



บทปฏิบัติการที่ 2

กะหล่ำปลีดอง (Sauerkraut)

กะหล่ำปลีดองเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักกะหล่ำปลีด้วยแบคทีเรียแลคติกโดยธรรมชาติ การทำกะหล่ำปลีดองในสมัยดั้งเดิมแตกต่างจากการทำในสมัยปัจจุบัน โดยขั้นแรกจะนำใบกะหล่ำปลีมาแช่ในไวน์เปรี้ยวหรือน้ำส้มสายชู หลังจากนั้นนำมาตัดเป็นชิ้นๆ บรรจุใส่ภาชนะเติมน้ำอุ่นเขียวที่มีรสเปรี้ยวหรือน้ำจากผลไม้เปรี้ยวอื่นๆ ไวน์เปรี้ยว หรือน้ำส้มสายชูให้ท่วม ส่วนการผลิตแบบสมัยปัจจุบันซึ่งใช้เกลือแทนของเหลวเปรี้ยว และปล่อยให้เกิดการหมักโดยธรรมชาตินั้นไม่ทราบว่ามีต้นขึ้นเมื่อใด แต่มีผู้คาดว่าน่าจะเริ่มต้นขึ้นในระหว่างปี ค.ศ. 1550-1750

การผลิตกะหล่ำปลีดองในสมัยก่อน (อย่างน้อย 150 ปี) ที่ผลิตกันในระดับครัวเรือน เพื่อถนอมกะหล่ำปลีสดไม่ให้เกิดการเน่าเสีย ต่อมาการผลิตกะหล่ำปลีดองเริ่มพัฒนาขึ้นมาผลิตในระดับอุตสาหกรรม แต่ก็ยังมีที่ผลิตกันในระดับครัวเรือน

ผลิตภัณฑ์ผักดอง เป็นที่นิยมรับประทานกันมาก โดยเฉพาะในประเทศเยอรมัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ผักดองที่ไม่ได้เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ ผักดองประเภทนี้ได้จากการปรุงแต่งรสชาติ ด้วยเกลือ น้ำตาล น้ำส้มสายชู หรือเครื่องเทศตามต้องการ
2. ผักดองที่เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ ได้จากการเติมเกลือลงไปในผัก ซึ่งอาจเติมในรูปเกลือป่น หรือน้ำเกลือ โดยเติมลงไปในปริมาณที่เหมาะสมกับการเจริญที่ต้องการให้มีบทบาทในการหมัก ในขณะเดียวกันไม่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ

ก่อนทำการหมักดอง จะต้องทำการหั่นและล้างผักให้สะอาด ในช่วงเวลานี้แลคติกแบคทีเรีย เช่น *Leuconostoc mesenteroides* สามารถใช้อาหารที่เกิดจากเซลล์ผักถูกย่อยสลายได้ แบคทีเรียนี้เป็นพวกสร้างสารเมือกออกมาหุ้มตัว ดังนั้นเมื่อเจริญเติบโตในอาหารจึงทำให้อาหารเกิดเมือกเหนียว สารเมือกที่สร้างเป็น dextran ซึ่งสร้างจากน้ำตาลกลูโคส นอกจากนี้ *L. mesenteroides* ยังสามารถเจริญเติบโตในที่ๆมีน้ำตาลความเข้มข้นสูงๆถึง 50-60%

ในระยะแรกของการหมักจะมีแบคทีเรียต่างๆ หลายชนิดที่ปนมากับกะหล่ำปลี และน้ำ หรือเกลือที่ใช้ โดยเฉพาะกลุ่มที่สร้างกรด เช่น โคลิฟอร์ม เช่น *Enterobacter cloacae* ซึ่งผลิตแก๊สและกรดหอมระเหย ส่วนในระยะหลังของการหมักจะพบ *L. mesenteroides* เจริญขึ้นมาแทนที่ ซึ่งเชื่อว่าจะหมักน้ำตาลให้กรดแลคติก กรดแอซิติก เอทานอล แมนนิทอล แดกซ์แทรน เอสเตอร์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสารเหล่านี้ทำให้เกิดรสที่ดีของกะหล่ำปลีดอง



กะหล่ำปลีตองที่ดีควรมีสีอ่อนๆ กรอบ มีกรดประมาณ 1.7% สะอาด มีกลิ่นกรด และกลิ่นหอม โดยเฉลี่ย จะมี pH 3.4-3.6 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมัก ควรอยู่ระหว่าง 21-24°C คุณภาพของกะหล่ำปลีจะด้อยลงหากเกิดการหมักที่ผิดปกติ เช่น ถ้าหมักที่อุณหภูมิสูงกว่า 26-29°C จะทำให้เกิดการหมักที่ผิดปกติ หรือ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15°C การหมักจะช้าและไม่สมบูรณ์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้และฝึกทักษะในกระบวนการผลิตกะหล่ำปลีตอง และเรียนรู้กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้จุลินทรีย์

วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักกะหล่ำปลีตอง

1. กะหล่ำปลี

กะหล่ำปลีที่ใช้ต้องเติบโตเต็มที่ ส่วนประกอบของกะหล่ำปลีแตกต่างกันขึ้นกับสายพันธุ์และสภาพในระหว่างการเติบโต ปริมาณน้ำตาลจะอยู่ระหว่าง 2.9-6.4 % การมีปริมาณน้ำตาลมากจะทำให้หมักแล้วได้กรดสูงมากเกินไปถ้าหากไม่มีการหยุดกระบวนการหมัก น้ำตาลส่วนใหญ่เป็น glucose และ fructose 85 % และ sucrose 15 %

2. เกลือ

ปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักกะหล่ำปลีตอง อยู่ระหว่าง 2.25-2.5 % โดยน้ำหนักจะทำให้ได้กะหล่ำปลีตองที่มีคุณภาพที่ดีที่สุด การเติมเกลือลงไปทำให้ของเหลว (juices) ในผักไหลออกมา ซึ่งของเหลวเหล่านี้ประกอบด้วยน้ำตาลและสารอาหารอื่นๆ การเติมเกลือช่วยควบคุมจุลินทรีย์ในอาหารหมัก เนื่องจากเป็นสภาวะที่แบคทีเรียแลคติกชอบ ในขณะที่จุลินทรีย์อื่นๆที่ไม่ต้องการจะถูกยับยั้งด้วยเกลือ

**วัสดุอุปกรณ์**

1. ขวดโหลสำหรับหมัก
2. เกลือ
3. กะหล่ำปลี
4. ถุงพลาสติก
5. มีด/เขียง

ขั้นตอนในการหมัก

1. ตัดส่วนใบข้างนอกที่มีสีเขียวหรือที่สกปรกทิ้ง จากนั้นตัดแกนกลางกะหล่ำปลีออกเหลือแต่ก้านใบ
2. ล้างผักด้วยน้ำสะอาด เพื่อเป็นการลดจำนวนจุลินทรีย์ลง
3. ตัดกะหล่ำปลีเป็นชิ้นเล็กๆ
4. ผสมเกลือ 1.5 2.0 2.5 และ 3.0 % (w/v) กับกะหล่ำปลีให้ทั่ว และทิ้งไว้สักพัก
5. บรรจุใส่ถังหมัก หรือขวดโหลที่มีฝาปิดสนิท ใช้ถุงพลาสติกวางทับผิวหน้าถังหมักหรือขวดโหล โดยวางให้ขอบพลาสติกคลุมออกมานอกขวดโหล ซึ่งจะป้องกันไม่ให้กะหล่ำปลีดำ และเกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ
6. หมักทิ้งไว้ 2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

การทดลองที่	ปริมาณเกลือ % (w/v)	
1	1.5	
2	1.5	
3	2.0	
4	2.0	
5	2.5	
6	2.5	
7	3.0	
8	3.0	

ผลการทดลอง

- ลักษณะทางกายภาพ วัดค่าสี
- วัดค่าพีเอช ปริมาณกรด

การสรุป วิเคราะห์ และวิจารณ์ผลการทดลอง