลือ น้ำซาวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุก ตามลำดับ แสดงว่าการผลิตผักกาดเขียวคองเปรี้ยวที่อายุการหมัก 0-5 วัน การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์บริกซ์ที่อายุการหมัก 0-2 วัน ลดลง แต่น้ำซาวข้าวและข้าวเหนียวต้มสุกไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อสิ้นสุดอายุการหมักเปอร์เซ็นต์บริกซ์โดยรวมลดลงจากเริ่มต้นเพียงเล็กน้อย จากข้อมูลทั้งหมดจะเห็นได้ว่าแหล่งคาร์บอนจากข้าวเหนียวต้มสุกเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวตามกรรมวิธีในท้องถิ่นมากที่สุด เนื่องจากเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเมื่อสิ้นสุดอายุการหมักเกิดขึ้นสูงและในอนาคตสามารถพัฒนาการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวตามกรรมวิธีในท้องถิ่น โดยสามารถแปรรูปผักกาดเขียวดองเปรี้ยวด้านส่วนผสมขึ้นมาใหม่หลากหลายสูตรเพื่อสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค จนกลายเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เช่น โรงงานผลิตผักกาดดองกระป๋อง ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้กับการดองเปรี้ยวผักชนิดอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน นอกจากนี้อาจหันผักกาดเขียวเป็นขึ้นเพื่อความสะดวกในการบรรจุและการแทรกซึมของน้ำดอง น้ำมะพร้าวที่นำมาใช้เป็นแหล่งคาร์บอนควรเป็นน้ำมะพร้าวแก่ สด ใหม่ และไม่เน่าเสีย เพราะมีคุณค่าทางอาหารเหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ไม่ควรใช้น้ำมะพร้าวจากมะพร้าวที่เริ่มงอก เพราะมีปริมาณไขมันสูงจะทำให้เน่าเสียง่าย น้ำดองควรเติมให้ท่วมตัวผักกาดเขียว และควรเพิ่มปริมาณน้ำที่จะทำน้ำดองอีกเล็กน้อย เนื่องจากความร้อนจากการต้มจะทำให้น้ำระเหยออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านและหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะบิดา มารดา ที่ให้ความสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และกำลังใจในระหว่างการทำปัญหาพิเศษ ท่านอาจารย์ ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีตลอดเวลาการทำปัญหาพิเศษ ท่านอาจารย์จันทร์พร เจ้าทรัพย์ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งครูอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตรที่ให้ความสะดวกในด้านต่างๆ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ เหล่านี้เป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้ จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ความสำเร็จครั้งนี้ขอมอบให้กับทุกท่านที่มีส่วนทำให้ปัญหาพิเศษเสร็จลุล่วงได้ด้วยดี

วิภาดา ทรงศรีภักษ์
กุมภาพันธ์ 2547

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความหมายของการหมักดอง.....	4
2.2 แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria –LAB).....	11
2.3 ผักกาดเขียวปลี (Leaf mustard).....	14
2.4 เกลือ.....	18
2.5 มะพร้าว.....	21
2.6 ข้าวเหนียว.....	23
2.7 น้ำซาวข้าว.....	29
2.8 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดในอาหาร.....	30
2.9 การวัด pH ของอาหาร.....	32
2.10 การดูแลรักษาอิเล็กทรอนิกส์.....	34
2.11 ส่วนประกอบของรีแฟรคโตมิเตอร์.....	35
2.12 การตรวจสอบความหวานของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหาร.....	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 อุปกรณ์ วัสดุดิบ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	36
3.2 วิธีการ.....	37
3.3 การวัดพีเอชด้วยเครื่อง pH meter.....	38
3.4 การตรวจสอบความหวานในผักกาดดองเปรี้ยว.....	38
3.5 สถานที่ทำการวิจัย.....	41
3.6 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	41
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	42
4.1 ผลการวิจัย.....	42
4.2. วิจารณ์ผล.....	44
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	47
5.1 สรุปผล.....	46
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	48
บรรณานุกรม.....	49
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.....	52
ภาคผนวก ข.....	55
ภาคผนวก ค.....	57

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของผักกาดเขียวและผักกาดเขียวปลี.....	17
2 แสดงคุณค่าทางอาหารของผักกาดเขียวปลี	18
3 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการปลูกผักกาดเขียวปลี.....	18
4 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าว.....	23
5 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส.....	25
6 การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก.....	26
7 การแบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุก.....	26
8 แสดงค่าความคงตัวของแป้งสุก.....	28
9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสลายเมล็ดในต่างกับอุณหภูมิแป้งสุก.....	29
10 ผลของคาร์บอนที่เกิดขึ้นระหว่างการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวที่อายุการหมัก 0-5 วัน.	43
11 ผลข้อมูลเบื้องต้นของคาร์บอนที่เกิดขึ้นระหว่างการดองเปรี้ยวผักกาดเขียว.....	57

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขั้นตอนการดองผักกาดเขียว.....	6
2 วิธีทางเคมีของการหมักแบบ โฮโมเฟอร์เมนเททีฟและเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ.....	13
3 โครงสร้างของเมล็ดข้าว.....	24
4 ส่วนประกอบของรีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer).....	35
5 ขั้นตอนการตรวจสอบความหวานของน้ำตาล.....	35
6 ขั้นตอนการตรวจสอบความหวาน.....	38
7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเป็นกรดในอาหาร.....	39
8 ขั้นตอนการดองเปรี้ยวผักกาดเขียว.....	40
9 การเปลี่ยนแปลงของพีเอช ที่อายุการหมัก 0-5 วัน.....	45
10 การเปลี่ยนแปลงของพีเอชและเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ที่อายุการหมัก 0-5 วัน.....	46
11 การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0-5 วัน.....	46
12 การบรรจุ.....	53
13 อายุการหมักที่เริ่มต้น (0 วัน).....	53
14 อายุการหมักที่ 3 วัน.....	54
15 อายุการหมักที่ 5 วัน.....	54
16 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเป็นกรดในน้ำดองเปรี้ยวผักกาดเขียว.....	56

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีประชากรที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก โดยมีการปลูกพืช เลี้ยงสัตว์ และทำการประมง ซึ่งการปลูกพืชได้แก่ พืชไร่ พืชสวน พืชผัก และไม้ดอก ไม้ประดับ พืชผัก เป็นการปลูกเพื่อการบริโภคและเพื่อการค้า เช่น ผักกาดเขียว (leaf mustard) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica juncea* var. *rugosa* อยู่ในตระกูลครุซิเฟอรา (Cruciferae) เป็นประเภทผักอายุปีเดียว (annual) มีถิ่นกำเนิดที่เขตร้อนในแถบเอเชียสามารถปลูกได้ตลอดปี แต่ปลูกได้ผลดีที่สุดช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม ผักกาดเขียวมีลักษณะและรูปร่างต้นหลายแบบขึ้นอยู่กับพันธุ์ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 พวกใหญ่ ๆ คือ 1) พวกเข้าปลี ได้แก่ พันธุ์ปลีกลม (swatow mustard) ให้น้ำหนักผลผลิตต่อไร่สูง มักเกิดอาการปลีแตก ชะลอการเก็บเกี่ยวได้ไม่นาน และพันธุ์ปลีแหลม (wrapped heart mustard) ให้น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าแต่ไม่ค่อยเกิดอาการปลีแตก ชะลอการเก็บเกี่ยวได้นานขึ้น 2) พวกลำต้นพองหนา (big stem mustard) ส่วนของลำต้นจะพองหนาขึ้นก่อนการออกดอก นิยมนำมาปอกและใช้ดองเค็ม 3) พวกไม้เข้าปลี (bamboo mustard) มักมีรสขมน้อยกว่าพันธุ์เข้าปลี จึงสามารถใช้เป็นผักสดปรุงอาหารได้โดยตรง (เมืองทอง ทวนทวี และ สุรรัตน์ ปีญญาโตนะ ทวนทวี, 2532 : 255) และเป็นพันธุ์ที่นิยมนำมาทำการดองเปรี้ยวด้วยวิธีง่าย ๆ ตามกรรมวิธีในท้องถิ่น

การหมักดองตามความหมายในด้านการถนอมอาหารเป็นกรรมวิธีที่ให้จุลินทรีย์เจริญในอาหารและทำหน้าที่ย่อยสลายสารอาหารที่มีสูตร โครงสร้างค่อนข้างซับซ้อน โดยเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีได้เป็นสารใหม่ที่มีสูตร โครงสร้างง่ายขึ้นอาหารนั้นจะมีสี กลิ่นรสแตกต่างไปจากเดิม การเปลี่ยนแปลงนี้จะเร็วหรือช้าและได้ผลตามต้องการหรือไม่ขึ้นอยู่กับการปรับสภาวะอาหารให้เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการ การหมักดองอาหารแบ่งตามผลที่เกิดขึ้นเป็นหลักได้ 3 ประเภท คือ 1) การหมักดองที่ทำให้เกิดแอลกอฮอล์ (alcoholic fermentation) 2) การหมักดองที่ทำให้เกิดกรดอะซิติก (acetic acid fermentation) และ 3) การหมักดองที่ทำให้เกิดกรดแลคติก (lactic acid fermentation) การหมักดองโดยการทำให้เกิดกรดแลคติกคือ การหมักเปรี้ยวพวกเนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้โดยทั่วไปนั่นเองหลักการในการหมักดองประเภทนี้ก็คือการสร้างสภาวะวัตถุดิบให้เหมาะสมกับการเจริญของแลคติกแบคทีเรียซึ่งเป็นพวกอะนาโรบิก แบคทีเรียเหล่านี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนน้ำตาลชั้นเดียวให้เป็นกรดแลคติกโดยอาศัยเชื้อแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดแลคติกภายใต้สภาวะไม่มีออกซิเจน ทำให้อาหารนั้นมีรสเปรี้ยว (ศิริลักษณ์ สนิทวาลย์, 2525 : 34) นอกจากนี้การหมักคองยังหมายถึงการใช้น้ำตาลองเทให้ท่วมอาหารไว้หลายวัน น้ำคองเป็นส่วนผสมของเครื่องปรุงรสหลายอย่างเช่น น้ำตาล เกลือ น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว อาหารจะมีรสชาติตามเครื่องปรุงนั้น ๆ ตัวอย่าง เช่น จิงคอง 3 รส หรือการคองอาจใช้น้ำเกลืออย่างเคียว เช่น ไข่เค็ม ผลไม้บางชนิดที่มีรสเปรี้ยวมาก และมีรสฝาดหรือขมด้วย อาจนำมาคองน้ำเกลือก่อนเพื่อลดความเปรี้ยว ฝาด ขม (อรรธรรม เกษสุขเจริญ, 2543 : 39) หรืออาจเติมกรดลงไป โดยไม่ต้องรอให้เกิดการหมัก การคองใช้ได้ทั้งกับอาหารประเภทผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ปีก และสัตว์น้ำ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงการคองเปรี้ยวผักกาดเขียว โดยใช้แหล่งคาร์บอนชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำข้าวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุก ซึ่งจุลินทรีย์จะเจริญในอาหารและทำหน้าที่ย่อยสลายสารอาหารเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีขึ้น โดยคาร์บอนแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในสภาวะการหมักที่แตกต่างกันจึงต้องมีการควบคุมสภาวะการหมักดังกล่าวได้แก่ 1) ความเข้มข้นของเกลือ 2) อากาศ และ 3) อุณหภูมิ เมื่อสภาวะทุกอย่างเหมาะสมแลคติกแบคทีเรียก็จะเจริญและผลิตกรดแลคติกในปริมาณที่มากพอ จนทำให้ผักมีสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของอาหารเปลี่ยนแปลงอยู่ในสภาพอาหารหมักคอง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดคาร์บอนต่อการคองเปรี้ยวผักกาดเขียวตามกรรมวิธีในท้องถิ่น
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพีเอช (pH) เเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และเปอร์เซ็นต์บริกซ์

ในระหว่างการคองเปรี้ยวผักกาดเขียว

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ศึกษาการคองเปรี้ยวผักกาดเขียวโดยใช้น้ำเกลือ น้ำข้าวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุกเป็นแหล่งคาร์บอน
2. ตรวจวัดค่าพีเอช เเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก และเปอร์เซ็นต์บริกซ์ในระหว่างการคองเปรี้ยวผักกาดเขียวที่อายุการหมัก 0 1 2 3 4 และ 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงชนิดของคาร์บอนที่มีความเหมาะสมสำหรับการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวตามกรรมวิธีในท้องถิ่น การเปลี่ยนแปลงของพีเอช เฟอร์ริเจนต์กรดแลคติกและเฟอร์ริเจนต์บริกซ์ในระหว่างการดองเปรี้ยวผักกาดเขียว

2. ได้ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเป็นแนวทางไปใช้ในอนาคตในการพัฒนาการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวตามกรรมวิธีในท้องถิ่นตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้กับการดองเปรี้ยวผักชนิดอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการหมักดอง

การหมักดอง

เป็นการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารเช่นคาร์โบไฮเดรต เป็นสารอื่นที่ช่วยในการถนอมเก็บรักษา อาหาร เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ กรดอะซิติก กรดแลคติก และทำให้อาหารมีกลิ่นรส และลักษณะเปลี่ยนไปจากเดิมด้วย การหมักดองเกิดจากการใช้เชื้อจุลินทรีย์หรือเอ็นไซม์ เป็นปัจจัยในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของจุลินทรีย์ วัตถุประสงค์ และผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์หมักดองได้แก่ ไวน์ เบียร์ น้ำส้มสายชู นมเปรี้ยว โยเกิร์ต แหนม ผักดองเปรี้ยว เต้าเจี้ยว ซีอิ้ว บูด น้ำปลา ปลาร้า ปลาเจ่า เป็นต้น

การดอง (pickling)

หมายถึง การถนอมอาหารในน้ำเกลือและอาจจะมีน้ำส้มเล็กน้อย โดยอาจเติมเครื่องเทศ น้ำตาล หรือน้ำมันด้วยก็ได้ ผลิตภัณฑ์ที่ดองในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำ ได้แก่ แดงกวาดอง กระเทียมดอง และขิงดอง หรืออาจดองโดยไม่ต้องอาศัยเชื้อจุลินทรีย์เลย เช่น ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว หรือที่มีความเป็นกรดสูงและใช้น้ำเกลือที่เค็มจัด หรือมีความเข้มข้นสูง เช่น มะม่วงดอง ไข่เค็ม เป็นต้น นอกจากนั้นการดองยังเป็นการถนอมอาหาร โดยการแช่หรือหมักชิ้นอาหารในเกลือ น้ำเกลือ หรือน้ำส้มสายชูซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ช่วยเก็บอาหารไว้ได้นาน และมีรสชาติแปลกใหม่ขึ้น

2.1.1 ประเภทของการหมักดอง

การถนอมอาหาร โดยการหมักดองแตกต่างจากการถนอมอาหารวิธีอื่น ตรงที่การถนอมอาหารวิธีอื่นนั้น มีการพยายามทำลาย หรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่การหมักดองจะสร้างสภาวะของอาหารให้เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการ เพื่อให้เกิดการหมัก โดยให้จุลินทรีย์ชนิดนั้นเจริญแพร่พันธุ์ได้ดี ซึ่งจะทำให้ปฏิกิริยาการหมักเกิดได้ดีขึ้น อาหารหมักดองนั้นจึงจะได้ที่ตามเวลาที่ต้องการ ประเภทของการหมักดองมีหลายอย่างด้วยกัน เช่น การหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เกิดแอลกอฮอล์ (Alcoholic fermentation) การหมักให้เกิดกรดอะซิติก (Acetic acid fermentation) การหมักให้เกิดกรดแลคติก (Lactic acid fermentation) และการหมักให้เกิดสารอื่น ๆ

2.1.2 การคองแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1. การคองเปรี้ยวโดยการแช่อาหารในสารละลายที่เป็นกรด ทำได้ 2 วิธี คือ

1.1 การใช้น้ำเกลือ โดยใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 5-8 เปอร์เซ็นต์ (เกลือ 5 กรัม น้ำ 95 กรัม) หมักอาหารไว้ประมาณ 3-5 วันจะเกิดกรดแลคติก ซึ่งมีรสเปรี้ยวและป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายได้

1.2 การใช้น้ำส้มสายชู โดยการแช่อาหารในน้ำส้มสายชู หรือปรุงรสด้วยน้ำส้มสายชู น้ำตาล เกลือ และเครื่องเทศ เพื่อให้รสชาติกลมกล่อม มีรสเปรี้ยว เค็ม หวานและมีกลิ่นหอมน่ารับประทานยิ่งขึ้น

ขั้นตอนการคองเปรี้ยวประกอบด้วย

ผัก ผลไม้ ปอกเปลือก ล้างให้สะอาด หั่น ดัด หรือแต่งเป็นชิ้นตามต้องการ สำหรับเนื้อสัตว์ และไข่ เช็ดหรือล้างให้สะอาด การเตรียมส่วนผสม ทำได้หลายวิธีดังนี้

1. ผสมเกลือกับน้ำเข้าด้วยกัน ต้มให้เดือด กรองแล้วพักไว้ให้เย็น หรือผสมน้ำส้มสายชูกับน้ำเข้าด้วยกันต้มให้เดือด กรองแล้วพักไว้ให้เย็น หรือผสมน้ำส้มสายชู น้ำตาล เกลือ น้ำ เครื่องเทศ เข้าด้วยกัน ต้มให้เดือด กรองแล้วพักไว้ให้เย็น

2. บรรจุอาหารในภาชนะที่แห้ง สะอาด และต้มฆ่าเชื้อแล้ว เทส่วนผสมให้ท่วมอาหาร ถ้าชิ้นอาหารลอย ให้ใช้ถุงพลาสติกบรรจุน้ำรัดปากถุงให้แน่นแล้ววางทับชิ้นอาหารให้จมในส่วนผสม ปิดฝาให้สนิท

3. ในกรณีที่นำผักที่มีน้ำมาก ๆ มาคองเปรี้ยวเช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดขาว หัวผักกาด ฯลฯ ทำได้โดยการใช้น้ำเกลือคลุกเคล้ากับผักให้ทั่ว เกลือจะช่วยดูดน้ำออกจากผัก น้ำจะผสมกับเกลือเป็นน้ำเกลือ ซึ่งน้ำเกลือจะมีความเข้มข้นประมาณ 5-8 เปอร์เซ็นต์ บรรจุผักในภาชนะให้แน่น 3-5 วัน จะเกิดกรดแลคติก ทำให้ผักมีรสเปรี้ยว เช่น กะหล่ำปลีคองเปรี้ยว เป็นต้น

2. การคองเค็ม โดยการแช่อาหารในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 20-25 เปอร์เซ็นต์ (เกลือ 20 กรัม น้ำ 80 กรัม) หรือการหมักอาหารกับเกลือ เช่น การทำน้ำปลา ซึ่งวิธีการคองเค็มจะเก็บรักษาอาหารได้นานกว่าการคองเปรี้ยว

ผักผลไม้ / เนื้อสัตว์ ไข่
 ปอกเปลือก ล้าง หั่น / เช็ดหรือล้าง

↓
 เตรียมส่วนผสมน้ำดอง

↓
 บรรจุ

↓
 เติมน้ำดอง

↓
 ปิดฝาให้สนิท

↓
 เก็บที่อุณหภูมิห้อง 5 วัน

↓
 ผักกาดเขียวดอง

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดองผักกาดเขียว

ขั้นตอนการดองเปรี้ยวประกอบด้วย

1. ผัก ผลไม้ ปอกเปลือก ล้างให้สะอาด หั่น ตัด หรือแต่งเป็นชิ้นตามต้องการ
2. เนื้อสัตว์ และ ไข่ เช็ดหรือล้างให้สะอาด
3. ผักชนิดที่มีน้ำมาก เช่น กะหล่ำปลี ผักกาดเขียวปลี กระบี่ หัวผักกาด เป็นต้น ควรนำไป

ผึ่งแดดประมาณ 1 วัน เพื่อลดปริมาณน้ำในผัก ทำให้ผักนุ่ม และ ไม่หักง่ายเมื่อคลุกเคล้ากับส่วนผสม

การเตรียมส่วนผสมทำได้หลายวิธีดังนี้

1. โดยการผสมเกลือกับน้ำ ต้มให้เดือด กรองแล้วพักไว้ให้เย็น ให้น้ำเกลือมีความเข้มข้นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ แช่อาหารในน้ำเกลือ 10-15 วัน รับประทานได้ เช่น การทำไข่เค็ม เป็นต้น
2. โดยการโรยเกลือสลับกับอาหารเป็นชั้นบาง ๆ เริ่มด้วยการ โรยเกลือบาง ๆ ใส่ภาชนะ แล้วสลับกับอาหารจนเต็มภาชนะ ชั้นบนสุดของอาหารให้โรยเกลือทับอีกครั้ง ปิดฝาให้สนิท เกลือจะช่วยดูดซึมน้ำออกจากอาหาร น้ำจะผสมกับเกลือเป็นน้ำเกลือท่วมอาหาร เช่น การทำน้ำปลา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ประโยชน์ของการหมักดอง

อรวรรณ เกษสุขเจริญ (2543 : 39) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการหมักดองดังนี้

1. ลดการเน่าเสียของอาหาร โดยเมื่อนำผลิตผลมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักดองจะสามารถเก็บไว้ได้นาน เช่น ผัก ผลไม้ดอง เก็บที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่าเมื่อเทียบกับผลไม้สด ไข่ ไข่เค็ม เก็บไว้ได้นานกว่ามากเมื่อเทียบกับน้ำผลไม้ แหนมเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นได้นานกว่าเนื้อหมูสด เป็นต้น

2. ทำให้ได้อาหารที่มีลักษณะสี กลิ่น รส แตกต่างไปจากเดิม และส่วนใหญ่จะเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค โดยเฉพาะกลิ่น รส ของอาหารหมักดอง เช่น ผักกาดดอง นมเปรี้ยว เป็นต้น

3. อาหารหมักดองบางอย่างจะมีคุณค่าอาหารสูงขึ้น ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะสร้างสารวิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และพวกเชื้อราจะผลิตเอนไซม์เซลลูเลสย่อยพวกกากที่เป็นเซลลูโลส ซึ่งร่างกายคนไม่สามารถย่อยได้ มีผลให้สารอาหารพวกโปรตีนคาร์โบไฮเดรต หรือสารอื่นที่อยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลลูโลสถูกสกัดออกมา ทำให้ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

4. ช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยในอาหารบางชนิด โดยเฉพาะการหมักดองที่ทำให้เกิดกรด จะทำให้พีเอชของอาหารลดต่ำลง ถ้าเป็นอาหารที่มีพีเอชน้อยกว่า 4.5 จะเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อคลอสตริเดียมบอ툴ินัม ดังนั้นอาหารหมักเหล่านี้จึงปลอดภัยจากสารพิษบอ툴ินัม ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้ได้แก่ แหนม ปลาต้ม เป็นต้น

2.1.4 ปัจจัยสำคัญในการหมักดอง

1. ความเป็นกรดค่า

อาหารแต่ละชนิดมีระดับความเป็นกรดค่าแตกต่างกัน เช่น ผลไม้มีพีเอช 2.9-4.5 ผักมีพีเอช 4.0-6.5 น้านมเท่ากับ 6.4 เนื้อเท่ากับ 7.2 ในการหมักดองอาหารแต่ละชนิดพีเอช ควรจะเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย

2. อุณหภูมิ

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้หมักดองมีความเหมาะสมของระดับอุณหภูมิในการเจริญที่แตกต่างกัน เช่น การหมักไข่ ต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส การหมักไข่แดงต้องการอุณหภูมิต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 37.8 องศาเซลเซียส ยีสต์จะเจริญช้าและ การเกิดแอลกอฮอล์จะลดน้อยลง

3. ปริมาณออกซิเจน

จุลินทรีย์ต่างชนิดมีความต้องการของออกซิเจนสำหรับการเจริญแตกต่างกัน เช่น *Saccharomyces cerevisiae* ที่ใช้ในการหมักไวน์จะต้องอยู่ในสภาพปลอดออกซิเจน แต่การหมักน้ำส้มสายชูด้วยเชื้อ *Acetobacter* จะต้องมีการให้อากาศเพราะต้องการออกซิเจน

4. ปริมาณของเกลือ

โดยทั่วไปเกลือจะยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ถ้ามีปริมาณสูงถึง 26.5 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์หลายชนิด เช่น เชื้อแบคทีเรียแลคติก เชื้อรา และยีสต์บางชนิดสามารถที่จะเจริญได้ดีในสภาพที่มีเกลือ การใส่เกลือช่วยกำหนดชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการให้เจริญ และป้องกันเชื้ออื่นที่มีอยู่ทั่วไปไม่ให้มาปะปน เช่น การทำแฉกกวาดอง การทำกะหล่ำปลีดองนิยมใช้เกลือ 2.5 เปอร์เซ็นต์

5. จุลินทรีย์ (starter)

ควรมีปริมาณเพียงพอที่จะใช้สำหรับการหมักดอง เช่น การทำไวน์ควรเตรียมสำเชื้อยีสต์ประมาณ 1-5 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำผลไม้

6. สารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต ได้แก่ กรดอะมิโน ซึ่งควรจะมีปริมาณที่เหมาะสม

2.1.5 ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ดอง

อาหารหมักจากผักและผลไม้เป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วโลกจนเป็นอาหารประจำถิ่นที่มีความหลากหลาย เช่น กะหล่ำปลีดอง (sauerkraut) ของเยอรมัน กิมจิ (kimchi) ของเกาหลี ผักดองกระเทียมดองของไทย ถั่วเน่าของชาวภาคเหนือ เป็นต้น

จุลินทรีย์ที่เป็นตัวการหมัก คือ แบคทีเรียแลคติกที่มีอยู่ในผักและผลไม้ การเติมเกลือทำให้แบคทีเรียอื่นๆ หลายชนิดที่ทำให้ผัก-ผลไม้เน่าเสียไม่สามารถเจริญได้ และการจำกัดอากาศเป็นการกระตุ้นให้แบคทีเรียเจริญ ส่วนแบคทีเรียที่ต้องการอากาศเจริญได้ไม่ดี การหมักแลคติกจึงเกิดขึ้นส่วนจะเกิดกรดแลคติก กรดอินทรีย์อื่นๆ และสารให้กลิ่นรสอย่างอื่นเล็กน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสปีชีส์และสายพันธุ์ของแบคทีเรียแลคติก ตลอดจนการควบคุมสิ่งแวดล้อม

กะหล่ำปลีดอง แม้จะไม่ใช่อาหารของไทย แต่เนื่องจากมีผลการศึกษาก็มีการติดตามแบคทีเรียในอาหารชนิดนี้ตั้งแต่เริ่มต้นจนเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จค่อนข้างสูง จึงใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาจุลินทรีย์ในอาหารหมัก ซึ่งผลิตจากกะหล่ำปลี หลังลอกกาบนอกของหัวกะหล่ำปลี ตัดแต่งเอาส่วนที่เสียหายหรือดำหนิออกแล้ว นำมาหั่นซอยเป็นเส้นจากนั้นนำไปคลุกเกลือป่นที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2-3 โดยน้ำหนัก ถ้าใช้เกลือน้อยกว่าร้อยละ 2 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่กรอบ แต่ถ้าใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลือเกินกว่าร้อยละ 3 แล้วจะมีผลให้กิจกรรมของแบคทีเรียแลคติกเกิดขึ้นช้า การหมักจึงเกิดได้ช้า หรือได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีกลิ่นรสตามที่ต้องการ

การหมักแบบพื้นบ้านนิยมหมักกะหล่ำปลีดองในถังไม้ แต่ในปัจจุบันใช้ถังคอนกรีตที่บุด้วยโพลีเมอร์สังเคราะห์ เพื่อป้องกันมิให้เกิดปฏิกิริยากับน้ำเกลือที่เป็นกรด ใช้แผ่นพลาสติกปิดผิวหน้ากะหล่ำปลีหมักให้แน่น แล้วเติมน้ำเกลือให้ท่วมกะหล่ำปลีเพื่อไล่อากาศออก

ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม แม้ว่าจะมีกล้าเชื้อหมักกะหล่ำปลีดองขายเป็นการค้า แต่ได้รับความนิยมน้อยกว่าการหมักแบบดั้งเดิมที่เป็นวิถีธรรมชาติ ส่วนกล้าเชื่อนิยมใช้กับอาหารหมักอย่างอื่นมากกว่า การหมักตามธรรมชาติ แม้ว่าในตอนเริ่มต้นจะมีแบคทีเรียแลคติกอยู่เพียงร้อยละ 1 ของจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่แบคทีเรียที่ไม่ให้กรดแลคติกหลายชนิดก็ไม่สามารถเจริญได้ หลังจากการหมักดำเนินไปได้ประมาณ 2 วัน จะมีแบคทีเรียแลคติกประมาณร้อยละ 90 ของจุลินทรีย์ทั้งหมด ระหว่างนี้แบคทีเรียจะสร้างกรดขึ้นมากพอที่จะทำให้พีเอชลดลงมาอยู่ต่ำกว่า 4 ซึ่งจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ กลิ่น รสของกะหล่ำปลีดองขึ้นอยู่กับควบคุมแบคทีเรียแลคติก สปีชีส์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

ในระยะเริ่มต้นของการหมัก *Leuconostoc mesenteroides* ซึ่งเป็นแบคทีเรียกรดแลคติกที่ให้กรดต่ำและทนเกลือจะเจริญได้เร็ว การที่เป็นแบคทีเรียกรดแลคติกประเภทเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟที่ผลิตแก๊สคาร์บอน ไดออกไซด์ออกมาด้วย แก๊สคาร์บอน ไดออกไซด์จะเข้าไปแทนที่อากาศและทำให้เกิดภาวะไร้อากาศขึ้นในถังหมัก จึงมีผลช่วยป้องกันการออกซิเดชันของวิตามินซีที่จะทำให้สีของกะหล่ำปลีดองซีด เหตุที่มีน้ำตาลฟรุกโทสทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน จึงทำให้เกิดกรดน้ำส้มจากอะเซทิล โคเอ (acetyl-CoA) ซึ่งจะมีผลทำให้กะหล่ำปลีดองมีกลิ่นรสดี การรีดิวซ์น้ำตาลฟรุกโทสนำไปสู่การเกิดแมนนิทอลสะสมในขณะที่พีเอชลดลง สืบเนื่องจากการเกิดกรดในอาหารที่มีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์อ่อนๆ ในสภาวะเช่นนี้ ลิวโคโนสตอคจะถูกยับยั้งการถูกแทนที่โดยแบคทีเรียอื่น เช่น แบคทีเรียจำพวกแลคโตบาซิลไลที่เป็นเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟจะเกิดขึ้นก่อนต่อจากนั้นแลคโตบาซิลไลที่เป็นพวกโฮโมเฟอร์เมนเททีฟที่ทนกรดจะเกิดขึ้นตามมาคือ *Lb. plantarum* การสะสมกรดแลคติกยังคงดำเนินต่อไป แม้ว่าพีเอชจะคงที่อยู่ที่ 3.8 ก็ตาม (เป็นค่าสัมประสิทธิ์การแตกตัว หรือ pKa ของกรดแลคติก) ในช่วงท้ายของการหมัก (อาจใช้เวลาประมาณ 4-8 สัปดาห์) ผลิตภัณฑ์จะมีกรดแลคติกเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 1.7-2.3 หรืออัตราส่วนระหว่างกรดที่ระเหยได้ (กรดน้ำส้ม) ต่อกรดที่ระเหยไม่ได้ (กรดแลคติก) ประมาณ 1:4

กะหล่ำปลีดองที่มีคุณภาพต่ำเกิดจากยีสต์และราที่เจริญเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสผิดปกติ ความเป็นกรดเสียไป ลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม สืบเนื่องจากการเกิดกิจกรรมของเอนไซม์ย่อยโปรตีน หรือผลิตภัณฑ์เกิดสีชมพูขึ้น เนื่องจากมียีสต์โรโดโทรูลา (*Rhodotorula*) ในระยะต้นของการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Leu. mesenteroides ที่หมักน้ำตาลกลูโคสจะใช้ฟรุกโทสแทน แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเดกซ์แทรนซึ่งแบคทีเรียกรดแลคติกบางชนิดนำไปใช้ไม่ได้

บางกรณีผักที่หมักน้ำเกลือไม่สามารถรักษาคุณภาพไว้ได้ โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้เกลือความเข้มข้นสูง เกลือจะดึงเอาสารอาหารส่วนใหญ่ออกมาอยู่ในน้ำเกลือ ซึ่งเป็นผลให้อาจต้องทิ้งผลิตภัณฑ์ไปหรือต้องล้างน้ำก่อนนำมาบริโภค ตรงกันข้ามกับการหมักที่ใช้เกลือความเข้มข้นต่ำ ผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถบริโภคได้ทันทีโดยไม่ต้องล้างน้ำออกก่อน จึงไม่สูญเสียวิตามินซีต่อไป ด้วยเหตุนี้กะหล่ำปลีดองจึงใช้เป็นอาหารทดแทนอาหารที่มีวิตามินซีสำหรับคลาสิหรือที่ต้องการเดินทางรอนแรมที่อยู่ในทะเลนานหลายเดือนในสมัยที่ระบบห้องเย็นยังไม่พัฒนา ส่งผลทำให้ขาดผักผลไม้สำหรับบริโภคเป็นเวลานาน กระนั้นก็ตามฉลากโภชนาการของอาหารกะหล่ำปลี ในสหรัฐฯระบุว่าวิตามินซีประมาณร้อยละ 50 ของปริมาณที่นักโภชนาการแนะนำให้บริโภคในแต่ละวัน (Recommended Daily Allowance เรียกย่อว่า อาร์ดีเอ) ต่อ 100 กรัมเท่านั้น

สำหรับกิมจิ ซึ่งเป็นอาหารหมักของชาวเกาหลีที่ส่วนใหญ่ทำมาจากกะหล่ำปลีเช่นกัน แต่มีความเข้มข้นของเกลือต่ำ (< 3%) แตกต่างจากกะหล่ำปลีดอง คือใช้ระยะเวลาในการหมักสั้นกว่ากะหล่ำปลีดองมาก กิมจิที่มีรสชาติดีที่สุดใช้เวลาหมัก 3 วัน หมักที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสมีกรดเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 0.6 และพีเอชประมาณร้อยละ 4.2 แบคทีเรียที่เป็นตัวการหมัก คือ *Leu. mesenteroides* ส่วน *Lb. plantarum* เป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ จึงหมักไว้หลายวันไม่ได้ เพราะจะทำให้เกิด *Lb. plantarum* ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัส และมีรสเปรี้ยวมาก ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2.1.6 การดองอาหารอื่น ๆ

การดองไข่เค็ม นอกจากดองไข่เค็มหรือไข่ไก่ในน้ำเกลืออย่างเข้มข้นแล้ว มีวิธีดองที่แตกต่างออกไปอีกแบบหนึ่งซึ่งบางทีเรียกว่า ไข่พอก เพราะเกลือที่ใช้ดองจะผสมกับส่วนผสมอื่น

ดังนั้นวิธีดองอาหารในสมัยโบราณ นอกจากจะเป็นวิธีง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อนแล้ว ยังมีการลงทุนน้อยมาก เพราะไม่ค่อยมีเครื่องมือ เครื่องใช้ที่มีราคาสูง แต่ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีคุณภาพไม่แน่นอน เพราะบางวิธีก็อาศัยธรรมชาติ เช่น การทำให้แห้งต้องใช้แสงแดด ดังนั้นการดองอาหาร จึงได้มีการปรับปรุงและพัฒนาวิธีการที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการสะอาด และปลอดภัยในการบริโภค รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการดองอาหาร เช่น การบรรจุขวด หรือการบรรจุกระป๋อง

การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการพัฒนาการผลิตอาหารรวมทั้งอาหารหมักมีความสำคัญไม่น้อยกว่าประโยชน์ด้านอื่น ๆ และเป็นตัวอย่างที่ดีของการผสมผสานความรู้ วิธีการและเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลายสาขาวิชาตามความหมายของคำว่าเทคโนโลยีชีวภาพ โดยที่จริงแล้วเทคโนโลยีชีวภาพไม่ใช่ของใหม่ มนุษย์รู้จักใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการถนอมอาหารและแปรรูปอาหารมานานับพันปีซึ่งได้แก่ การผลิตอาหารหมักพื้นบ้าน ถึงแม้ชนทุกชาติจะมีอาหารหมักพื้นบ้านประจำชาติมาแต่โบราณกาล แต่การศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงสาเหตุและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักนั้นเพิ่งจะเพิ่มขึ้นเมื่อร้อยกว่าปีมานี้เอง จากการศึกษาที่ Louis Pasteur ค้นพบว่ายีสต์เป็นตัวการในการหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ในเบียร์ และไวน์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาและนำวิชาการสาขาต่างๆ มาใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีการหมักมาจนถึงปัจจุบัน จึงอาจกล่าวได้ว่าการผลิตอาหารหมักเป็นต้นแบบของการใช้เทคโนโลยีชีวภาพทั้งในด้านความเก่าแก่เชิงประวัติศาสตร์ และการพัฒนาด้วยหลักและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria –LAB)

แบคทีเรียแลคติกเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก ซึ่งเป็นสารเมแทบอลิท์ พบในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะในนม ผัก และผลไม้ แบคทีเรียนี้เป็นแบคทีเรียที่เจริญในสภาวะที่ไม่มีอากาศ แต่ในสภาวะที่มีอากาศก็ไม่ตาย แบคทีเรียแลคติกขาดสารไซโตโครม (cytochromes) และพอร์ไฟริน (porphyrins) จึงไม่ให้เอนไซม์คะตะเลสและออกซิเดส แบคทีเรียในกลุ่มนี้บางชนิดได้ออกซิเจนโดยผ่านเอนไซม์ฟลาโวโปรตีนออกซิเดส (flavoprotein oxidases) และใช้ออกซิเจนนี้สร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือใช้เพื่อรีออกซิไดซ์ NADH ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการดีไฮโดรจิเนชันของน้ำตาล

2.2.1 การหมักกรดแลคติก

แบคทีเรียแลคติกสร้างพลังงานจากการหมักคาร์โบไฮเดรต เกิดกรดแลคติกจากปฏิกิริยา 2 วิธีทางคือวิธีทางที่ได้แลคเตทเพียงอย่างเดียว เรียกว่า โฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (homofermentative) และวิธีทางที่ได้แลคเตทร่วมกับสารอื่น ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันเรียกว่าเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (heterofermentative) ดังแสดงในภาพที่ 2

การหมักแบบ โฮโมเฟอร์เมนเททีฟ เป็นการหมักที่ได้แลคเตทอย่างเดียวยังเป็นผลผลิตสำคัญ ผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส (Emden-Meyerhof-Parnas glycolytic pathway) หรือ EMP pathway เริ่มจากกลูโคสที่มีคาร์บอน 6 อะตอม (C-6) ถูกเติมฟอสฟอรัสและเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างขึ้นก่อนที่เอนไซม์อัลโดเลส (aldolase) จะเข้าทำปฏิกิริยา เป็นผลให้โมเลกุลกลูโคสแตกออกเป็น กลีเซอรัลดีไฮด์ - 3 ฟอสเฟต (ซึ่งมีคาร์บอน 3 อะตอม) 2 โมเลกุล จากนั้นจึงถูกเปลี่ยนไปเป็น ไพรูเวท โดยเกิด ATP ขึ้น 2 โมเลกุลจากการหมักกลูโคส 1 โมเลกุล (เนื่องจากการเติมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสฟอรัสให้กับซีสเตรท 2 แห่ง) ในขั้นสุดท้ายเป็นการรีดิวซ์ไพวูเวทเป็นแลคเตรท ในขั้นนี้ต้องใช้ NADH ได้ NAD⁺ กลับคืนมาจากที่ถูกใช้ไปในการออกซิเดชันกลีเซอรอลดีไฮด์ -3 - ฟอสเฟต

2.2.2 กิจกรรมของแบคทีเรียแลคติกในอาหารที่น่าสนใจ

1. สมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ของแบคทีเรียแลคติก ผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดที่ได้จากการหมักกรดแลคติก เช่น นมเปรี้ยว ผัก ผลไม้ดอง ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และอาหารทะเลหมัก สามารถเก็บไว้ได้นานและปลอดภัยเมื่อนำมาบริโภค ทั้งนี้เป็นเพราะแบคทีเรียกรดแลคติกมีสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ ดังนี้คือทำให้พีเอชของอาหารลดลง เกิดกรดอินทรีย์ เกิดแบคทีริโอซิน (bacteriocins) เกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เกิดเอทานอล ทำให้สารอาหารลดลง

2. การลดลงของพีเอชและการเกิดกรดอินทรีย์ การเจริญของแบคทีเรียแลคติก จะให้กรดอินทรีย์ คือกรดแลคติกและกรดอะซิติกเป็นสารเมแทบอลิท์ ทำให้พีเอชของซีสเตรทต่ำลง ความเป็นกรดสูงและพีเอชต่ำจึงมีผลยับยั้งจุลินทรีย์

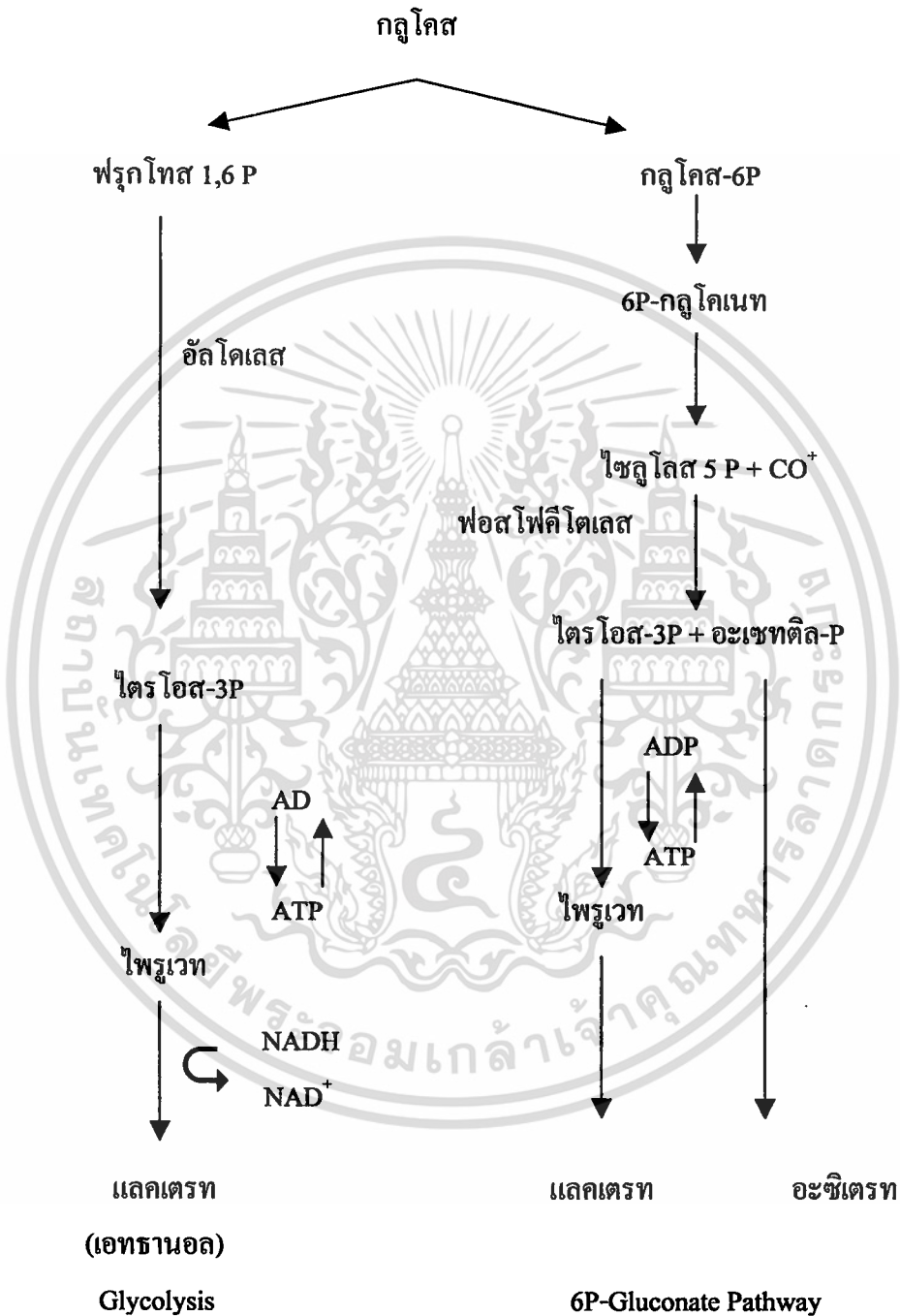
2.2.3 การวิจัยและพัฒนาการดองผักและผลไม้

ผักและผลไม้ดองนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่สำคัญชนิดหนึ่ง ถึงแม้จะมีงานวิจัยเกี่ยวกับชนิดและบทบาทของจุลินทรีย์ที่มีต่อกระบวนการหมักผลิตภัณฑ์หลายชนิด แต่ในระดับอุตสาหกรรมแล้วกรรมวิธีการผลิตยังมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมไม่มากนักเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ กล่าวคือ ได้มีการใช้เกลือในการดองแตงกวา และมะกอก (Olive) ในระดับอุตสาหกรรมเป็นครั้งแรกเมื่อประมาณ 20 ปีมานี้ กล้าที่ใช้ได้แก่ *Lb. plantarum* และ *Pd. Pentosaceus* การใช้เกลือในการหมักผลิตภัณฑ์เหล่านี้ทำให้สามารถควบคุมการผลิตได้ง่ายขึ้น *Lb. plantarum* ยังสามารถเปลี่ยนกรดมาลิกเป็นกรดแลคติกและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีผลทำให้ผลแตงกวาแตก จึงมีการศึกษาเพื่อคัดเลือก *Lb. plantarum* สายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติดังกล่าว เพื่อใช้เป็นกล้า ในกรณีที่ไม่ได้ใช้เกลือได้มีการแก้ปัญหาด้วยการไล่อากาศจากถังหมักโดยการเติมสารยับยั้งการเจริญของเชื้อกลุ่มที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อผลิตภัณฑ์ เช่น กรดน้ำส้ม หรือใช้แก๊สไนโตรเจนแทนอากาศ

สำหรับการหมักกะหล่ำปลีในระดับการทดลองพบว่าการเติมกล้า *Leuconostoc mesenteroides*, *Lb. plantarum* และ *Lb. Lactis* ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น จากการใช้แบคทีเรียกรดแลคติกที่มีบทบาทในการหมักแบบธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะผลิตกรดแลคติกที่เป็น D (-) ไอโซเมอร์ ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถใช้ได้ และองค์การอนามัยโลกโดยกำหนดให้บริโภคได้ไม่เกิน 100 มก. ต่อน้ำหนักตัว 1 กก. ต่อวัน และเสนอแนะว่าไม่เหมาะสมที่จะให้เด็กบริโภค จึงได้มีการคัดเลือกเชื้อที่ผลิตกรดแลคติกที่เป็น L (+) ไอโซเมอร์ ได้แก่ *Lb. bavaricus* (*Lb. sake*) ซึ่งได้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้กลูโคสในการหมักแบบแลคติกโดยการผลิตมากกว่า L (+) sauerkrant มีจำหน่ายในประเทศเยอรมัน



(ก) ไซโมเฟอร์เมนเททีฟ

(ข) เฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ

ภาพที่ 2 วิธีทางเคมีของการหมักแบบ ไซโมเฟอร์เมนเททีฟและเฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผักกาดเขียวปลี (Leaf mustard)

ผักกาดเขียวปลีมีความสำคัญมากน้อยตามลำดับคือ ผักกาดเขียวปลี (leaf mustard swatow) = var. *rugosa* ผักกาดหางหงษ์ (รุ่นฉาย) ไม่ห่อหุ้ม ใบกว้างใหญ่กว่าผักกาดเขียวปลี (var. *multiceps*) ผักกาดเขียวใหญ่ (ผักกาดเขียว เบ็เต็ง) ไม่ห่อหุ้ม พบการปลูกเพื่อทำผักดองทางภาคใต้ ตลอดจนมาเลเซีย

ผักกาดเขียวปลี เป็นผักกาดที่ปลูกกันมานาน ไม่นิยมกินสด เพราะมีรสขมเผ็ด หรือแม้แต่มัสมุสและกั๊วก็ไม่หาย แต่คุณภาพหลังจากดองก็แล้วดี เนื่องจากกรอบ เปาะ ไม่ยุ่ยเปื่อย ในระยะแรกๆ ทำผักกาดดองในระดับครอบครัว ต่อมาได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายอย่างกว้างขวางทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะความต้องการของต่างประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออุตสาหกรรมดังกล่าวขยายตัว ความต้องการวัตถุดิบย่อมมีมาก เป็นผลทำให้การผลิตเพิ่มขึ้น จึงเป็นโอกาสที่ดีของเกษตรกรที่ปลูกผักชนิดนี้

2.3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ผักกาดเขียวปลีเป็นพืชล้มลุกฤดูเดียว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica juncea* (L.) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่มีครีบบางชัดเจนที่โคนใบ (Lyrately Lobed Basal leaves) ได้แก่ *B. juncea* var. *sareptana* Sinskaja

2. กลุ่มที่มีขอบใบเรียบหรือเป็นจักเล็กน้อยที่โคนใบ ได้แก่

B. juncea var. *integrifolia* (Rupr) Sinkaja

B. juncea var. *rugosa* (roxb) T&L

B. juncea var. *foliosa* Bailey.

B. juncea var. *subintegrifolia* Sinskaja.

3. กลุ่มที่ขอบใบเป็นจักลึกมาก ได้แก่

B. juncea var. *japonica* Bailey.

B. juncea var. *longidens* Bailey.

B. juncea var. *multisecta* Bailey.

4. กลุ่มที่ขอบใบเป็นจักลึกละใบเป็นคลื่น ได้แก่

B. juncea var. *crispifolia* Bailey.

B. juncea var. *subintegrifolia* Sinskaja.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1. ราก เป็นระบบรากแก้ว (Tap root system)

2. ใบ รูปร่างเป็นใบแบบ oblong – ovate หรือ oblong – obovate ฐานใบมีลักษณะแคบมนปลายมีลักษณะมน ใบยาวประมาณ 15-50 เซนติเมตร กว้าง 5-40 เซนติเมตร ใบที่อยู่ด้านบนอกมีขนาดใหญ่ ใบที่อยู่ถัดเข้ามาค่อยๆ เล็กลง

3. ช่อดอก เป็นแบบ raceme หรือ panicle ยึดออกได้ จุดกำเนิดของดอกอยู่ที่ยอด

4. ดอก ลักษณะของดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยงสีเขียวอมเหลืองหรือสีเขียวอ่อน กลีบดอกสีเหลือง เกสรตัวผู้เป็นแบบ Tetra – dynamous ยอดเกสรตัวเมียแบบ capitate style เห็นเด่นชัด ไข่อ่อนมีจำนวนมากติดอยู่ที่ รังไข่ซึ่งเรียกว่า anatropous หรือ campyrotropous

5. ผล เป็นแบบ silique สามารถแตกได้เองเมื่อฝักแก่ โดยจะแตกเป็นสองแฉกแยกจากข้างล่างขึ้นข้างบน เมล็ดติดที่ septum เรียงเป็นแถวเดียว

6. เมล็ด มีลักษณะกลมสีน้ำตาลหรือสีเหลือง

7. พันธุ์ พันธุ์ฝักภาคเขียวปรี แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

7.1 พวกพันธุ์ปรีกลม ใบนอกแผ่ กาบใบหนากว้าง น้ำหนักผลผลิตต่อไร่สูง แต่มักเกิดอาการปรีแตกเร็ว

7.2 พวกพันธุ์ปรีแหลม มีลักษณะหัวปรีแหลม ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าพวกพันธุ์ปรีกลม แต่มักไม่ค่อยพบอาการปรีแตกแบบหัว พันธุ์ที่นิยมปลูกส่วนใหญ่เป็นพวกพันธุ์ปรีกลม

2.3.3 วิธีการปลูกฝักภาคเขียวปรี

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกฝักภาคเขียวปรีที่สำคัญได้แก่

1. ดิน ฝักภาคเขียวปรีชอบขึ้นในที่ดินซุย โดยเฉพาะดินน้ำไหลทรายมูล ฝักภาคเขียวปรีจะเจริญดีและอวบงามมาก

2. ฤดูปลูก ฤดูกาลที่เหมาะสมที่สุดคือฤดูฝนใกล้ฤดูหนาว ทั้งนี้ไม่ต้องกังวลเรื่องน้ำ เพราะฝักภาคเขียวปรีชอบน้ำมากที่สุด แต่ถ้าพื้นที่ปลูกใกล้น้ำ ระบายน้ำเข้าได้สะดวก สามารถจะหาน้ำรดได้โดยง่าย โดยเริ่มลงมือปลูกตั้งแต่เดือนตุลาคม จนถึงเดือนมกราคมและยังปลูกได้ทุกฤดูกาล

3. พันธุ์และการเตรียมปลูก ฝักภาคเขียวปรีปลูกโดยใช้เมล็ด ก่อนที่จะนำไปปลูกไม่ใช้วิธีหว่านหรือโรยเมล็ด ไปในแปลง แต่ใช้วิธีเพาะหรือซำก่อน โดยนำเมล็ดไปเพาะไว้ในแปลงเพาะเมื่อเห็นว่าต้นเจริญเติบโตแล้ว ประมาณ 5-10 วัน ก็แยกจากแปลงเพาะ นำไปปลูกในแปลงที่จัดเตรียมไว้

4. การเตรียมดินปลูก ทำแปลงโดยขุดดินร่อน เอาดินขึ้นมาตากไว้ทั้งสองข้างของแปลงดิน และควรรีให้ได้แดดสัก 3-4 แดด จากนั้นเอาปุ๋ยคอกใส่ลงไปในเรื่อง นำดินที่ขุดขึ้นมาคลุมทับปุ๋ยในแปลงย่อยให้ละเอียดเกลี่ยให้เป็นรูปแปลง แล้วเริ่มลงมือปลูก เวลาปลูกควรจะปลูกในตอนเย็นที่ไม่มีแดดจัด ครั้นตอนต้นกล้าออกจากแปลง แล้วก็นำลงหลุมปลูก โดยกดลงให้แน่นนิดหน่อย เสร็จแล้วรดน้ำให้ชุ่ม แต่อย่าให้ถึงกับแฉะ ขณะที่แยกต้นไปปลูกในหลุม ควรระวังอย่าให้ชำ เวลานำไปปลูกควรหาที่กำบังไว้ให้ด้วย มิฉะนั้นจะถูกแดดเผาขึ้นไม่งาม

ระหว่างการเตรียมแปลงปลูก จะมีการเตรียมแตกต่างกันออกไปตามสภาพพื้นที่และปริมาณการผลิตโดยทั่วไปมีหลักการทำเช่นเดียวกับการปลูกกะหล่ำ คือ

4.1 การปลูกแบบแถวเดี่ยว เน้นวิธีการปลูกแบบไร่ เหมาะแก่การปลูกตามพื้นที่ราบเรียบและใช้เครื่องจักรเตรียมดินเพื่อการยกร่อง แถวห่างกันประมาณแถวละ 50 เซนติเมตร โดยปลูกระหว่างคัน 50 เซนติเมตร

4.2 การปลูกแบบขร่องสวน เน้นการปลูกผักที่ลุ่มน้ำขัง เช่น บริเวณชานเมืองกรุงเทพฯ ฯ โครงการขุดระบายน้ำเพื่อยกแปลงขนาดใหญ่ มีความกว้างประมาณ 5-6 เมตร ความยาวแล้วแต่สะดวก และสภาพพื้นที่ ระบายน้ำนี้จะช่วยระบายน้ำเข้าออกให้อยู่ในระดับที่ต้องการ ได้มักนิยมปลูกโดยการหว่านเมล็ด หรือหยอดเมล็ดเป็นแถว แล้วถอนแยกเพื่อจัดระยะปลูกให้ได้ 50 x 50 เซนติเมตร

4.3 การยกแปลงแบบแถวคู่ เหมาะแก่การทำสวนขนาดเล็กใช้แรงงานคนเตรียมดิน โดยขกปลูกกว้าง 1 เมตร ยาวแล้วแต่สะดวก ทำทางเดินเข้าไปรดน้ำได้โดยสะดวก ที่เหมาะแก่การปลูกทางภาคอีสาน โดยใช้ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร

การเพาะกล้าและการหยอดเมล็ด ผักกาดเขียวปลีสามารถทำได้ทั้งสองอย่าง แต่มีข้อดีและข้อเสียดังต่อไปนี้

5. การปฏิบัติดูแลรักษา

1. การให้ปุ๋ย สัดส่วนปุ๋ยที่จะใช้กับผักกาดเขียวปลีควรใช้ในโตรเจน (N) 1.5-2 ส่วน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 1 ส่วน และโปแตสเซียม (K_2O) 1.5-2 ส่วน เช่น ปุ๋ยสูตร 14-14-21 รวมกับปุ๋ยในโตรเจน เช่น ยูเรีย โดยใส่เป็นปุ๋ยรองด้านล่าง ถอนปลูกประมาณ 50-150 กิโลกรัม ต่อไร่ การพรวนกลบลงไปดินใส่ปุ๋ยเสริมคือปุ๋ยในโตรเจน 2 ครั้ง อัตรา 20-25 กิโลกรัม ต่อไร่และให้น้ำตามอายุพืช 14 และ 30 วัน

ควรมีการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นคือ โบรอนแก่ผัก อาจให้รูปของโบรแรกซ์ โดยให้ 2-4 กิโลกรัม/ไร่ หรือละลายฉีดพ่นบนใบ อัตราส่วน 40 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดให้ทั่วทุกต้นระหว่างการเจริญเติบโต

2. การให้น้ำ ผักกาดเขียวปลีต้องการน้ำบ่อยครั้งและสม่ำเสมอในช่วงกล้า และต้องการปริมาณมากขึ้นในช่วงการเจริญเติบโต แต่ต้องการน้อยลงเมื่อระยะห่อปลี

3. การพรวนดินกำจัดวัชพืช ควรทำพร้อมกับการถอนแยกในระยะแรก

6. การเก็บเกี่ยว ผักกาดเขียวปลีที่ปลูกในไทย ส่วนมากจะมีอายุกล้าประมาณ 30 วัน หลังจากการหยอดเมล็ด แล้วเจริญเติบโตเข้าสู่หัวปลีประมาณ 40-55 วัน แล้วสามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 55-75 วัน การเลือกตัดควรตัดหัวที่มีหัวปลีแน่น ได้ขนาดต้องการ การขนส่งที่ปฏิบัติชาวสวนผักนิยมขนย้ายเป็นกอง ๆ โดยไม่ได้ใส่ภาชนะใด ๆ แล้วโยนขึ้นรถส่งสู่ตลาด โดยไม่คำนึงถึงด้านโภชนาการของผักกาดที่เสียหายขณะขนส่ง

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของผักกาดเขียวและผักกาดเขียวปลี

องค์ประกอบทางเคมี (ต่อน้ำหนัก 140 กรัม)	ชนิดของผัก	
	ผักกาดเขียว	ผักกาดเขียวปลี
พลังงาน (แคลอรี)	35	-
โปรตีน (ก.)	3	2.0
ไขมัน (ก.)	1	-
คาร์โบไฮเดรต (มก.)	6	-
แคลเซียม (ก.)	193	69
เหล็ก (มก.)	2.5	0.8
วิตามินเอ (ไอ.ยู.)	8,120	3,042
วิตามินเอ (หน่วยสากล)	-	-
ไทอะมิน (มก.)	0.11	-
ไรโบฟลาวิน (มก.)	0.19	-
ไนอาซีน (มก.)	0.9	-
ไวตามินซี (มก.)	68	43

ที่มา : สมภพ วิตะวสันต์, 2526 : 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงคุณค่าทางอาหารของผักกาดเขียวปลี

คุณค่าทางอาหาร	ปริมาณ	หน่วย
น้ำ	92.2	กรัม
พลังงาน	22	แคลอรี
ไขมัน	0.3	กรัม
แป้ง	4.0	กรัม
เส้นใย	0.8	กรัม
โปรตีน	2.3	มิลลิกรัม
แคลเซียม	220	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	38	มิลลิกรัม
เหล็ก	2.9	มิลลิกรัม
วิตามิน เอ	6,460	หน่วยสากล
วิตามิน บี 1	0.09	มิลลิกรัม
วิตามิน บี 2	0.20	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.8	มิลลิกรัม
คาร์บอน	12	มิลลิกรัม

ที่มา : ทศพร แจ่มจรัส, 2531 : 65

ตารางที่ 3 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการปลูกผักกาดเขียวปลี

การเพาะกล้า	การหยอดเมล็ด
ข้อดี	ข้อดี
ประหยัดเมล็ดพันธุ์	เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย
ข้อเสีย	ข้อเสีย
สิ้นเปลืองเวลาและแรงงานในการย้ายกล้า	ออกแรงมากและใช้น้ำในการรดมาก

2.4 เกลือ

เกลือกับมนุษย์มีความคุ้นเคยกันมานานแล้วและการใช้เกลือในการถนอมอาหารหรือปรุงอาหารได้ใช้กันมาแต่โบราณ ปัจจุบันเกลือก็ยังได้รับความนิยมและเป็นตัวการสำคัญในการถนอมอาหาร โดยเฉพาะอาหารจำพวกของเค็มที่ชนชาวเอเชียเราชอบและอีกประการหนึ่งที่ทำให้เกลือมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารก็เพราะว่าวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากอีกทั้งเกลือราคาถูกและทำได้ง่าย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำว่าเกลือในภาษาวิทยาศาสตร์การอาหารนั้น เราหมายถึงเกลือที่ใช้ปรุงอาหาร (cooking salt หรือ table salt) ซึ่งมีสูตรทางเคมีว่า sodium chloride (NaCl) เกลือที่บริสุทธิ์นั้นเป็นสีขาวที่มีผลึกรูปร่างไม่คงที่แต่จัดลักษณะของผลึกเป็นลูกบาศก์ (cubic system) เกลือมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น (hygro-scopic) และจะมีคุณสมบัตินี้มากขึ้นถ้าเกลือนั้นไม่บริสุทธิ์

2.4.1 ลักษณะของการแทรกซึมของเกลือเข้าไปในอาหาร

การแทรกซึมของสารละลายเกลือเข้าไปในอาหารมีอยู่ 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

1. เมื่ออาหารถูกแช่ในสารละลายเกลือซึ่งปกติแล้วสารละลายเกลือจะมีความเข้มข้นของเกลือมากกว่าอาหาร ฉะนั้นจึงมีแรง Osmotic pressure ดึงเอาน้ำออกจากอาหารตามหลักของออสโมซิส โดยผ่านเยื่อ Permeable membrane ของเซลล์ออกมา ฉะนั้นในระดับแรกนี้ น้ำหนักของอาหารจะลดลง ความเร็วของการเปลี่ยนน้ำหนักช่วงนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเซลล์และเนื้อที่สัมผัสของเซลล์ ในอาหารจำพวกผักผลไม้เนื้อนุ่ม โครงสร้างพวกเพคตินจะละลายออกมานอกอาหารและทำให้โครงสร้างของเซลล์อ่อนตัวลง (จึงทำให้อากาศที่แช่ในช่องว่างในเซลล์นั้นแทรกซึมออกมาง่ายขึ้น)

2. ขั้นที่สองของกระบวนการนี้แรง Osmotic pressure ยังคงมีอยู่ เกลือแทรกซึมต่อไปจนความเข้มข้นของเกลือภายในอาหารสูงขึ้นอีก เมื่อความเข้มข้นถึงจุดหนึ่ง โปรตีนในอาหารจะหยุดละลาย และเสียรูป (Denature and Coagulation) อากาศที่อยู่ในช่องว่างภายในเซลล์จะถูกแทนที่โดยเกลือจนหมดสีของอาหารจะทึบขึ้น รวมทั้งคลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนเป็น Pheophorbide กับ Pheophytin ในอัตราส่วนประมาณ 4:1 ในแดงกวาดองขบวนการนี้จะเห็นได้ชัดในการเปลี่ยนสี

3. ในระยะสุดท้ายเมื่อเกลือแทรกซึมเข้าไปในอาหารจนถึงจุดสมดุล (Equilibrium) ความเข้มข้นของเกลือสูงสุดแล้ว เมื่อเกลือมีจำนวนเพิ่มขึ้นในอาหารจะมีน้ำหนักมากขึ้น

2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการแทรกซึมของเกลือในอาหาร

1. ชนิดของสารอาหาร ชนิดของสารอาหารนั้นเห็นง่ายๆ ก็คือ อาหารต่างชนิดย่อมมีความชื้นต่างกัน ความชื้นเป็นตัวสำคัญในการทำให้เกิด Osmotic pressure ขึ้นหรือผลไม้อ่างชนิดที่มีสารเคลือบผิว (Cuticle) หนาข้อมเป็นตัวป้องกันการแทรกซึมของเกลือสู่เซลล์ภายใน

2. อุณหภูมิเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ การเร่งที่สำคัญคือทำให้อากาศเกิดกระบวนการ Diffusion เร็วขึ้น อากาศจะออกมานอกเซลล์ได้ไวและทำให้เกลือมีโอกาสแทรกซึมแทนที่ได้เร็วขึ้น

3. เวลา ความเข้มข้นของน้ำเกลือและปริมาตรที่ใช้ในอาหารพวกผักนั้นการหมักดองของเกลือจริงๆ นั้นเวลาที่ใช้ไม่มีความสำคัญมากเท่าใดนักทั้งนี้เนื่องจากจำนวนความชื้นในตัวเองมีสูงและเป็นปัจจัยสำคัญมากกว่า

2.4.3 ประโยชน์การใช้เกลือในอุตสาหกรรมอาหาร

1. เป็นสารเพิ่มรส (Flavoring agent)

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าเกลือเป็นตัวทำให้เกิดรสเพิ่มขึ้นในอาหารและรสเค็มนี้จะไปลดความเปรี้ยวให้น้อยลง พร้อมทั้งเพิ่มความหวานขึ้น (ในแง่ประสาทสัมผัส) หรือในมุมกลับกัน พวกกรดอินทรีย์จะไปเพิ่มรสเค็มให้เค็มขึ้นและน้ำตาลจะไปลดรสเค็มให้น้อยลง

2. ใช้ในการทำอาหารหมักดอง

สำหรับอาหารประเภทหมักดองกับเกลือนั้น จุดหมายใหญ่ๆ ที่ต้องการในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก็คือ รสเค็ม ซึ่งจะทำให้อาหารนั้นเก็บได้นานๆ และรสเปรี้ยวซึ่งเกิดมาจากการหมักกรดแลคติก

3. อุตสาหกรรมผักและผลไม้

เนื่องจากผักและผลไม้ ส่วนใหญ่มีสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต เป็นจำนวนมากกว่าโปรตีน การทำลายหรือย่อยของจุลินทรีย์จะเริ่มต้นที่คาร์โบไฮเดรตนี้ แล้วผลิตเป็นกรดแลคติกออกมาถ้ามีเกลือเป็นตัวควบคุม

4. ผลของเกลือต่ออาหารหมักดอง

เกลือจะมีผลต่อรสของอาหารหมักดองเหมือนกับให้รสเค็มกับอาหารอื่นๆ ถ้ามีปริมาณมากพอจะสามารถทำหน้าที่เป็นตัวกันบูดได้ ปริมาณของเกลือที่จะใช้เติมลงในอาหารขึ้นอยู่กับประเภทของการถนอมอาหารนั้นๆ

2.4.4 หน้าที่ของเกลือในอาหารหมักดอง

1. ดูดน้ำออกจากกะหล่ำปลีโดยกระบวนการออสโมซิส ได้น้ำเกลือซึ่งจะไปยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียหลายชนิด ในขณะที่แบคทีเรียแลคติกสามารถเจริญได้ จึงเกิดการหมักขึ้น

2. ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์บางชนิดที่อยู่ในกะหล่ำปลีตามธรรมชาติ เช่น แบคทีเรียจำพวกซูดโมเนตส์ ซึ่งจะก่อให้เกิดกลิ่นเน่าเสีย และช่วยให้แบคทีเรียแลคติกเจริญได้ดี

3. ช่วยให้เกิดกลิ่นกรอบ โดยการดึงน้ำเข้ามาในผลิตภัณฑ์และยับยั้งเอนไซม์ย่อยโปรตีนที่เกิดขึ้น อันมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมี

4. เกลือช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 มะพร้าว

มะพร้าว เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญมากชนิดหนึ่ง ที่ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ทั้งในด้านการบริโภคและการใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบเพื่อการอุตสาหกรรม ความต้องการมะพร้าวเพื่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้นตามการขยายตัวของประชากรและการขยายตัวของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ในขณะที่ผลผลิตมะพร้าวของไทยมีแนวโน้มลดลงจึงต้องมีการนำเข้าทั้งมะพร้าวผลและผลิตภัณฑ์มะพร้าวจากต่างประเทศ ปัจจุบันจึงนิยมปลูกมะพร้าวกันมากขึ้น

มะพร้าวมีชื่อเรียกด้วยกันหลายชื่อ เช่น คอสำ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน); คุง (ชอง-จันทบุรี); โพล (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี); หมากอูน, หมากอูน (ทั่วไป); ย่อ (มลายู-ภาคใต้); เอี้ยจี้ (จีน); Coconut. ชื่อวิทยาศาสตร์ *cocos nticifera* L. วงศ์ *Palmae* ลักษณะเป็นไม้ยืนต้น สูง 20-30 เมตร (ปัจจุบันมีพันธุ์ต้นเตี้ยสูงไม่ถึง 20 เมตร) ต้นมะพร้าวไม่แตกกิ่งก้านสาขา ใบเป็นใบประกอบรูปขนนก เรียงซ้อนกันเป็นกระจุกที่ยอด มี 30-50 ใบ ใบยาว 3-7 เมตร กว้าง 1-1.4 เมตร มีใบย่อยจำนวนมากเป็นแผ่นแคบตรงยาว 60-90 เซนติเมตร กว้าง 3-6 เซนติเมตร ตัวใบเป็นแผ่นบางเนื้อเหนียว เส้นกลางใบย่อยสีเหลือง ก้านใบรวมยาว 90-150 เซนติเมตร บริเวณติดกับลำต้นจะบานออกโอบติดกับลำต้น ดอกออกเป็นช่อจากซอกใบมีกาบหุ้ม กาบแตกตามยาว ดอกตัวผู้มีขนาดเล็ก มีเกสรตัวผู้ 6 อัน อับเรณูเป็นเส้นตรงยาว เกสรตัวเมียมีขนาดเล็กหรือไม่มีเลย ดอกตัวผู้อยู่ทางปลายช่อ ดอกตัวเมียอยู่ที่โคนช่อ มีขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร มีกลีบดอก 6 กลีบ รังไข่ทรงสามเหลี่ยมปกติมีไข่อ่อน 1 ใบ ผลมีลักษณะทรงกลมหรือกลมรีออกทรงสามเหลี่ยม ยาว 20-35 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 21-24 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียว (บางชนิดสีเหลือง) ผลแก่มีสีน้ำตาล เปลือกนอกเรียบเนื้อเหนียว ชั้นกลางเป็นเส้นใยเนื้อนุ่ม เปลือกชั้นใน (กะลา) แข็งแกร่ง ถัดเข้าไปจะมีเนื้อนุ่มสีขาวภายในมีน้ำใส ๆ หลังจากออกดอก 1 ปี ผลก็จะแก่มะพร้าวหอบขึ้นในที่ดินปนทรายริมทะเลหรือแม่น้ำลำคลอง และปลูกได้ทั่วไป สำหรับส่วนของมะพร้าวที่ใช้ประโยชน์คือ เปลือกผล กะลา เนื้อ น้ำมัน และน้ำมะพร้าว ราก ดอก และเปลือกต้นใช้เป็นยา

2.5.1 น้ำมะพร้าว รสชุ่ม หวาน สุขุม ไม่มีพิษ แก้กระหาย ทำให้จิตใจชุ่มชื้น แก้พิษ แก้อาเจียนเป็นเลือด แก้ท้องเสีย กินน้ำมะพร้าวอ่อนเพื่อแก้อาการเสียน้ำมากเกินไป บวม น้ำ ขับปัสสาวะ แก้นิ่วยามจำเป็น น้ำมะพร้าวอ่อนอายุประมาณ 7 เดือน อาจใช้ฉีดเข้าเส้นเลือดแก้ภาวะการเสียน้ำได้นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นยาระบายโดยกินน้ำมะพร้าว 1-2 ลูกตอนท้องว่างได้อีกด้วย คนไข้ที่เสียน้ำมาก ๆ เช่น บางรายที่ท้องร่วงอย่างแรง และอยู่ในสถานที่ทุรกันดารห่างสถานพยาบาล ให้น้ำมะพร้าวอ่อนเข้าที่หลอดเลือดดำแทนน้ำเกลือ (โดยเลือกเอามะพร้าวอ่อนที่สมบูรณ์ ไม่มีแมลงเจาะ ไม่มีรอยชำหรือแตก ถ้ากะลามีรอยแตกแล้ว เชื้อโรคจะเข้าไปเจริญในน้ำมะพร้าวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะน้ำมะพร้าวเป็นอาหารอย่างดีของเชื้อโรค) น้ำมะพร้าวมีน้ำตาลอยู่ประมาณ 3-8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่เป็นกลูโคสและฟรุกโทส นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าน้ำมะพร้าวมีปริมาณโปแตสเซียมสูงมากว่าในพลาสมาถึง 10 เท่า อาจมีผลทำให้การทำงานของหัวใจผิดปกติได้ โดยเฉพาะในคนไข้หัวใจไม่ปกติอยู่ก่อน อาจทำให้เป็นอันตรายถึงชีวิตได้ (อันตรายจะมีมากเมื่อคนไข้ นั้น ไตพิการด้วย) จากการทดลองในสุนัขพบว่า น้ำมะพร้าวทำให้หลอดเลือดแข็งตัวเร็วขึ้นโดยเฉลี่ย 33.3 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมะพร้าวยังมีพวกกรดอะมิโนซึ่งอาจทำให้เกิดการแพ้ได้ ส่วนประกอบในน้ำมะพร้าวมีฤทธิ์เป็นกรดและมีสารประกอบไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงตามความแก่อ่อนและระยะเวลาการเก็บมาจากต้น

2.5.2 น้ำมะพร้าวอ่อน มีน้ำตาลเฉลี่ย 5.77 เปอร์เซ็นต์ น้ำมะพร้าวอ่อนข้างแก่มีน้ำตาลเฉลี่ย 4.58 เปอร์เซ็นต์ น้ำมะพร้าวห้าวมีน้ำตาลเฉลี่ย 1.6 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลส่วนใหญ่เป็นกลูโคสและฟรุกโทส ในปริมาณพอ ๆ กัน นอกจากนี้ยังมีซูโครสและโพลีแซกคาไรด์ อีกเล็กน้อย ไขมันในน้ำมะพร้าวอ่อนมีไขมันน้อยกว่าน้ำมะพร้าวแก่ โปรตีน โซเดียม 5.25 มก. เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 16.06 มก. เปอร์เซ็นต์ โปแตสเซียม 222.3 มก. เปอร์เซ็นต์

น้ำมะพร้าวอ่อน มีรสหวานหอมชื่นใจ กินแก้กระหาย ทำให้สดชื่นแก้ไข้และแก้อาการผิดปกติเกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะและใช้กินแก้อาเจียนได้ดี กินน้ำมะพร้าวอ่อนครั้งละมาก ๆ แก้อาการปัสสาวะกะปริบกะปรอย น้ำมะพร้าวกินตอนท้องว่าง 1-2 ผลช่วยให้ระบายได้ดี ในน้ำมะพร้าวแก่มีโปแตสเซียมมาก ดังนั้นถ้ากินมากก็จะเป็นยาขับปัสสาวะ

2.5.3 น้ำมะพร้าวแก่ เป็นวัสดุเหลือใช้และมีสารอาหารเหมาะสมสำหรับการเจริญของแบคทีเรียองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าวแตกต่างกันไปตามอายุ พันธุ์ และแหล่งที่ปลูก ได้มีการวิเคราะห์สารอาหารต่าง ๆ ในน้ำมะพร้าวพบว่า นอกจากประกอบด้วยองค์ประกอบหลักคือ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัสแล้ว ยังประกอบด้วยวิตามินหลายชนิดคือ กรดนิโคตินิก ไบโอดีน กรดแพนโทนิค ไรโบฟลาวิน กรดโฟลิก ในปริมาณ 0.01 0.02 0.52 0.01 และ 0.03 ไมโครกรัม ตามลำดับ ส่วนไทอะมิน ไนอะซิน และวิตามินซี มีปริมาณน้อยมาก

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันพร้าว

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ	
	Miller (1929)	Intengon และคณะ
โปรตีน	0.23	Trances
ไขมัน	3.56	0.2
คาร์โบไฮเดรต	3.68	5.1
เถ้า	-	0.3
แคลเซียม	0.03	0.048
ฟอสฟอรัส	0.01	0.018

ที่มา : เมธูญพร จันทรวี, 2543 : 11

น้ำมันพร้าวที่นำมาใช้ควรเป็นน้ำมันพร้าวแก่ เพราะเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และอุตสาหกรรมที่หาได้ง่าย มีคุณค่าทางอาหารเหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อยู่แล้ว ไม่ควรใช้น้ำมันพร้าวจากมะพร้าวที่เริ่มงอก เพราะมีปริมาณไขมันสูง ง่ายเสียง่าย น้ำมันพร้าวที่ใช้ในการหมักควรเป็นน้ำมันพร้าวสดและใหม่ ไม่เน่าเสีย มีไขมันน้อย ไม่มีการปนเปื้อนของน้ำมันพร้าวที่เน่าเสียมาก่อน การนำมาต้มเพื่อให้ไขมันละลายและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่ปนมากับน้ำมันพร้าว

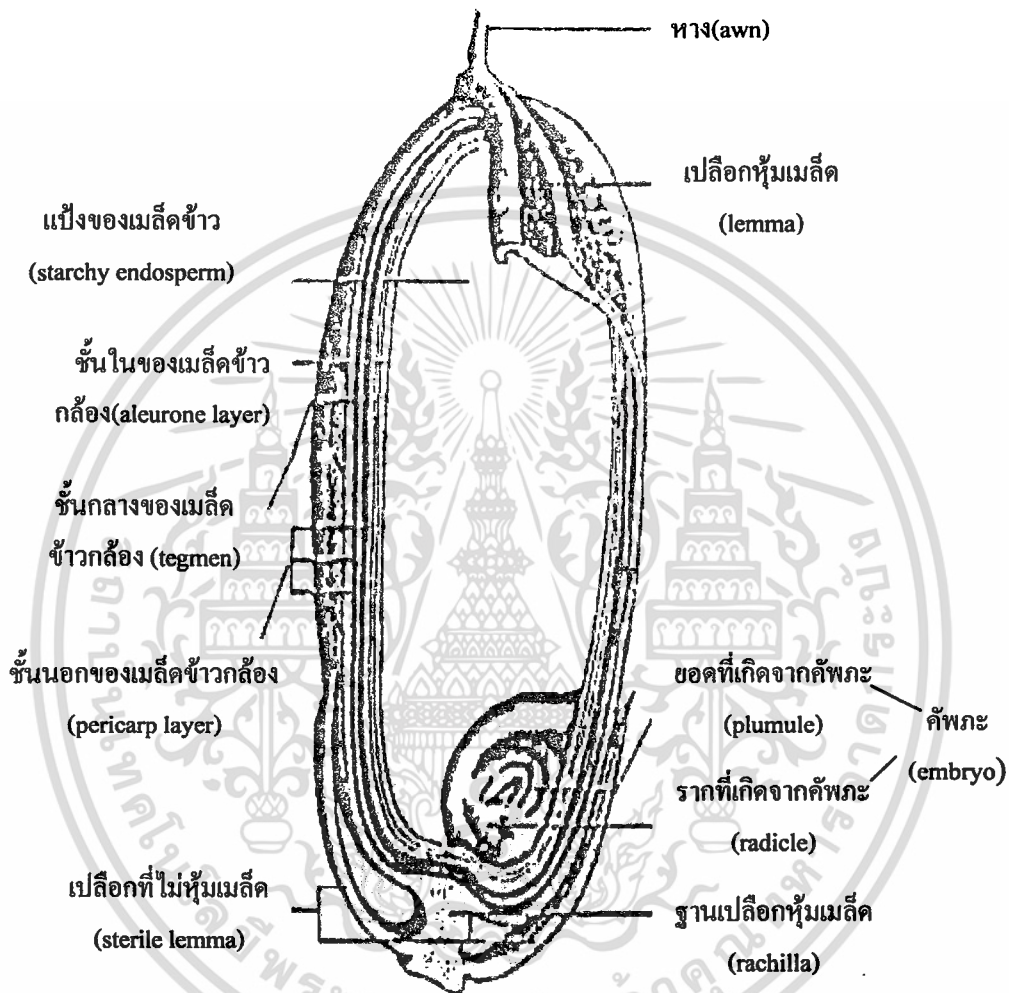
2.6 ข้าวเหนียว

2.6.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

โครงสร้างของข้าวประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นเปลือกซึ่งประกอบด้วยเปลือกแข็งและเปลือกหุ้มเมล็ด ส่วนที่สองเป็นเนื้อเมล็ด และส่วนที่สาม คือ คัพภะ ดังแสดงในภาพที่ 2 ในแต่ละส่วนจะมีสารอาหารเป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน ส่วนแรกที่เป็นเปลือกแข็งประกอบด้วยเซลลูโลส ซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ จึงต้องแยกออกก่อนบริโภคแต่ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดจะมีสารอาหารวิตามินและแร่ธาตุอยู่มาก ส่วนที่สองซึ่งเป็นเนื้อเมล็ดจะมีคาร์โบไฮเดรต คือ สตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ก็ยังมีน้ำ โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุและวิตามินอยู่ด้วยส่วนที่สาม คือ คัพภะ ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องเจริญเป็นต้นอ่อน จึงมีสารอาหารอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ครบถ้วนมากกว่าส่วนอื่นของข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไขมันมีมากกว่าในส่วนอื่นแต่อย่างไรก็ตามเมื่อรวมคุณค่าทางอาหารของข้าวทั้งหมดแล้วก็ยังมีไม่มากพอที่จะเป็นสารอาหารสมบูรณ์เพียงอย่างเดียว เพื่อการบริโภคของมนุษย์ที่จะใช้ในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีกหรือของร่างกายมนุษย์จึงบริโภคเป็นอาหารหลักร่วมกับอาหารจากแหล่งอื่น เช่น เนื้อสัตว์ต่าง ๆ ผักและผลไม้



ภาพที่ 3 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

ที่มา : รุ่งนภา จูจันทร์, 2545 : 4

2.6.2 คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าวเหนียว

คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี หมายถึง สัดส่วนและองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุก โดยมีผลทำให้ข้าวสุกนั้นนุ่ม เหนียว หรือร่วนขึ้นหมีอ ซึ่งคุณภาพข้าวสุกนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพเมล็ดทางเคมี คือ สัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกติน ความคงตัวของแป้งสุก อุณหภูมิแป้งสุก การยึดตัวของเมล็ดข้าวสุก โปรตีน กลิ่นหอม ความชื้น และการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปริมาณของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน (amylose and amylopectin content)

เมล็ดข้าวสาร โดยทั่วไปมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ คือ สตาร์ช (starch granule) ซึ่งภายในโครงสร้างจะประกอบไปด้วยอะมิโลเพคตินเป็นองค์ประกอบหลัก และมีอะมิโลสเป็นองค์ประกอบรอง อัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยข้าวที่มีอะมิโลสสูงจะคุดน้ำและขยายปริมาณในระหว่างการหุงต้มได้มากกว่าข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ ทำให้ข้าวสุกมีลักษณะที่บวมใสไม่ร่วน และข้าวสุกขยายตัวตามปริมาตรได้มากกว่าหรือที่เรียกว่าหุงขึ้นหม้อ ส่วนความนุ่มและความเหนียวของข้าวสุกจะขึ้นกับสัดส่วนอะมิโลสและอะมิโลเพคตินในสตาร์ช ข้าวเหนียวมักมีอะมิโลเพคตินเกือบทั้งหมด ทำให้คุดน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวเจ้า ข้าวสุกที่ได้จะเหนียวและนุ่มกว่า สำหรับข้าวเจ้าในประเทศไทย มีส่วนประกอบของสตาร์ชที่มีอะมิโลสอยู่ระหว่างร้อยละ 12-31 โดยข้าวที่มีความอ่อนนุ่ม เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีอะมิโลส ร้อยละ 12-16 จัดเป็นข้าวอะมิโลสต่ำ ได้แบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะมิโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอะมิโลส	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	1 – 2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้าอะมิโลสต่ำมาก	2 – 9	เหนียวนุ่ม
ข้าวเจ้าอะมิโลสต่ำ	9 – 20	เหนียวนุ่ม
ข้าวเจ้าอะมิโลสปานกลาง	20 – 25	นุ่มค่อนข้างเหนียว
ข้าวเจ้าอะมิโลสสูง	25 – 33	ร่วนแข็ง

ที่มา : รุ่งนภา จูจันทร์, 2545 : 6

2. ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency)

ความคงตัวของแป้งสุก เป็นผลมาจากปริมาณอะมิโลสเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณภาพแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากข้าวสุกเมื่อเย็นตัวแล้วจะมีความแข็ง หรือความคงตัวแตกต่างกัน ข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อนจะนุ่มกว่าข้าวพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็ง การหาค่าความคงตัวของแป้งสุก อาศัยหลักการทำให้แป้งใสโดยการต้มในสารละลายเบสแล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และวัดระยะทางที่แป้งไหลไปเมื่อวางบนพื้นราบ สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ ได้จัดแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก

ความคงตัวของแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งไหล(มม.) (แป้ง 100 มก. ใน KOH 0.2 N. 2 มล.)
แข็ง	น้อยกว่า
ค่อนข้างแข็ง	36 – 40
ปานกลาง	41 – 60
อ่อน	มากกว่า 60

ที่มา : รุ่งนภา จุจันทร์, 2545 : 7

3. อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature)

อุณหภูมิแป้งสุก หมายถึง อุณหภูมิที่เม็ดสตาร์ชเริ่มพองในน้ำร้อนและเปลี่ยนลักษณะที่บดแสงเป็นโปร่งใส อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการหุงต้ม ถ้าข้าวมีอุณหภูมิแป้งสุกสูงจะหุงสุกช้ากว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ แม้ว่าระยะเวลาการหุงต้มจะขึ้นอยู่กับมีอุณหภูมิแป้งสุกก็ตาม แต่ความกว้างและความหนาของเมล็ดข้าวก็มีผลต่อเวลาหุงต้มด้วย ได้แบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุกเป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การแบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุก

อุณหภูมิแป้งสุก (องศาเซลเซียส)	ประเภทอุณหภูมิแป้งสุก
ต่ำกว่า 70	ต่ำ
7 – 74	ปานกลาง
สูงกว่า 75	สูง

ที่มา : รุ่งนภา จุจันทร์, 2545 : 7

4. อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongation ratio)

อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก เป็นผลจากการให้ความร้อนระหว่างการหุงต้ม โดยเมล็ดข้าวจะขยายตัวออกรอบด้าน โดยเฉพาะด้านยาว ซึ่งผู้บริโภคจะนิยมข้าวพันธุ์ที่มีอัตราการยืดตัวมากกว่าข้าวพันธุ์ที่มีอัตราการยืดตัวได้น้อย (ข้าวสุกที่ยืดตัวได้มากและไม่เหนียวติดกันจัดเป็นข้าวที่หุงขึ้นหม้อ) นอกจากนี้ การที่เมล็ดขยายตัวได้มากทำให้เนื้อภายในโปร่งไม่อัดแน่นและช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น พันธุ์ข้าวที่มีอัตราการยืดตัวดี ได้แก่ พันธุ์ข้าวบาสมาดิ 370 ซึ่งสามารถยืดตัวได้มากกว่า 2 เท่า ของความยาวของเมล็ดข้าวสาร และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีการยืดตัวดีทำให้ข้าวสุกมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดยวนำรับประทานและนุ่ม แต่เนื่องจากข้าวเหนียวมีอะมิโลสต่ำข้าวสุกจึงเหนียวและหุงไม่ขึ้นหม้อ

อัตราการยืดตัวของเมล็ดหาได้จากสัดส่วนของความยาวของข้าวสุกต่อความยาวของข้าวสาร หรือคำนวณได้จากสูตร

$$\text{อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก} = \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสุก 1 เมล็ด}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของข้าวสาร 1 เมล็ด}}$$

5. ปริมาณโปรตีน

ปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว โดยทั่วไปมีประมาณร้อยละ 9.8 ซึ่งนับว่ามีน้อยแต่ก็มีผลกระทบต่อคุณภาพการหุงต้มและรับประทานเช่นกัน กล่าวได้ว่าปริมาณโปรตีนมีความสัมพันธ์กับเวลาในการหุงต้มกล่าวคือ ทำให้ระยะเวลาการหุงต้มข้าวสุกนานขึ้น เมื่อปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเนื่องจากโปรตีนเป็นตัวขัดขวางการซึมผ่านของน้ำเข้าไปในเมล็ด และโปรตีนยังมีความสัมพันธ์กับการดูดซึมน้ำของเมล็ด ความนุ่ม และความเหนียว กล่าวคือเมล็ดดูดซึมน้ำได้น้อยข้าวสุกมีความนุ่มและความเหนียวลดลง พบว่าข้าวสุกไม่ว่าจะเป็นสายพันธุ์ใดก็ตามที่มีโปรตีนต่ำจะมีความอ่อนนุ่ม ความเหนียวและมีกลิ่นรสมากกว่าข้าวที่มีโปรตีนสูงกว่า

2.6.3 คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าว

คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพ หมายถึง คุณสมบัติต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวที่สามารถมองเห็นได้หรือชั่ง ตวง วัดได้ เช่น น้ำหนักเมล็ด (grain weight) สีข้าวเปลือก (pericarp color) ขนาดรูปร่างเมล็ด (grain dimension) ลักษณะท้องไข (chalkiness) ความใสของเมล็ด (grain translucence) ความขาวของข้าวสาร (whiteness of milled rice) และคุณภาพการสี (milling quality)

2.6.4 คุณภาพการหุงต้มและการรับประทาน

คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพมีความสำคัญต่อการทดสอบและประเมินคุณภาพของการหุงต้มและรับประทาน เนื่องจากความนิยมในการรับประทานของผู้บริโภคในแต่ละประเทศจะแตกต่างกัน ไปขึ้นอยู่กับคุณภาพการหุงต้มและการรับประทานเช่น ชาวญี่ปุ่น และเกาหลี นิยมข้าวนุ่มและเหนียวจับกันเป็นก้อนๆ และมีคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพที่มีผลต่อคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปริมาณอะมิโลส (amylose content)

สตาร์ชในเมล็ดข้าวมีอะมิโลเพคตินเป็นองค์ประกอบหลัก และมีอะมิโลสเป็นองค์ประกอบรอง สภาวะธรรมชาติในเมล็ดแป้งมีการจับกันของโมเลกุลอะมิโลสและอะมิโลเพคติน ส่วนที่เป็นผลึก (crystalline) จะเป็นบริเวณที่โมเลกุลของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินจัดเรียงตัวกันอย่างหนาแน่นเป็นระเบียบจะพองตัวยากซึ่งมีผลทำให้เม็ดแป้งนั้นไม่ละลายในน้ำเย็นแต่ในส่วนที่เป็นอสัณฐานของเม็ดแป้งเป็นส่วนที่โมเลกุลจัดเรียงตัวกันอย่างไม่หนาแน่นและมีกลุ่มไฮดรอกซิลอิสระอยู่มาก จึงทำให้พองตัวง่าย และโดยทั่วไปนิยมแบ่งประเภทข้าวโดยใช้ปริมาณอะมิโลสเป็นหลักเมื่อเติมน้ำลงในเม็ดแป้งและทำให้ร้อนขึ้น โดยเพิ่มอุณหภูมิหรือเพิ่มเวลาในการให้ความร้อน โดยที่ความร้อนจะทำลายพันธะระหว่างโมเลกุลในบริเวณที่เป็นผลึก ทำให้บริเวณนี้มีโมเลกุลของน้ำมาเกาะมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันพันธะไฮโดรเจนในบริเวณผลึกจะถูกทำลาย และเม็ดแป้งจะขยายทำให้เกิดการพองตัวขึ้น จนที่สุดเม็ดแป้งจะพองเต็มที่ เรียกว่า การเจลาติไนซ์ เซชัน ข้าวที่มีอะมิโลสสูงเม็ดแป้งจะพองตัวได้ยาก ต้องใช้พลังงานความร้อนมากเม็ดแป้งถึงจะพองตัว ทำให้ข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงหุงยาก และข้าวสุกที่ได้จะร่วนและแข็ง เมื่ออุณหภูมิลดลงอะมิโลสที่ใกล้กันก็จะเคลื่อนที่มาจับตัวกันใหม่เรียกว่า การคืนตัวของแป้งมากทำให้เมล็ดข้าวสุกที่ได้แข็งเนื่องจากน้ำที่อะมิโลสดูดซึมน้ำไว้ถูกปล่อยออกมา

2. ความคงตัวของเจล (gel consistency)

ความคงตัวของเจลขึ้นอยู่กับปริมาณอะมิโลสและเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ข้าวนั้นมีคุณภาพการหุงต้มและรับประทานแตกต่างกัน ในข้าวบางพันธุ์ซึ่งมีปริมาณอะมิโลสใกล้เคียงกันแต่ข้าวสุกอาจมีคุณภาพแตกต่างกันบ้าง ทั้งนี้เนื่องจากแป้งสุกเมื่อเย็นแล้วจะมีความแข็งหรือมีความคงตัวแตกต่างกัน มีการแบ่งประเภทข้าวจากค่าความคงตัวเป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าความคงตัวของแป้งสุก

ความคงตัวของแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งไหล (มม.) (แป้ง 100 มก. ใน KOH 0.2 N (2 มล.)
แป้งสุกแข็ง	26 – 40
แป้งสุกปานกลาง	41 – 60
แป้งสุกอ่อน	61 – 100

ที่มา : รุ่งนภา จูจันทร์, 2545 :13

ข้าวที่มีความคงตัวของเจลต่ำจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกนุ่มกว่าข้าวที่มีความคงตัวของเจลสูง เมื่อมีปริมาณอะมิโลสเท่ากัน

3. อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature)

เป็นอุณหภูมิที่ทำให้แป้งกลายเป็นเจลและเปลี่ยนจากลักษณะทึบแสงเป็น โปร่งใส อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม โดยทั่วไปต้องใช้เวลา 14-24 นาที เพื่อต้มเมล็ดข้าวให้สุก ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูงต้องใช้เวลาในการหุงต้มนานกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิแป้งสุกสามารถคาดคะเน ได้โดยการดูจากการทดสอบค่าการสลายเมล็ดในด่าง (alkali test) ของข้าวสามารถแบ่งประเภทข้าวตามระดับอุณหภูมิแป้งสุกเป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสลายเมล็ดในด่างกับอุณหภูมิแป้งสุก

อุณหภูมิแป้งสุก (°C)	ประเภทอุณหภูมิแป้งสุก	ค่าการสลายเมล็ดในด่าง
55 – 69	ต่ำ	6 – 7
70 – 74	ปานกลาง	4 – 5
74.5 – 79	สูง	2 – 3

ที่มา : รุ่งนภา จูจันทร์, 2545 : 14

4. อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongation ratio)

ในระหว่างการหุงต้มเมล็ดข้าวจะขยายตัวโดยรอบ โดยเฉพาะในด้านยาวและในข้าวบางพันธุ์เมล็ดสามารถยืดตัวได้มากซึ่งเป็นลักษณะพิเศษที่เป็นที่นิยม การที่เมล็ดยืดตัวได้มากทำให้เมล็ดข้าวสุกไม่เหนียวติดกัน คุณสมบัตินี้ช่วยเสริมให้ข้าวนั้นขึ้นหม้อดียิ่งขึ้น

2.7 น้ำข้าวข้าว

บรรเทาอาการร้อนกระวนกระวาย กระจายน้ำ รักษาโรคอหิวาตกโรค ช่วยย่อยอาหารและแก้พิษและนอกจากนี้ น้ำข้าวข้าวที่เหลือจากการล้างข้าว ที่ให้ตกตะกอน ส่วนน้ำใส ๆ ด้านบนเก็บไว้ล้างหน้า เก็บส่วนชั้นที่เหลือด้านล่าง ทิ้งเอาไว้ 3-5 คืนจนมีกลิ่นโอ ๆ จากนั้นนำไปย่ำกับผลไม้กรดล้างสะอาด 3 ผล แล้วต้มให้เดือด ต้มไปนาน ๆ กลิ่นที่ไม่หอมก็จะหอมขึ้น เก็บไว้ใช้สระผมจะทำให้ผมแข็งแรง

2.8 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดในอาหาร

ความเป็นกรดในอาหาร หมายถึง ปริมาณกรดทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหารทั้งกรดอินทรีย์ และ กรดอนินทรีย์ มักรายงานผลในรูปของกรดที่มีอยู่มากในอาหารนั้น ๆ การวิเคราะห์หาปริมาณกรด อาจอยู่ในรูปของปริมาณของกรดทั้งหมด (total acidity) ปริมาณกรดที่ระเหยได้ (volatile acidity) และกรดที่ระเหยไม่ได้ (fixed acidity) ชนิดของกรดที่ระเหยได้ในอาหาร คือ กรดอะซิติก ซึ่งเป็น กรดที่พบมากในน้ำส้มสายชู ในอาหารประเภทหมักคอง ซอสชนิดต่าง ๆ ไวน์ มาของเนสและน้ำ สลัดต่างๆ ในน้ำนมรายงานในรูปกรดแลคติก ผักและผักไม้ส่วนใหญ่ในรูปกรดซิตริก แอปเปิ้ล หรือน้ำแอปเปิ้ล รายงานในรูปกรดมาลิก เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถวัดจากพีเอช ของอาหารได้ ด้วย

พีเอช หมายถึง ค่า log ของจำนวนลิตรของสารละลายที่มีไฮโดรเจนไอออน 1 กรัม สมมูลย์ (pH) = $-\log [H^+]$

สารละลายกรดจะมีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนมากกว่าน้ำ ค่าพีเอชจะน้อยกว่า 7 ส่วน สารละลายด่างก็จะมีค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนน้อยกว่าน้ำ ค่าพีเอชจะมากกว่า 7

ค่า พีเอชของอาหาร มีความสำคัญต่อกระบวนการแปรรูปของอาหารบางชนิด เช่น การแข็งตัวของแยม และมาร์มาเลด หรือการเกิดเจลในอาหาร วัตถุดิบที่นำมาใช้แปรรูปอาจมีปริมาณกรด ไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงมีการเติมกรดอินทรีย์บางชนิดลงไป ในอาหารด้วย เพื่อปรับพีเอชให้เหมาะสม ทำให้อาหารมีคุณภาพดีขึ้น เช่น มีการเติมกรดซิตริก และกรดตาร์ตาริก เป็นต้น ค่าพีเอชยังมีความ สำคัญมากต่อคุณภาพของอาหารระหว่างการเก็บรักษาและอาหารที่เน่าเสียเพราะจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนหรือพีเอชของอาหารมากกว่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ ได้จากการไตเตรทและการวัดพีเอชของอาหารยังสามารถเป็นตัวชี้บ่งประสิทธิภาพของวัตถุดิบเสีย ที่ใช้ได้ด้วย

2.8.1 ความเป็นกรดในอาหาร

หมายถึง ปริมาณกรดทั้งหมดที่มีอยู่ในอาหารทั้งกรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์ ซึ่งปริมาณ จะผันแปรไปตามชนิดของอาหารในการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดในอาหาร จะวิเคราะห์หาปริมาณ กรดได้หลายรูปแบบ ได้แก่

ก. ปริมาณกรดทั้งหมด (Total Titratable Acidity, TTA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข. ปริมาณกรดที่ระเหยได้ (Volatile Acidity, VA)
- ค. ปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้ (Fixed Acidity, FA)
- ง. การวัดพีเอชของอาหาร

2.8.2 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในอาหาร ทำได้โดยการไตเตรทสารละลายอาหารตัวอย่างด้วยสารละลายต่างมาตรฐาน ซึ่งนิยมใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.05, 0.1 หรือ 0.5 โมลาร์ โดยใช้อินดิเคเตอร์ เป็นตัวชี้บ่งจุดยุติของการไตเตรทชั้น อินดิเคเตอร์ที่นิยมใช้ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน ซึ่งจะเปลี่ยนสีหรือให้จุดยุติที่พีเอช 8.3-10.3 และ โบรโมโครมอลบูล ซึ่งจะให้จุดยุติที่พีเอช 6.0-7.6 เป็นต้น

การตัดสินใจจุดยุติมีสีอะไรนั้นทำได้ค่อนข้างยาก หากในอาหารตัวอย่างมีบัฟเฟอร์ปนอยู่ด้วยหรืออาหารตัวอย่างมีสีเข้มมากซึ่งอาจแก้ไขโดยใช้อินดิเคเตอร์ให้มากกว่าปกติหรือใช้น้ำกลั่นเติมลงไปในการไตเตรทแบบ Potentiometric titration

ปริมาณกรดทั้งหมดในอาหารมักรายงานในรูปของกรดที่มีอยู่มากที่สุดในอาหารนั้น ๆ เช่น ในน้ำนมรายงานในรูปกรดแลคติก ผักและผลไม้ส่วนใหญ่รายงานในรูปกรดซิตริก แอปเปิ้ล หรือน้ำแอปเปิ้ลรายงานในรูปกรดมาลิกและน้ำส้มสายชูรายงานในรูปกรดอะซิติก เป็นต้น

ในอุตสาหกรรมอาหารมักรายงานความเป็นกรดของอาหารในรูป “จำนวนมิลลิเมตรของสารละลายต่างมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับกรดที่มีอยู่ในอาหารตัวอย่างจำนวน 10 กรัม” ในบางกรณีความเป็นกรดอาจรายงานในรูปของน้ำหนักสมมูลย์ของด่างที่เหมาะสม เช่น การใช้ส่วนผสมของเกลือฟอสเฟตในผงฟู มักรายงานในรูปของเกลือ โซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นต้น อย่างไรก็ตามการไตเตรท เช่น ไม่สามารถชี้บ่งได้ว่าในอาหารมีกรดแก่หรือกรดอ่อน มากน้อยเท่าใด นอกจากนี้ยังทำได้ titration curve หรือทำการวัดหาปริมาณไฮโดรเจนไอออน ในรูปค่าพีเอชของอาหาร

2.8.3 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดที่ระเหยได้และที่ระเหยไม่ได้

ปริมาณกรดทั้งหมดในอาหารคือ ผลรวมของปริมาณกรดที่ระเหยได้ และปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้ ชนิดของกรดที่ระเหยได้ในอาหารคือ กรดอะซิติก ซึ่งเป็นกรดที่มีมากในน้ำส้มสายชู และพบมากในอาหารอีกหลายชนิด เช่น อาหารดอง (pickles) ซอสชนิดต่าง ๆ อาหารหมักบางชนิด เช่น ไวน์ มายองเนส และน้ำสลัดชนิดต่าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพวกกรดไขมันที่มีน้ำหนัก

โมเลกุลต่ำ (จำนวนคาร์บอน 4-10 อะตอม) ซึ่งสามารถระเหยได้ด้วยสำหรับกรดที่ระเหยไม่ได้จะเป็นกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอาหาร รวมทั้งกรดอะมิโนด้วย

ในการวิเคราะห์หาปริมาณกรดดังกล่าว ทำได้โดยการนำอาหารตัวอย่างมาหาปริมาณกรดทั้งหมดเสียก่อนหลังจากนั้นนำอาหารตัวอย่างมาหาปริมาณกรดที่ระเหยไปได้ โดยการต้มไล่กรดที่ระเหยได้ออกไปจากอาหารตัวอย่างให้หมดแล้วนำส่วนที่เหลือจากการระเหยมาละลาย ไตเตรทหาปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของกรดดังกล่าวในอาหารตัวอย่างได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดที่ระเหยได้} = \text{เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด} - \text{เปอร์เซ็นต์กรดที่ระเหยไม่ได้}$$

ปริมาณกรดที่ระเหยได้ในอาหารยังสามารถคำนวณได้ในรูปของเปอร์เซ็นต์กรดที่ระเหยได้ในน้ำ (Volatile acid in aqueous phase)

$$\% A_{99} = \frac{\% VA \times 100}{\% VA + \% W}$$

โดยกำหนดให้ W = ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหารตัวอย่าง
A₉₉ = กรดที่ระเหยในน้ำ

เปอร์เซ็นต์กรดที่ระเหยได้ทั้งหมดในอาหาร = เปอร์เซ็นต์กรดที่ระเหยได้ + % น้ำ ในผลิตภัณฑ์
อาหารบางชนิดจะมีค่า A₉₉ ไม่น้อยกว่า 3.5%

2.9 การวัด pH ของอาหาร

pH หมายถึง ค่า log ของจำนวนลิตรของสารละลายที่มีไฮโดรเจนไอออน
กรัมสมมูลย์ (gram – equivalent)

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

น้ำบริสุทธิ์ที่สถานะเป็นกลางมีพีเอชเท่ากับ 7 สารละลายกรดจะมีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนมากกว่าน้ำ ค่าพีเอชจะน้อยกว่า 7 ระหว่างสารละลายกรดแก่และกรดอ่อนที่มีความเข้มข้นเท่ากันจะมีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนไม่เท่ากัน ทำให้ค่าพีเอชแตกต่างกันตัวอย่างเช่น สารละลายกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ มีค่าพีเอชเท่ากับ 1 ในขณะที่สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ มีค่าพีเอชเท่ากับ 2.9 ส่วนสารละลายที่มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนน้อยกว่าน้ำจะมีพีเอชมากกว่า 7 เช่น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.1 โมลาร์พีเอชเท่ากับ 13 อย่างไรก็ตามอาหารทุกชนิดจะมีพีเอชต่ำกว่า 7 เสมอยกเว้นน้ำประปา อาจมีพีเอชสูงกว่า 7 ได้ ถ้ามีเกลือละลายอยู่ด้วย

2.9.1 การวัดค่า พีเอช ของอาหาร สามารถทำได้โดยใช้ colour indicator หรือใช้วิธี eletrometric ในการทำ acid-bass titration ใช้สำหรับการไตเตรทชั้นที่มีการเปลี่ยนสี ที่ค่าพีเอชหนึ่งๆ ฟีนอล์ฟธาลีนจะเปลี่ยนจาก ไม่มีสีเป็นสีชมพูที่พีเอชประมาณ 9 แต่พีเอชของอาหารไม่สูง ดังนั้นจึง นิยมใช้ pH indicator paper ซึ่งมีจำหน่ายในช่วงพีเอชต่างๆ กันและช่วงห่างของพีเอชประมาณ 0.5 หรือน้อยกว่า 1 หน่วยพีเอช

2.9.2 การวัดค่าพีเอช โดยวิธี electrometric ด้วยพีเอชมิเตอร์เป็นการวัด potential difference ระหว่าง electrode 2 อัน ซึ่งประกอบด้วย glass electrode และ calomel electrode การวัด โดยวิธีนี้ทำได้สะดวกและได้ค่าที่ถูกต้อง ก่อนใช้เครื่อง pH meter ทุกครั้ง ควรปรับให้อ่านค่าถูกต้องเสียก่อน โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบค่าพีเอชแน่นอน บัฟเฟอร์ที่นิยมใช้ปรับความถูกต้องของเครื่องพีเอช 2 ชนิด ได้แก่

ก) สารละลาย potassium hydrogen phthalate

ความเข้มข้น 0.0496 โมลาร์ เตรียมได้โดยชั่ง $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ บริสุทธิ์มา 3.8 กรัมละลายในน้ำกลั่นหรือน้ำปราศจากแร่ธาตุ จำนวน 1 ลิตร สารละลายที่ได้จะมีพีเอช 4.002 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

ข) สารละลาย borax

ความเข้มข้น 0.00997 โมลาร์ เตรียมได้โดยชั่ง $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ บริสุทธิ์มา 3.8 กรัมละลายในน้ำกลั่นหรือน้ำปราศจากแร่ธาตุ จำนวน 1 ลิตร สารละลายที่ได้จะมีพีเอช 9.22 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

น้ำผลไม้เขย่าให้กันดีแล้วกรอง บีบน้ำผลไม้มา 10 มิลลิลิตรในพลาสติกขนาด 125 มิลลิลิตร ถ้าตัวอย่างอาหารมีสีเข้มมากให้ใส่น้ำกลั่นเติมลงไปให้ตัวอย่างสีจางลง

2.9.3 การวัดค่าพีเอชโดยเครื่อง pH meter เป็นการวัดค่าความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ปรับ pH meter ให้อ่านค่าได้ถูกต้อง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบพีเอชที่แน่นอนพีเอช 4.00 และพีเอช 7.00 ตามลำดับ

2. ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น เช็ดให้แห้ง แล้วจุ่มลงในน้ำกลั่นหรือในสารละลายบัฟเฟอร์เพื่อนำไปใช้งานได้ที่ทันที

2.9.4 การหาปริมาณกรดทั้งหมด

1. คุุสารละลายอาหารที่เตรียมได้ ไปวัดพีเอชด้วยเครื่อง pH meter อีกส่วนจำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในพลาสติกขนาด 25 มิลลิลิตร

2. เติมฟีนอล์ฟทาลินอินดิเคเตอร์ (1% alcohol 2-3 หยด) เขย่าให้เข้ากัน

3. แล้วนำไปไตเตรทกับสารละลายค่างมาตรฐาน ซึ่งเปลี่ยนสีหรือใช้จุดยุติเป็นสีชมพูที่พีเอช 8.8-10.3 แล้วทดลองซ้ำ

4. คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับปริมาณกรดที่มีอยู่มากในตัวอย่างอาหารนั้นๆ

$$\text{คำนวณค่า \% acidity} = \frac{\text{ml. N ของ NaOH} \times \text{กรัมสมมูลของกรด} \times 100}{\text{ml. (or gm.) sample} \times 1000}$$

อิเล็กโทรดที่ใช้มีหลายชนิดสำหรับใช้กับอาหารต่างชนิดกัน probe electrode ใช้สำหรับวัดพีเอชของเนื้อ (carcase meat)

2.10 การดูแลรักษาอิเล็กโทรด

มีความสำคัญมากควรแช่อิเล็กโทรดไว้ในน้ำกลั่นหรือในสารละลายบัฟเฟอร์เพื่อที่ได้นำมาใช้ได้ทันที และมีอายุการใช้ ได้นานระว่างอย่าให้นำหรือบัฟเฟอร์ในบีกเกอร์ที่แช่อิเล็กโทรดแห้ง

อาหารตัวอย่างที่เป็นของเหลวสามารถวัดค่าพีเอชได้โดยตรงถ้าเป็นอาหารประเภท moist food หรือ semi- moist food ควรนำมาปั่นกับน้ำกลั่นให้เป็นของเหลวเสียก่อนจึงนำไปวัดค่าพีเอช

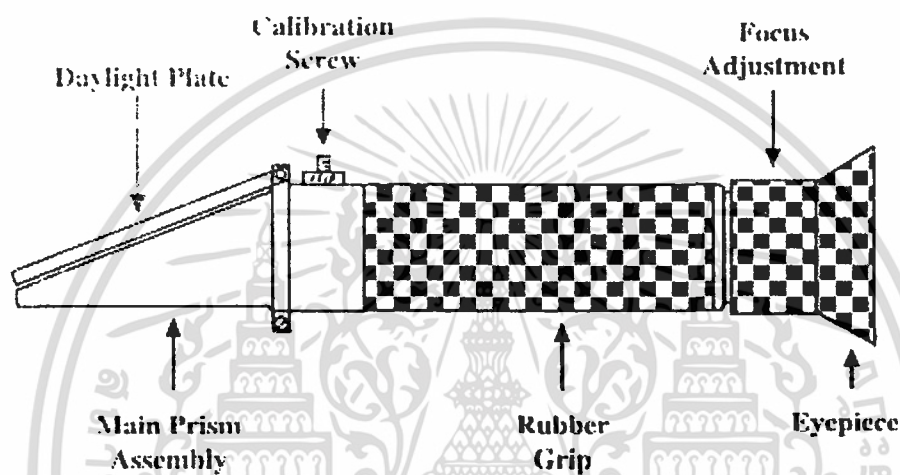
ค่าพีเอชของอาหารมีความสำคัญต่อกระบวนการแปรรูปของอาหารบางชนิด เช่น การแข็งตัวของแยมและมาร์มาเลดหรือการเกิดเจลในอาหารวุ้นที่นำมาใช้แปรรูปอาจมีปริมาณกรดไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงมีการเติมกรดอินทรีย์บางชนิดลงไป ในอาหารด้วยเพื่อปรับพีเอชให้เหมาะสมทำให้อาหารมีคุณภาพดีขึ้น เช่น มีการเติมกรดซิตริกและกรดคาร์ตาริก เป็นต้น

ค่าพีเอชของอาหารยังมีความสำคัญมากต่อคุณภาพของอาหารระหว่างการเก็บรักษาและในอาหารที่เน่าเสีย เพราะจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์และการเจริญของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนหรือพีเอชของอาหารมากกว่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ได้จากการไตเตรทชันและการวัดพีเอชของอาหารยังสามารถเป็นตัวชี้บ่งประสิทธิภาพของวัตถุกันเสียที่ใช้ได้ด้วย

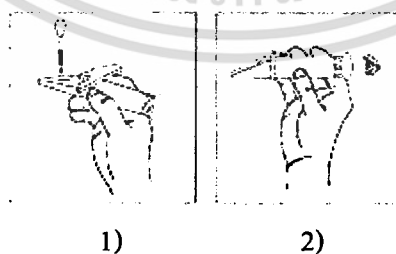
2.11 ส่วนประกอบของรีแฟรคโตมิเตอร์



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของรีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer)

2.12 การตรวจสอบความหวานของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหาร

หยดตัวอย่างอาหาร (เหลว) เพียงเล็กน้อยลงบน main prism และเปิด daylight plate จากนั้นอ่านค่าที่ปรากฏแล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการตรวจสอบความหวานของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ วัสดุดิบ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์

1. ตะแกรง
2. อ่างผสม
3. ขวดโหลมีฝาปิดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
4. หม้อสำหรับฆ่าเชื้อขวดโหล
5. ทัพพี
6. เต้าแก๊ส
7. รีแฟรคโตมิเตอร์ (Refractometer) รุ่น ATAGO N-1 α Brix 0 ~ 32 % made in Japan
8. เครื่องวัดพีเอช (pH Meter) รุ่น precisa pH 900 swissmada
9. ปิเปต
11. กระดาษชำระ
12. กระจกน้ำกลั่น
13. บิวเรตต์
14. ฟลาสค์ขนาด 125 ml.
15. หม้ออัดความดัน
16. ฟลาสค์
17. บีกเกอร์
18. กระจกตวง
19. แท่งแก้ว
20. จานเพาะอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
21. ตะเกียงแอลกอฮอล์
22. เครื่องชั่งชนิดละเอียด
23. แผ่นความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. สำลี
25. กระดาษอลูมิเนียมฟอยล์
26. หม้อ
27. ผ้าขาวบาง
28. ขวดโหลปากกว้าง

3.1.2 วัตถุดิบ

1. ผักกาดเขียวทั้งต้น
2. เกลือป่น
3. น้ำสะอาด
4. น้ำข้าวข้าว
5. น้ำมะพร้าวแก่
6. ข้าวเหนียวต้มสุก
7. มันฝรั่ง
8. วุ้น
9. น้ำตาลเด็กโตรส (Dextrose)
10. น้ำกลั่น

3.1.3 สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟธาเลิน
2. สารละลายมาตรฐาน ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.2 วิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกรดแลคติก และการเปลี่ยนแปลงของพีเอช ที่เกิดระหว่างการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ต่อชนิดของคาร์บอน ได้แก่ น้ำข้าวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุกได้เป็นข้อมูลคร่าวๆ เพื่อเป็นแนวในการทดลองอีกครั้ง

2. การศึกษาผลของคาร์บอนที่เกิดขึ้นระหว่างการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้น้ำข้าวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุกเป็นแหล่งคาร์บอน เพื่อให้แบคทีเรียสร้างกรดแลคติกระหว่างการดองเปรี้ยวที่อายุการหมัก 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด การเปลี่ยนแปลงของพีเอช และเปอร์เซ็นต์บริกซ์
4. บันทึกผลการทดลอง

3.3 การวัดพีเอชด้วยเครื่อง pH meter

เป็นการวัดค่าความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรดดังนี้

1. ปรับ pH meter ให้อ่านค่าได้ถูกต้อง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบพีเอชได้แน่นอน
2. ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น เช็ดให้แห้งแล้วจุ่มลงในตัวอย่างอาหารที่ต้องการวัดอ่านค่าพีเอชที่ได้จาก pH meter
3. ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น เช็ดให้แห้งแล้วแช่ในน้ำกลั่นหรือสารละลายบัฟเฟอร์เพื่อนำไปใช้งานครั้งต่อไปได้ทันที

3.4 การตรวจสอบความหวานในผักกาดคองเปรี้ยว

ความหวานที่เกิดขึ้นระหว่างการคองเปรี้ยวจะเกิดขึ้นเพราะวัตถุดิบและแหล่งของคาร์บอนมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตอยู่ เช่น ผักกาดเขียว น้ำข้าวข้าว น้ามะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุกจึงต้องมีการตรวจวัดความหวาน โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า รีแฟรคโตมิเตอร์ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

- 1) ตรวจสอบเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่ เช่นมีส่วนที่ชำรุดเสียหายหรือไม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ และระดับของบริกซ์เหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่
- 2) ทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อยจากนั้นเช็ดด้วยกระดาษชำระเบา ๆ
- 3) หยดตัวอย่างอาหาร (เหลว) เพียงเล็กน้อย
- 4) อ่านค่าที่ปรากฏแล้วบันทึกค่าที่อ่านได้
- 5) ทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อยจากนั้นเช็ดด้วยกระดาษชำระเบา ๆ อีกครั้ง ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการตรวจสอบความหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบความหวานที่เกิดขึ้นระหว่างการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวใช้รีแฟรคโตมิเตอร์ 0-32 Brix เนื่องจากความหวานที่ปรากฏเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีของผักกาดเขียวและแหล่งคาร์บอนที่ใช้ในการดองเปรี้ยว



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเป็นกรดในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการดองเปรี้ยวผักกาดเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

ห้องปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปอาหาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

3.6 ระยะเวลาดำเนินงาน

เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2546



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการวิจัย

การศึกษาเบื้องต้นถึงผลของคาร์บอนชนิดต่างๆ ต่อการคงเปรี้ยวผักกาดเขียวโดยทำการทดลองหมักผักกาดเขียวตามกรรมวิธีในท้องถิ่นและใช้น้ำดองที่มีความเข้มข้นของเกลือ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้น้ำเกลือ น้ำขาวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุกเป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อวิเคราะห์ค่าพีเอช เฟอร์เซ็นต์กรดแลคติกที่อายุการหมัก 0-4 วัน

การเปลี่ยนแปลงพีเอช เฟอร์เซ็นต์บริกซ์ และกรดแลคติกในระหว่างการคงเปรี้ยวผักกาดเขียว

จากการนำน้ำดองที่ได้ผ่านกระบวนการหมักมาตรวจสอบพบว่าพีเอชเริ่มต้นอยู่ที่ประมาณ 6-8 ซึ่งค่อนข้างเป็นกลาง เนื่องจากยังไม่เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอาหารมากนัก หลังจากอายุการหมัก 4 วัน เมื่อตรวจสอบน้ำดองอีกครั้งพบว่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงแสดงว่ามีกรดแลคติกเกิดขึ้นในระหว่างการคง (ตาราง ในภาคผนวก ก ที่ 11) เนื่องจากจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักเริ่มสร้างกรดทำให้เฟอร์เซ็นต์กรดแลคติกเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาเบื้องต้นพอเป็นแนวทางในการทำการทดลองต่อไป โดยทดลองในทริทเมนต์เดียวกัน แต่เก็บตัวอย่างน้ำดองมาวิเคราะห์พีเอช เฟอร์เซ็นต์กรดแลคติก และเฟอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0 1 2 3 4 และ 5 วัน ผลการหมักแสดงในตารางที่ 10

จากตารางที่ 10 ผลการคงเปรี้ยวโดยใช้คาร์บอนชนิดต่างๆ พบว่าชุดควบคุมซึ่งใช้น้ำเกลือค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.26 ลดลงเป็น 5.26 4.70 4.19 3.81 และ 3.74 เฟอร์เซ็นต์กรดแลคติกเริ่มต้นเท่ากับ 0.0109 เพิ่มขึ้นเป็น 0.0580 0.1310 0.2910 0.4740 และ 0.5720 ส่วนเฟอร์เซ็นต์บริกซ์เริ่มต้นเท่ากับ 5.6 4.2 4.0 4.6 5.0 และ 5.0 ที่อายุการหมัก 0 1 2 3 4 และ 5 วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ผลของคาร์บอนที่เกิดขึ้นระหว่างการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวที่อายุการหมัก 0-5 วัน

แหล่งคาร์บอน	ระยะการหมัก (วัน)	pH	Lactic acid (%)	Brix (%)
น้ำเกลือ	0	6.26	0.0109	5.6
	1	5.26	0.0580	4.2
	2	4.70	0.1310	4.0
	3	4.19	0.2910	4.6
	4	3.81	0.4740	5.0
	5	3.74	0.5720	5.0
น้ำซาวข้าว	0	6.19	0.0109	5.0
	1	5.25	0.1057	4.0
	2	3.99	0.2990	4.0
	3	3.69	0.4560	4.4
	4	3.59	0.5470	4.6
	5	3.52	0.6420	4.8
น้ำมะพร้าวแก่	0	5.52	0.0145	6.8
	1	5.52	0.0760	5.6
	2	4.50	0.0870	6.0
	3	3.38	0.2590	6.4
	4	3.31	0.3530	6.6
	5	3.32	0.4450	7.0
ข้าวเหนียวต้มสุก	0	5.04	0.0620	8.8
	1	5.04	0.1450	6.2
	2	4.80	0.2330	6.2
	3	3.83	0.5830	6.6
	4	3.68	0.8020	6.4
	5	3.57	0.8930	6.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนน้ำข้าวข้าวคั่วพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.19 ลดลงเป็น 5.25 3.99 3.69 3.59 และ 3.52 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเริ่มต้นเท่ากับ 0.0109 เพิ่มขึ้นเป็น 0.1057 0.2990 0.4560 0.5470 และ 0.6420 ส่วนเปอร์เซ็นต์บรีคเริ่มต้นเท่ากับ 5.0 4.0 4.0 4.4 4.6 และ 4.8 ที่อายุการหมัก 0 1 2 3 4 และ 5 วัน ตามลำดับ

น้ำมะพร้าวแก่ค่าพีเอชเริ่มต้นถึงหนึ่งวันเท่ากับ 5.52 ลดลงเป็น 4.50 3.38 3.31 และ 3.32 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเริ่มต้นเท่ากับ 0.0145 เพิ่มขึ้นเป็น 0.0760 0.0870 0.2590 0.3530 และ 0.4450 ส่วนเปอร์เซ็นต์บรีคเริ่มต้นเท่ากับ 6.8 5.6 6.0 6.4 6.6 และ 7.0 ที่อายุการหมัก 0 1 2 3 4 และ 5 วัน ตามลำดับ

ข้าวเหนียวต้มสุกค่าพีเอชเริ่มต้นถึงหนึ่งวันเท่ากับ 5.04 ลดลงเป็น 4.80 3.83 3.68 และ 3.57 เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเริ่มต้นเท่ากับ 0.0620 เพิ่มขึ้นเป็น 0.1450 0.2330 0.5830 0.8020 และ 0.8930 ส่วนเปอร์เซ็นต์บรีคเริ่มต้นเท่ากับ 8.8 6.2 6.2 6.6 6.4 และ 6.6 ที่อายุการหมัก 0 1 2 3 4 และ 5 วัน ตามลำดับ

4.2 วิจารณ์ผล

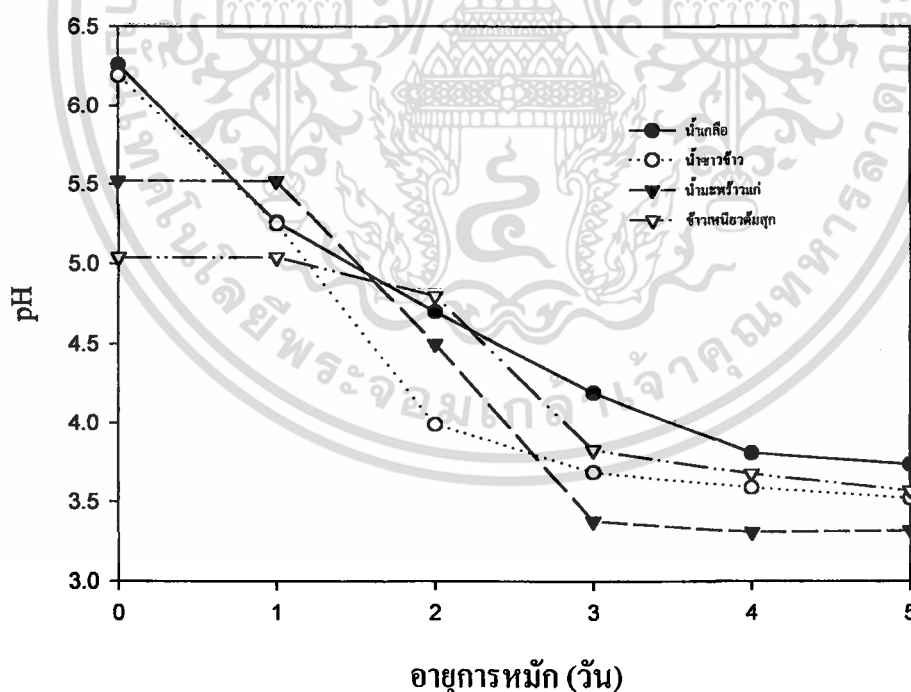
การผลิตผักกาดเขียวคองเปรี้ยวโดยใช้แหล่งคาร์บอนใน น้ำเกลือ น้ำข้าวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุกที่อายุการหมัก 0-5 วัน ตามวิธีธรรมชาติ จากนั้นอาศัยจุลินทรีย์เริ่มต้นทำให้เกิดการหมักโดยแบคทีเรียกรดแลคติก ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เจริญในสภาวะที่ไม่มีอากาศ แต่ในสภาวะที่มีอากาศก็สามารถอยู่ได้ ในระยะเริ่มต้นของการหมักแบคทีเรียกรดแลคติกจะสร้างกรดต่ำ เมื่อการหมักดำเนินไปแบคทีเรียกรดแลคติกจะสร้างกรดขึ้นมาก เกิดการผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งแก๊สนี้จะเข้าไปแทนที่อากาศและทำให้เกิดภาวะไร้อากาศขึ้นในขวดโหลหมัก (สุมนชา วัฒนสินธุ์, 2545 : 301) การสร้างกรดแลคติกยังคงดำเนินต่อไป เพราะแบคทีเรียกรดแลคติกสร้างพลังงานจากการย่อยสลายสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตจากวัตถุดิบหลักและแหล่งคาร์บอนมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์บรีคเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งเปอร์เซ็นต์บรีคที่เกิดขึ้นมีส่วนทำให้ปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้น โดยเชื้อสามารถใช้เป็นแหล่งคาร์บอนในการสร้างกรดทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดรสเปรี้ยว

ในระหว่างการคองเปรี้ยวผักกาดเขียวนี้ แบคทีเรียกรดแลคติกจะสร้างกรดขึ้นมาทำให้พีเอชลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 3 สอดคล้องกับข้อมูลของสุมนชา วัฒนสินธุ์, 2545 : 301 ที่ว่าแบคทีเรียกรดแลคติกจะสร้างกรดขึ้นมาพอที่ทำให้พีเอชลดลงมาอยู่ต่ำกว่า 4 ซึ่งจะมีสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสีย ดังนั้นจึงทำให้พีเอชของอาหารลดลงมีผลทำให้ผักกาดคองมีรสเปรี้ยว ในช่วงท้ายของการหมัก (ที่อายุการหมัก 5 วัน) ผลิตภัณฑ์จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

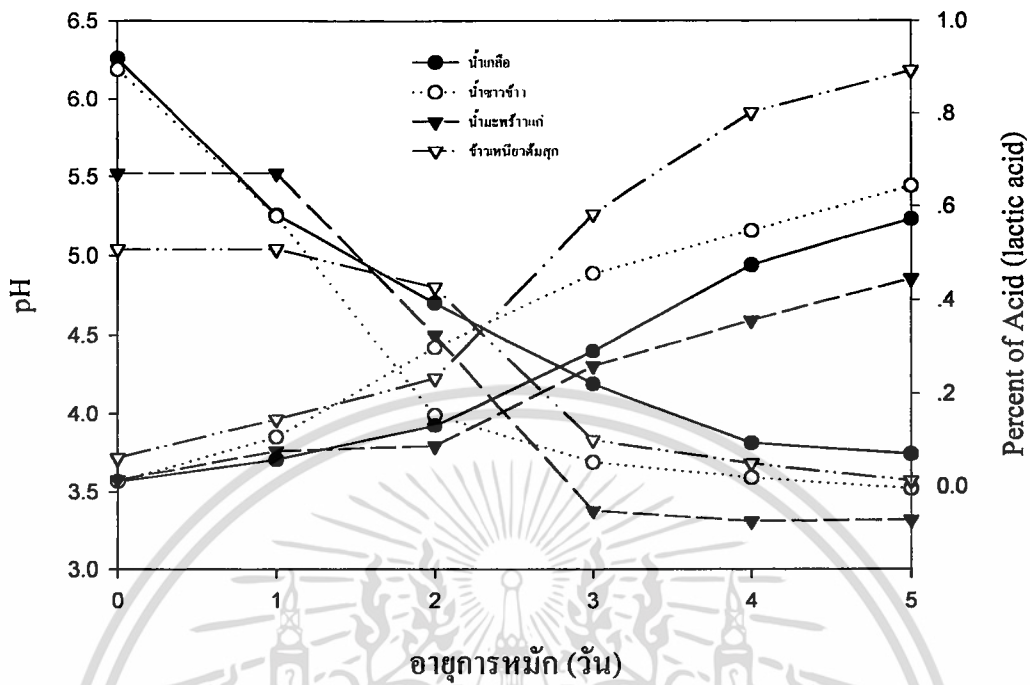
กรดแลคติกเกิดขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเริ่มต้น กรดแลคติกที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ค่าพีเอชของน้ำดองลดต่ำลง ความเป็นกรดสูงและพีเอชต่ำจึงมีผลยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ สำหรับกลิ่นรสของผักกาดดองขึ้นอยู่กับ กิจกรรมของแบคทีเรียกรดแลคติกที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

การผลิตผักกาดเขียวดองเปรี้ยวได้ใช้ผักกาดเขียวที่มีสีเขียวสดมาทำการหมัก แสดงในภาพที่ 12 (ภาคผนวก ก) เมื่อเริ่มทำการหมักที่วันแรกสีของผักยังไม่เปลี่ยนแปลงเมื่ออายุการหมักวันที่ 3 สีของผักมีลักษณะค่อนข้างซีดเหลือง แสดงในภาพที่ 13 จนกระทั่งอายุการหมักครบ 5 วันพบว่าผักกาดเขียวมีสีเหลือง แสดงในภาพที่ 14 ทั้งนี้เนื่องจากเดิมผักใบเขียวจะมีรงควัตถุ เรียกว่า คาร์โรทีนอยด์อยู่ ซึ่งจะให้สีเหลือง สีสแดง และสีเขียว แต่ไม่ปรากฏให้เห็น เพราะถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์ปกคลุมอยู่ แต่จะปรากฏเมื่อคลอโรฟิลล์สลายตัวออก เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์แสงไม่ทำงาน คาร์โรทีนอยด์จึงเด่นชัดขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผักกาดเขียวดองเปรี้ยวมีสีเหลือง นอกจากนี้จะเห็นว่าผักกาดเขียวมีลักษณะเหี่ยวยุบลง เนื่องจากความเข้มข้นของเกลือจะดึงเอาสารอาหารต่างๆ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำ รวมถึงรงควัตถุของผักออกมาแล้วเกลือจะเข้าไปแทนที่ ส่งผลให้ผักกาดเขียวเหี่ยว และน้ำดองมีสีของรงควัตถุด้วย

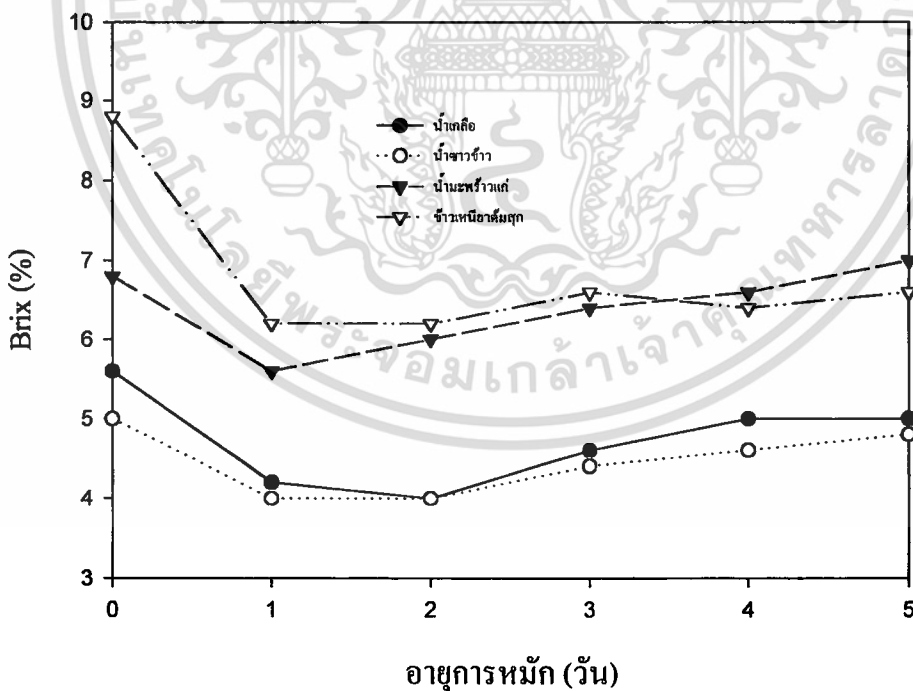


ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของพีเอช ที่อายุการหมัก 0-5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของพีเอชและเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก ที่อายุการหมัก 0-5 วัน



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์บริกซ์ ที่อายุการหมัก 0-5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าแหล่งคาร์บอนสำหรับใช้ของผักกาดเขียวต่างชนิดกันมีค่าพีเอชแตกต่างกัน โดยมีค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 6.26 6.19 5.52 และ 5.04 เมื่ออายุการหมัก 5 วัน มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.74 3.52 3.32 และ 3.57 ในการหมักที่ใช้ น้ำเกลือ น้ำข้าวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุก ตามลำดับ โดยการเปลี่ยนแปลงของพีเอชระหว่างการหมักที่แหล่งคาร์บอนต่างๆ ลดลงทุกวันยกเว้นค่าพีเอชของน้ำมะพร้าวแก่และข้าวเหนียวต้มสุกไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในวันแรกของการหมักเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.0109 0.0109 0.0145 และ 0.0620 เมื่ออายุการหมัก 5 วัน เปอร์เซ็นต์กรดแลคติกมีค่าเท่ากับ 0.572 0.642 0.445 และ 0.893 ในการหมักที่ใช้ น้ำเกลือ น้ำข้าวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุก ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์บรีคมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 5.6 5.0 6.8 และ 8.8 เมื่ออายุการหมัก 5 วัน เปอร์เซ็นต์บรีคมีค่าเท่ากับ 5.0 4.8 7.0 และ 6.6 ในการหมักที่ใช้ น้ำเกลือ น้ำข้าวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวเหนียวต้มสุก ตามลำดับ แสดงว่าการผลิตผักกาดเขียวดองเปรี้ยวที่อายุการหมัก 0-5 วัน การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์บรีคที่อายุการหมัก 0-2 วัน ลดลง แต่น้ำข้าวข้าวและข้าวเหนียวต้มสุกไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อสิ้นสุดอายุการหมักเปอร์เซ็นต์บรีคโดยรวมลดลงจากเริ่มต้นเพียงเล็กน้อย

โดยภาพรวมการเปลี่ยนแปลงของพีเอชและเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกในระหว่างการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวที่สภาวะการหมักเดียวกันระดับพีเอชเริ่มต้นสูงและลดลงทุกวันจนสิ้นสุดอายุการหมัก 5 วัน ขณะเดียวกันกรดแลคติกเริ่มต้นเกิดขึ้นน้อยและเพิ่มขึ้นทุกวันจนสิ้นสุดอายุการหมัก จากข้อมูลทั้งหมดจะเห็นได้ว่าแหล่งคาร์บอนจากข้าวเหนียวต้มสุกเหมาะสมสำหรับการดองเปรี้ยวผักกาดเขียวตามกรรมวิธีในท้องถิ่นมากที่สุด เนื่องจากเปอร์เซ็นต์กรดแลคติกเมื่อสิ้นสุดอายุการหมักเกิดขึ้นสูง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเกิดกรดแลคติกที่ว่าพีเอชสูงปริมาณกรดต่ำ ถ้าพีเอชต่ำปริมาณกรดสูง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. อาจหันผักกาดเขียวเป็นจีนเพื่อความสะดวกในการบรรจุและการแทรกซึมของน้ำดอง
2. ไม่ควรใช้น้ำมะพร้าวจากมะพร้าวที่เริ่มงอก เพราะมีปริมาณไขมันสูง จะทำให้น้ำเสียง่าย
3. น้ำมะพร้าวที่นำมาใช้ควรเป็นน้ำมะพร้าวแก่ สด ใหม่ และไม่เน่าเสีย เพราะมีคุณค่าทางอาหารเหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์
4. ควรเติมน้ำดองให้ท่วมตัวผักกาดเขียว
5. ควรเพิ่มปริมาตรน้ำที่จะทำน้ำดองอีกเล็กน้อย เนื่องจากความร้อนจากการต้มจะทำให้น้ำระเหยออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- เกษตรกรรม. 2534. คู่มือเกษตรกรการปลูกผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งวัฒนาการพิมพ์. 155 น.
- จินตนา บุนนาค. 2546. คู่มือปฏิบัติการวิชาเคมีอาหาร (Food Chemistry). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 42 น.
- เฉลิมกาญจน์ ทรัพย์เอนกยศและอรวรรณ เหมือนอูย. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วันสวรรค์จากน้ำสมุนไพร. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 54 น.
- ชัยโย ชัยชาญทิพยุทธและคณะ. 2524. สมุนไพร. ลำดับที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 267 น.
- ทศพร แจ่มจรัส. 2531. ผักฤดูหนาวและผักตระกูลกะหล่ำ WINTER VEGETABLE AND CRUCIFEROUS CROPS. กรุงเทพฯ : 147 น.
- ธีรนารถ วงษ์ยี่. 2543. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ตั้งน้ำจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 40 น.
- นภา โล่ห์ทอง. เทคโนโลยีชีวภาพกับการพัฒนาการผลิตอาหารหมัก. ปีที่ 2. ฉบับที่ 1 (กันยายน 2543). น. 6, 9
- เบญจพร จันทรวี. 2543. สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องกรรมวิธีการผลิตวันมะพร้าว. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 41 น.
- เมืองทอง ทวนทวี และ สุรรัตน์ปัญญาโตนะ ทวนทวี. 2532. สวนผัก 2 ฉบับ ผักบ้านเรา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ทั้งฮั่วชิน. 244 น.
- รุ่งนภา จูจันทร์. 2545. การศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 89 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิภารัตน์ เพชรชู. 2542. เกลือผสมปูนน้ำมะพร้าวเคลือบรื้อต่ำ. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญา
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
87 น.

ศิริลักษณ์ สิ้นขวาล้อย. 2525. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 2 หลักการถนอมอาหารและควบคุมคุณภาพอาหาร
(ฉบับปรับปรุง). กส.บ คหกรรมศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) พ.ม. 263 น.

สมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2545. 470 น.

สมภพ จิตะวสันต์. 2526. หลักการปลูกผัก FRINCITPLE OF OLERICULTURE. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ : 98 น.

อภิสิทธิ์ อีสริยานุกุลและคณะ. 2529. คู่มือการปลูกผักสวนครัวเพื่อเศรษฐกิจและโภชนาการ.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งวัฒนาการพิมพ์. 135 น.

อรรวรรณ เคนสุขเจริญ. 2543. การถนอมอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : 87 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการดองเปรี้ยวและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพระหว่างการหมัก

1. ส่วนประกอบของน้ำดอง

ผักกาดเขียว เป็นต้น 1 ต้น (ใหญ่)

เกลือ 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 25 กรัม

น้ำดอง 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 480 มิลลิลิตร

(น้ำซาวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และข้าวสาร 20 กรัม (ข้าวเหนียวต้มสุก))

2. วิธีทำ

1. ล้างผักกาดผักกาดเขียวให้สะอาดทั้งด้านนอกและด้านในผัก แล้วนำไปผึ่งแดดประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อลดปริมาณน้ำในผัก ทำให้ผักนิ่ม
2. เตรียมน้ำดองซึ่งได้แก่ น้ำเปล่า น้ำซาวข้าว น้ำมะพร้าวแก่ และน้ำเปล่าสำหรับต้มข้าวเหนียวโดยต้มให้เดือด ยกเว้นน้ำซาวข้าว
3. เติมเกลือคนให้ละลาย ยกออกจากเตาได้น้ำดองจากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. บรรจุผักกาดเขียว โดยให้โคลนผักอยู่ด้านบน ลงในขวดปากกว้างให้มีลักษณะแน่นพอดี
5. เติมน้ำดองให้ท่วมผัก แล้วปิดฝาให้สนิท หมักทิ้งไว้นาน 5 วัน จะได้ผักกาดดองเปรี้ยว

3. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพระหว่างการหมัก



ภาพที่ 12 การบรรจุ



ภาพที่ 13 อายุการหมักที่เริ่มต้น (0 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 อายุการหมักที่ 3 วัน



ภาพที่ 15 อายุการหมักที่ 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ความเป็นกรดในน้ำดองเปรี้ยวผักกาดเขียว

1. อุปกรณ์

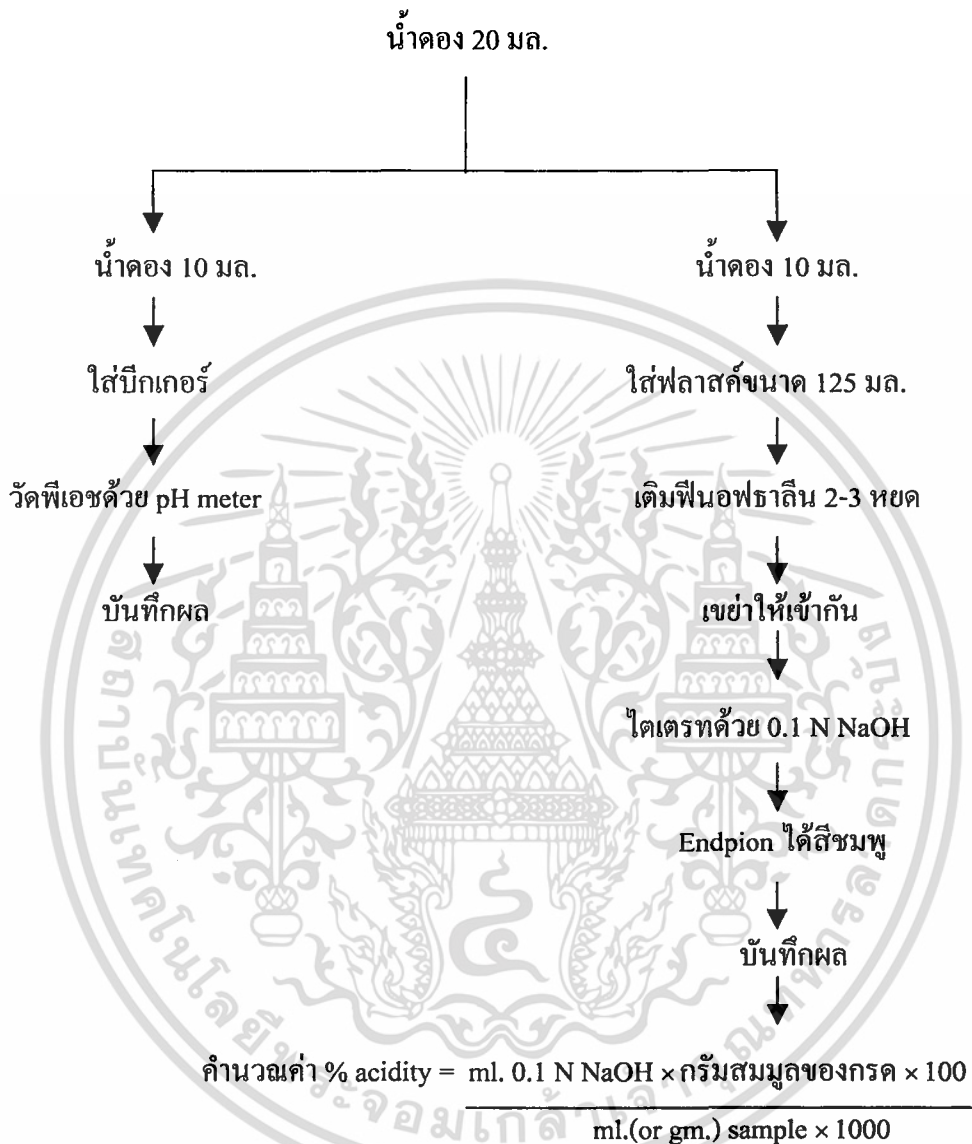
1. เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
2. บิวเรต
3. ปิเปต
4. ฟลาสค์
5. บีกเกอร์

2. สารเคมี

1. ฟีนอล์ฟทาลีน
2. สารละลายมาตรฐาน ไดแก๊ซไฮดรอกไซด์ (NaOH)
3. โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีการ



ภาพที่ 16 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเป็นกรดในน้ำดองเปรี้ยวผักกาดเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 11 ผลข้อมูลเบื้องต้นของคาร์บอนที่เกิดขึ้นระหว่างการดองเปรี้ยวผักกาดเขียว

แหล่งคาร์บอน	อายุการหมัก (วัน)	พีเอช (pH)	Lactic acid (%)
น้ำเกลือ	0	8.5	-
	4	3.925	0.524
น้ำซาวข้าว	0	7	-
	4	3.6	0.691
น้ำมะพร้าวแก่	0	6.5	-
	4	3.985	1.036
ข้าวเหนียวต้มสุก	0	8.5	-
	4	3.385	0.691

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้