

บทที่ 6

การบรรจุแบบสุญญากาศและอุณหภูมิต่ำเพื่อยืดอายุการเก็บ ของก๋วยเตี๋ยวเส้นสด

6.1 บทนำ

จากบทที่ 5 ที่ได้มีการกำหนดกลยุทธ์การบริหารจัดการระบบโลจิสติกส์และการกระจายก๋วยเตี๋ยวเส้นสดพบว่า ปัจจัยด้านการดูแลรักษาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์นั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออายุของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่สำคัญมาก ดังนั้นในกระบวนการแก้ปัญหาและเสนอแนะแนวทางการจัดโซ่อุปทานของก๋วยเตี๋ยวเส้นสดด้านบรรจุภัณฑ์และการเก็บรักษา คณะวิจัยจึงได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อทำการทดสอบบรรจุภัณฑ์และวิธีการเก็บรักษาเพื่อยืดอายุการเก็บของเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข้าวถูกนำไปใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ที่ใช้บริโภคเป็นอาหารหลักและอาหารขบเคี้ยวในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนั้น ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว จัดเป็นอาหารที่แปรรูปจากข้าวที่นิยมรับประทานเป็นอาหารมื้อหลักและรับประทานในปริมาณมาก

กรรมวิธีในการผลิตก๋วยเตี๋ยวในทางการค้าประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ แช่ข้าวในน้ำตามอัตราส่วนและเวลาที่กำหนด แยกข้าวและล้างข้าวให้สะอาด นำไปโม่ข้าวเป็นแป้งด้วยเครื่องโม่หิน แบบโม่เปียก โดยอัตราส่วนน้ำต่อข้าวประมาณ 2 ต่อ 1 แล้วปรับความเข้มข้นของข้าวตามต้องการ โดยทั่วไปน้ำแป้งมีความเข้มข้นประมาณ 30-35% คิดเป็นปริมาณวัตถุดิบต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 1.8 ถึง 2.2 อาจมีการเติมเกลือ และหรือ แป้งมันสำปะหลังหรือแป้งตัดแปรตามสูตรที่ต้องการได้ ต่อจากนั้นสูบน้ำแป้งผ่านสายพานหนึ่งให้สุกในอุโมงค์หนึ่งไอน้ำจนสุก ลอกออกจากแผ่นผ้าสายพานหรือสายพานแผ่นสแตนเลส เป่าลมให้เย็นลง แล้วเคลือบด้วยน้ำมันถั่วลิสงหรือน้ำมันปาล์มเพื่อป้องกันการเกาะติดกันของแผ่นแป้ง (โดยทั่วไปเส้นก๋วยเตี๋ยวสดมีความชื้นอยู่ที่ประมาณ 62-66%) นำแผ่นแป้งไปตัดเป็นแผ่นหรือเป็นเส้นขนาดความกว้าง 1.5-2.5 เซนติเมตร เรียกผลิตภัณฑ์ที่ได้ว่า ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ หรือก๋วยเตี๋ยวเส้นสด หากนำไปผึ่งลมให้แห้งลงจนแผ่นแป้งเกือบแห้ง จากนั้นจึงนำไปตัดเป็นเส้นตามขนาดที่ต้องการ เรียกผลิตภัณฑ์ที่ได้ว่าก๋วยเตี๋ยวเส้นหมัด เช่น ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก หากนำผลิตภัณฑ์ไปอบให้แห้งสนิทจะเป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้งซึ่งมีปริมาณความชื้นประมาณ 10-12% ลักษณะของก๋วยเตี๋ยวที่ผู้บริโภคให้การยอมรับเป็นส่วนใหญ่ นั้น เมื่อลวกให้สุกแล้วจะมีลักษณะนิ่ม มีความเหนียวแบบยืดหยุ่น โดยทั่วไปชอบสีขาว เนื้อเนียน ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม มีรสชาติเค็มเล็กน้อย (ปริมาณเกลือในน้ำแป้งที่ใช้ประมาณ 0.5%) และมีความหอมของแป้งและน้ำมันที่ใช้เคลือบ (เกษมและคณะ 2542)

ปัจจุบันมีการเฝ้าระวังเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหารจากหน่วยงานของรัฐ ในด้านความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค สารเคมีที่ไม่อนุญาตให้ใช้ และการใช้สารเติมแต่งอาหารที่เกินมาตรฐานกฎหมายกำหนด ก๋วยเตี๋ยวเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีรายงานว่ามีการใช้สารเติมแต่งอาหารประเภทสารกันเสียเกินมาตรฐานกฎหมายกำหนด ได้แก่ สารกันเสีย เช่น เบนโซเอต (benzoate) เป็นต้น ซึ่งกฎหมายอาหารกำหนดไว้ว่าผลรวมของสารกันเสียแต่ละประเภทที่ตรวจได้ต้องไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม (1,000 ppm) วัตถุประสงค์ของการใช้สารกันเสียในกระบวนการผลิตระดับอุตสาหกรรมคือเพื่อยืดอายุการเก็บของเส้นก๋วยเตี๋ยว ไม่ให้เสื่อมเสียเนื่องจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ หากผู้ผลิตไม่ระวังและไม่คำนึงถึงความ

ปลอดภัยแก่ผู้บริโภคเพียงเพื่อต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น ก็จะมีการใช้สารกันเสียในปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะทางจากโรงงานถึงแหล่งจำหน่ายเส้นก๋วยเตี๋ยว จากการสอบถามและสำรวจการจำหน่ายเส้นก๋วยเตี๋ยวที่จำหน่ายในท้องตลาดในจังหวัดขอนแก่น พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีจำหน่ายในตลาดสดจังหวัดขอนแก่น มีระยะทางการขนส่งจากโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวถึงสถานที่จำหน่ายเป็นระยะทางหลายร้อยกิโลเมตร บางยี่ห้อ มีระยะทางเป็นพันกิโลเมตร นอกจากนี้ระยะเวลา นับจากวันผลิตจนถึงวันจำหน่ายนานเกินกว่า 7 วัน โดยไม่ได้เก็บที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นเพราะผลของการใช้สารกันเสียระหว่างการผลิต อย่างไรก็ตามในทางกฎหมายไม่ได้กำหนดอายุการเก็บรักษาของก๋วยเตี๋ยวเส้นสด ก๋วยเตี๋ยวเส้นสดทั่วไปมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1-2 วัน นับตั้งแต่วันที่ผลิตโดยบรรจุในถุงพลาสติกในสภาวะที่มีอากาศ อายุการเก็บรักษาของเส้นก๋วยเตี๋ยวขึ้นกับพื้นฐานการผลิตที่สะอาด ปราศจากการปนเปื้อนจากปัจจัยแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมถึงการไม่ฉีกขาดของภาชนะบรรจุระหว่างการขนส่ง และปริมาณความชื้นสุดท้ายของเส้นก๋วยเตี๋ยว หากปริมาณความชื้นสุดท้ายของเส้นก๋วยเตี๋ยวต่ำมากจะส่งผลให้เส้นก๋วยเตี๋ยวเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น การเสื่อมเสียของเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่หรือเส้นสด เมื่อทิ้งไว้ 2-3 วัน จะมีกลิ่นเปรี้ยว สีเปลี่ยน และอาจพบการเจริญของเชื้อราหรือไม่มีราขึ้นก็ได้ การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถชะลอการเพิ่มจำนวนได้โดยจำกัดอากาศ เช่น การบรรจุในสภาพสุญญากาศ และการใช้อุณหภูมิต่ำระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง

คณะวิจัยจึงสนใจที่จะใช้การบรรจุแบบสุญญากาศและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อยืดอายุการเก็บของก๋วยเตี๋ยวเส้นสด โดยเลือกก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่เป็นตัวแทนเส้นสด เนื่องจากมีความชื้นสูงและเสื่อมเสียได้ง่ายกว่าเส้นหมัดและเส้นแห้ง และทำการเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาโดยประเมินจากคุณภาพทางเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์ โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศและการบรรจุแบบปกติที่ปฏิบัติทั่วไป
2. เพื่อเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และอุณหภูมิห้อง

สมมุติฐาน

การบรรจุแบบสุญญากาศและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะยืดอายุการเก็บของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ได้ไม่น้อยกว่า 7 วัน

ขอบเขตการวิจัย

ก๋วยเตี๋ยวเส้นสดที่ใช้ในการศึกษาเป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ ซึ่งซื้อมาจากโรงงานผลิตก๋วยเตี๋ยวในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 1 โรงงาน โดยที่ไม่มีการเติมสารกันเสียในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว และมีกำลังการผลิต 1,000 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งปกติเส้นก๋วยเตี๋ยวจากโรงงานดังกล่าวมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเพียง 2 วัน ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นสด (ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่) ที่นำมาศึกษาเป็นตัวอย่างหลังจากผลิตเสร็จไม่เกิน 5 ชั่วโมง โดยบรรจุเส้นก๋วยเตี๋ยวแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ เป็นสภาพเดียวกับที่นำไปจำหน่ายในตลาดสด ในจังหวัดขอนแก่น น้ำหนักบรรจุถุงละ 1 กิโลกรัม

6.2 วัตถุดิบ

ก๋วยเตี๋ยวเส้นสดหรือก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ที่นำมาศึกษาโดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ

6.2.1 สภาวะการบรรจุ

สภาวะการบรรจุ 2 ลักษณะ ได้แก่ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ (รูปที่ 6-1) และบรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท (รูปที่ 6-2)

6.2.2 อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา

อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา 2 ลักษณะ ได้แก่ อุณหภูมิห้องในขณะที่ทำการทดลอง (ประมาณ $26 - 28^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิแช่เย็น (ช่วงอุณหภูมิระหว่าง $8-10^{\circ}\text{C}$) เนื่องจากเป็นอุณหภูมิในตู้แช่เย็นโดยทั่วไป ซึ่งผลของอุณหภูมิต่ำจะช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เติบโตได้ที่อุณหภูมิปานกลาง (mesophile) แต่ในขณะเดียวกันอุณหภูมิต่ำก็จะก่อให้เกิดการคืนตัวและแข็งตัวของแป้ง (retrogradation) ดังนั้นจึงเลือกสภาวะการศึกษาที่ $8-10^{\circ}\text{C}$ เพื่อควบคุมจุลินทรีย์ในขณะที่อัตราการคืนตัวของแป้งไม่เกิดขึ้นเร็วจนเป็นผลให้เส้นก๋วยเตี๋ยวสดกรอบและหักง่าย



รูปที่ 6-1 ก๋วยเตี๋ยวเส้นสดที่บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ (สภาพจริงที่จำหน่ายในตลาดสด ใน จ.ขอนแก่น)



6-2a) บรรจุในถาดพลาสติก

6-2b) ซ้อนทับด้วยถุงพลาสติกและปิดผนึกแบบ
สุญญากาศ



6-2c) สภาพของตัวอย่างหลังจากทำให้ถุงที่ปิดผนึกแบบสุญญากาศขาดออก ตัวอย่างมีลักษณะคงเดิม

รูปที่ 6-2 ก้วยเตี๋ยเส้นสดที่บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท
(นำเส้นก้วยเตี๋ยมาทำการบรรจุใหม่ โดยควบคุมการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อย่างเข้มงวด)

หมายเหตุ: ระยะเวลาในการเก็บเส้นก้วยเตี๋ย

ตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะเก็บตัวอย่างวันเว้นวัน (0, 2, 4, 6 และ 8 วัน) และตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (ซึ่งมีสมมติฐานและคาดว่าจะชะลอการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่า) จึงมีการวางแผนเก็บตัวอย่างที่เป็นช่วงยาวมากกว่าคือ 0, 4, 8, 12 และ 16 วัน ซึ่งจากผลการทดลองจะสามารถ

วิเคราะห์ได้โดยประมาณว่าปัจจัยของอุณหภูมิและการบรรจุมีผลต่ออายุการเก็บเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ไม่ใส่สารกันเสีย เพื่อเป็นแนวทางการวิจัยขั้นต่อไปที่อาจมีการศึกษาลักษณะคุณภาพในรายละเอียดมากขึ้น

6.3 การทดลอง

6.3.1 การศึกษาหาปริมาณสารกันเสีย (วิเคราะห์ในรูปกรดเบนโซอิก)

การศึกษาหาปริมาณสารกันเสีย (วิเคราะห์ในรูปกรดเบนโซอิก) ในเส้นก๋วยเตี๋ยวสด เพื่อตรวจสอบปริมาณสารกันเสียในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ทำการศึกษา และเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่จำหน่ายในตลาดสดขอนแก่น โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสด (ที่ทำการศึกษา) และเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่จำหน่ายในตลาดสดขอนแก่น จำนวน 3 ยี่ห้อ (รูปที่ 6-3) โดยวิธี In house method based on Nordic Committee on Food Analysis No. 124 (1987)



รูปที่ 6-3 เส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่จำหน่ายในตลาดสดขอนแก่น จำนวน 3 ยี่ห้อ

6.3.2 การศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง, cfu/g)

การศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง, cfu/g) ในเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ที่สภาวะเริ่มต้น (ก่อนทำการศึกษาสภาวะการเก็บรักษา) เพื่อตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ทำการศึกษา และเปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่จำหน่ายในตลาดสดขอนแก่น โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสด (ที่ทำการศึกษา) และเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่จำหน่ายในตลาดสดขอนแก่น จำนวน 3 ยี่ห้อ โดยวิธี BAM 2001 (Pour Plate Method)

6.3.3 การศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

การศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 8 วัน และอุณหภูมิแช่เย็นนาน 16 วัน เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ที่ทำการ ศึกษา ในสภาวะการเก็บต่างๆ (อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิแช่เย็น) และสภาพการบรรจุที่มีอากาศ (บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้) และไม่มีอากาศ (บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท) โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ใช้วิธี BAM 2001 (Pour Plate Method)

6.3.4 การศึกษาคุณภาพทางเคมี-กายภาพเบื้องต้น

การศึกษาคูณภาพทางเคมี-กายภาพเบื้องต้นของเส้นกล้วยเดี่ยวสด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 8 วัน และอุณหภูมิแช่เย็นนาน 16 วัน เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของเส้นกล้วยเดี่ยวสดที่ทำการศึกษา ในสภาวะการเก็บต่างๆ (อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิแช่เย็น) และสภาพการบรรจุที่มีอากาศ (บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้) และไม่มีอากาศ (บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท) โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH, AOAC 2005) ค่ากิจกรรมของน้ำ (water activity, A_w) และการประเมินโดยประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏทั่วไปและกลิ่น

6.4 ผลการศึกษาและวิจารณ์

6.4.1 การศึกษาหาปริมาณสารกันเสีย (วิเคราะห์ในรูปกรดเบนโซอิก) ในเส้นกล้วยเดี่ยวสด

ตัวอย่างกล้วยเดี่ยวเส้นสดที่นำมาศึกษาผลิตจากโรงงานผลิตกล้วยเดี่ยวเส้นสด ในอำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น ซึ่งไม่มีการใช้สารกันเสีย และได้เก็บตัวอย่างกล้วยเดี่ยวเส้นสดที่จำหน่ายในตลาดสด ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 ยี่ห้อ ที่ได้รับข้อมูลจากการสอบถามผู้จำหน่ายว่า มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องระหว่างการจำหน่ายนานกว่า 3 วัน ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารกันเสีย (วิเคราะห์ในรูปกรดเบนโซอิก) ในเส้นกล้วยเดี่ยวสดแสดงในตารางที่ 6-1

จากตารางที่ 6-1 ปริมาณสารกันเสียที่วิเคราะห์ในรูปกรดเบนโซอิกในเส้นกล้วยเดี่ยวจากแหล่งต่างๆที่จำหน่ายในจังหวัดขอนแก่น มีจำนวน 1 ยี่ห้อ (ตัวอย่าง A) ที่มีปริมาณเกินมาตรฐานอาหารสากล (Codex) ในเรื่องการใส่สารกันเสียในอาหาร ได้กำหนดให้มีกรดเบนโซอิกในเส้นกล้วยเดี่ยวได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กล้วยเดี่ยวยี่ห้อดังกล่าวมีปริมาณเกินที่กำหนดประมาณ 2 เท่า (1,915 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และเส้นกล้วยเดี่ยวอื่นๆ (ตัวอย่าง B และ C) มีปริมาณอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด (950 และ 501 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และไม่พบปริมาณกรดเบนโซอิกในเส้นกล้วยเดี่ยวที่ทำการศึกษาจากตัวอย่างที่ KK 1-4 หากผู้บริโภครับประทานเส้นกล้วยเดี่ยวที่มีปริมาณสารกันเสียในปริมาณสูงหรือเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด จะส่งผลต่อตับและไตของผู้บริโภค การใช้สารกันเสียในกล้วยเดี่ยวเส้นสดในปริมาณสูง เนื่องจากเส้นกล้วยเดี่ยวเป็นวัตถุดิบที่ใช้ปรุงอาหารได้หลายชนิด ทำให้มีการแข่งขันทางการตลาดสูง จากกล้วยเดี่ยวเส้นสดที่มีอายุการเก็บรักษาสั้นมาก มีอายุการเก็บเพียง 1-2 วัน เท่านั้น ผู้ประกอบการจึงเติมสารกันเสียลงในน้ำแบ่งระหว่างการผลิตเส้นกล้วยเดี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของเส้นกล้วยเดี่ยว ทำให้ยืดระยะเวลาการจำหน่าย โดยจะเห็นได้จากตารางที่ 6-1 ซึ่งปริมาณกรดเบนโซอิกที่ทำการตรวจวัดในกล้วยเดี่ยวเส้นสดที่ผลิตนอกเขตจังหวัดขอนแก่น (ตัวอย่าง A-C) จะมีการใช้สารกันเสียในปริมาณสูง หากระยะทางจากโรงงานผลิตเส้นกล้วยเดี่ยวไกลจากแหล่งจำหน่ายก็จะมีการใช้สารกันเสีย (เบนโซเอท: benzoate) ในปริมาณมาก ขณะที่กล้วยเดี่ยวเส้นสดที่ผลิตในโรงงานผลิตที่แจ้งว่าทางโรงงานไม่ใส่สารกันเสียระหว่างการผลิตเส้นกล้วยเดี่ยว จะตรวจไม่พบปริมาณกรดเบนโซอิกในตัวอย่าง และเพื่อเป็นการยืนยันการบรรจุแบบสุญญากาศและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จะยืดอายุการเก็บของกล้วยเดี่ยวเส้นสดให้นานขึ้นได้ ซึ่งการยืดอายุการเก็บรักษากล้วยเดี่ยวเส้นสดไม่มีผลมาจากการใช้สารกันเสีย และพบว่ากล้วยเดี่ยวเส้นสดที่นำมาศึกษา ตรวจไม่พบกรดเบนโซอิกทั้งสภาวะเริ่มต้นของการศึกษา (เส้นกล้วยเดี่ยวจะบรรจุบรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้, ตัวอย่างที่ KK 1-3) และสภาวะที่กล้วยเดี่ยวเส้นสดผ่านการเก็บรักษานาน 8 วันในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (ตัวอย่างที่ KK 4)

ตารางที่ 6-1 ปริมาณกรดเบนโซอิก (Benzocic acid, mg/kg) ในเส้นก๊วยเตี๋ยวจากแหล่งต่างๆ ที่จำหน่ายในจังหวัดขอนแก่น

ตัวอย่าง	แหล่งที่มา	สภาวะการศึกษา	ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ปริมาณกรดเบนโซอิก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
A	ก๊วยเตี๋ยว จากแหล่งที่ 1 (จ.เพชรบูรณ์) *	สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบเปิดและปิดได้	1,915
B	ก๊วยเตี๋ยว จากแหล่งที่ 2 (จ.นครปฐม) *	สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบเปิดและปิดได้	950
C	ก๊วยเตี๋ยว จากแหล่งที่ 3 (จ.กาฬสินธุ์) *	สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบเปิดและปิดได้	501
KK 1	ก๊วยเตี๋ยว จาก จ.ขอนแก่น(1) **	สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	ไม่พบ ***
KK 2	ก๊วยเตี๋ยว จาก จ.ขอนแก่น(2) **	สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	ไม่พบ ***
KK 3	ก๊วยเตี๋ยว จาก จ.ขอนแก่น(3) **	สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	ไม่พบ ***
KK 4	ก๊วยเตี๋ยว จาก จ.ขอนแก่น(4) **	เก็บรักษานาน 8 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็น	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	ไม่พบ ***

หมายเหตุ * ไม่ระบุวันที่ผลิต

** ตัวอย่างหลังจากผลิตเสร็จไม่เกิน 5 ชั่วโมง ก่อนนำมาศึกษา

* หากตัวอย่างมีปริมาณกรดเบนโซอิกต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หรือไม่มี จะรายงานผลว่า "ไม่พบ"

6.4.2 การศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเส้นก๊วยเตี๋ยวสด ที่สภาวะเริ่มต้น (ก่อนทำการศึกษาสภาวะการเก็บรักษา)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างก๊วยเตี๋ยวเส้นสด จากโรงงานผลิตที่ไม่มีการใช้สารกันเสียในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พบว่า ทุกตัวอย่าง (ตัวอย่าง KK 1-3) ที่สภาวะเริ่มต้นของการศึกษามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง $3.2 - 6.9 \times 10^7$ cfu/g ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบสูงกว่าตัวอย่างก๊วยเตี๋ยวเส้นสดที่มีการใช้สารกันเสียทั้ง 3 ยี่ห้อ ที่มีแหล่งผลิตนอกเขต จังหวัดขอนแก่น (ตัวอย่าง A-C) ซึ่งพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $4.7 \times 10^2 - 1.4 \times 10^5$ cfu/g ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณสารกันเสียที่ใช้ในระหว่างการผลิตช่วยลดและชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ แม้ว่าตัวอย่างเส้นก๊วยเตี๋ยวทั้ง 3 ยี่ห้อ จะไม่ได้ระบุวันที่ผลิตไว้ที่ภาชนะบรรจุ แต่จากระยะทางจากแหล่งที่ผลิตที่อยู่นอกเขตจังหวัดขอนแก่น ถึงสถานที่จำหน่ายในตลาดสด จังหวัดขอนแก่น และข้อมูลจากการสอบถามผู้จำหน่ายตัวอย่างเส้นก๊วยเตี๋ยวทั้ง 3 ยี่ห้อ (ตัวอย่าง A-C) ตัวอย่างทั้ง 3 น่าจะผลิตมาแล้วอย่างน้อย 1 วัน ก่อนวันที่ซื้อตัวอย่างมาเพื่อ

การศึกษา นอกจากนี้ผู้จำหน่ายยังให้ข้อมูลว่าก้วยเดี่ยวทั้ง 3 ยี่ห้อ มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องระหว่าง รอกการจำหน่ายนานกว่า 3 วัน โดยที่เส็นก้วยเดี่ยวยังไม่เสีย ซึ่งอายุการเก็บรักษาที่นานกว่า และปริมาณ จุลินทรีย์ในระดับที่ต่ำกว่านี้สอดคล้องกับปริมาณกรดเบนโซอิกที่พบอยู่ในเส็นก้วยเดี่ยว ซึ่งสารกันเสียชนิดนี้ มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุสำคัญในการเสื่อมเสียของเส็นก้วยเดี่ยว ผลการวิเคราะห์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเส็นก้วยเดี่ยวสดที่ผลิตภายในเขตและนอกเขต อ.เมือง จ.ขอนแก่น แสดงในตาราง ที่ 6-2

สำหรับตัวอย่าง KK 4 เป็นเส็นก้วยเดี่ยวจาก จ.ขอนแก่น ที่มีการบรรจุในสภาพพลาสติกปิดด้วย ถุงพลาสติกแบบสูญญากาศปิดสนิท และได้ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นนาน 8 วัน ก่อนนำมาวิเคราะห์ หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1.4×10^7 cfu/g (ตารางที่ 6-2) เมื่อ เปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่าง KK 4 และตัวอย่าง KK 1-3 (เส็นก้วยเดี่ยวบรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ ที่สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา) พบว่าปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่าง KK 4 (1.4×10^7 cfu/g) มีปริมาณต่ำกว่าตัวอย่าง KK 1-3 ($3.2 - 6.9 \times 10^7$ cfu/g) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของ KK 4 ต่ำกว่า เนื่องจากการกำจัดอากาศออกจากภาชนะบรรจุจะยับยั้ง การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต (aerobic microorganism) และการใช้ออกซิเจนต่ำ ในระหว่างการเก็บรักษาจะชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic microorganism) หรือใช้ออกซิเจนเล็กน้อยในการเจริญเติบโต (facultative microorganisms) (Harrigan, 1998; Pelczar, Reid, Chan, 2000) อย่างไรก็ตามปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่าง KK 4 คงมีค่าสูงกว่าก้วยเดี่ยวทั้ง 3 ยี่ห้อที่ ผลิตนอกเขตจังหวัดขอนแก่น เป็นผลเนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นที่สูงกว่าตั้งแต่ก่อนทำการเก็บรักษา (อยู่ในช่วง $3.2 - 6.9 \times 10^7$ cfu/g) ดังนั้นหากโรงงานที่ผลิตเส็นก้วยเดี่ยวมีการควบคุมสุขลักษณะการผลิตที่ ดี ผ่านเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยจีเอ็มพี (Good Manufacturing Practice) ปริมาณจุลินทรีย์ในเส็น ก้วยเดี่ยวหลังจากการผลิตก็จะมีปริมาณต่ำ ซึ่งจะช่วยให้เส็นก้วยเดี่ยวมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น การ เลือกใช้สภาวะการบรรจุแบบสูญญากาศและการใช้ออกซิเจนต่ำจะช่วยชะลอการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เป็น การช่วยให้อายุการเก็บรักษาของเส็นก้วยเดี่ยวสดนานยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ทดแทนการใช้สารกันเสียได้

ตารางที่ 6-2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count, cfu/g) ในเส็นก้วยเดี่ยวจากแหล่งต่างๆ ที่ จำหน่ายในจังหวัดขอนแก่น

ตัวอย่าง	แหล่งที่มา	สภาวะการศึกษา	ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมด (cfu/g)
A	ก้วยเดี่ยว จาก แหล่งที่ 1 (จ.เพชรบูรณ์) *	สภาวะเริ่มต้นของ การศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบเปิดและปิดได้	4.3×10^3
B	ก้วยเดี่ยว จาก แหล่งที่ 2 (จ.นครปฐม) *	สภาวะเริ่มต้นของ การศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบเปิดและปิดได้	4.7×10^2
C	ก้วยเดี่ยว จาก แหล่งที่ 3 (จ.กาฬสินธุ์) *	สภาวะเริ่มต้นของ การศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบเปิดและปิดได้	1.4×10^5
KK 1	ก้วยเดี่ยว จาก จ. ขอนแก่น(1) **	สภาวะเริ่มต้นของ การศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุง แบบเปิดและปิดได้	5.8×10^7

ตัวอย่าง	แหล่งที่มา	สภาวะการศึกษา	ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)
KK 2	ก๋วยเตี๋ยว จาก จ. ขอนแก่น(2) **	สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	6.9×10^7
KK 3	ก๋วยเตี๋ยว จาก จ. ขอนแก่น(3) **	สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติ ในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	3.2×10^7
KK 4	ก๋วยเตี๋ยว จาก จ. ขอนแก่น(4) **	เก็บรักษานาน 8 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็น	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	1.4×10^7

หมายเหตุ * ไม่ระบุวันที่ผลิต

** ตัวอย่างหลังจากผลิตเสร็จไม่เกิน 5 ชั่วโมง ก่อนนำมาศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบผลของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำการตรวจวัด (ตารางที่ 6-2) กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยวที่กำหนดใน มอก. 959-2533 ซึ่งได้ระบุเกณฑ์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อนุญาตให้มีได้ไม่เกิน 1.0×10^3 cfu/g ซึ่งพบว่ามีก๋วยเตี๋ยวเพียง 1 ตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อนุญาตให้มีได้ในก๋วยเตี๋ยวคือ ก๋วยเตี๋ยวที่ชื่อมาจากตลาดสด ซึ่งเป็นก๋วยเตี๋ยวตัวอย่าง B ที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.7×10^2 cfu/g และในตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวที่ไม่มีการใช้สารกันเสียทุกตัวอย่าง (ตัวอย่าง KK 1-4) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ค่อนข้างสูงเฉลี่ยประมาณ 5.8×10^7 cfu/g ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยว ที่กำหนดใน มอก. 959-2533 การที่เส้นก๋วยเตี๋ยวมีปริมาณจุลินทรีย์ที่สูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาสั้นลง จึงทำให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้สารกันเสียเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา หากมีการใช้ปริมาณที่ไม่เหมาะสมหรือเลือกใช้ชนิดที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร ก็จะทำให้เกิดผลเสียต่อผู้บริโภคและก่อให้เกิดความเสียหายในด้านชื่อเสียงของโรงงาน การเลือกใช้ภาชนะบรรจุสภาวะการบรรจุและการกำจัดอากาศภายในภาชนะบรรจุ จะเป็นแนวทางที่ทดแทนการใช้วัตถุกันเสียเพื่อยืดอายุของเส้นก๋วยเตี๋ยวให้นานขึ้น

6.4.3 การศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ใช้ลักษณะการบรรจุ 2 แบบ

การศึกษหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ใช้ลักษณะการบรรจุ 2 แบบ (มีอากาศและไม่มีอากาศ) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 2 วัน เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ที่ทำการ ศึกษาเบื้องต้น เส้นก๋วยเตี๋ยวจะบรรจุในภาชนะบรรจุในสภาพการบรรจุที่มีอากาศ (บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้) และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่บรรจุในภาชนะบรรจุในสภาพที่ไม่มีอากาศ (บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท) มีสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 2 วัน ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ย แสดงในตารางที่ 6-3

จากตารางที่ 6-3 ตัวอย่างทั้ง 2 ที่มีลักษณะการบรรจุที่แตกต่างกัน พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นเป็น 2 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา (0 วัน) และพบว่าในตัวอย่างที่มีการกำจัดอากาศออกจากภาชนะบรรจุ (แบบไม่มีอากาศ, M3-M4) มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในอัตราการเพิ่มขึ้นที่ต่ำกว่าในตัวอย่างที่ไม่มีการกำจัดอากาศออกจากภาชนะบรรจุ (แบบมีอากาศ, M1-M2) คือ จาก 6.4×10^7 เป็น 7.4×10^7 cfu/g และ 6.3×10^7

เป็น 10.0×10^7 cfu/g ตามลำดับ การกำจัดอากาศสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ อากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ก๋วยเตี๋ยวมียอายุการเก็บสั้น โดยการปนเปื้อนมาระหว่างการผลิต เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตไม่สะอาด เป็นต้น และเมื่อทำการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวดานาน 2 วัน ตัวอย่าง M2 ที่ใช้การบรรจุแบบมีอากาศมีกลิ่นผิดปกติ ได้แก่ กลิ่นหืนของน้ำมัน ซึ่งไม่พบในตัวอย่าง M4 ที่ ใช้การบรรจุแบบสุญญากาศ การกำจัดอากาศออกจากภาชนะบรรจุ ยังช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ของน้ำมันที่เคลือบอยู่ที่เส้นก๋วยเตี๋ยวกับอากาศที่อยู่ภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ของน้ำมันที่จะทำให้เกิดสารประกอบที่ระเหยได้ที่มีกลิ่นหืนของน้ำมัน จากการประเมินลักษณะปรากฏทั่วไป โดยการสังเกตของผู้ทดสอบพบว่า ตัวอย่าง M 4 (เก็บนาน 2 วัน) ยังคงมีลักษณะดีในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (การดึงให้เส้นขาดและการบดขยี้ด้วยนิ้วมือ) ใกล้เคียงกับตัวอย่าง M 3 (ณ สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา) และ ไม่มีกลิ่นรสผิดปกติ ตัวอย่างดังกล่าวยังไม่เกิดการเสื่อมเสียเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 2 วัน ขณะที่ ตัวอย่าง M 2 มีกลิ่นหืนและเส้นก๋วยเตี๋ยวขาดง่าย แต่ไม่มีรสเปรี้ยว

ตารางที่ 6-3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ย (cfu/g) ในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 2 วัน

ชื่อ ตัวอย่าง	ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บ รักษา (วัน) ที่อุณหภูมิห้อง	ปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)
M 1	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหู หิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	0	6.3×10^7 (± 0.5)
M 2	ตัวอย่างมีกลิ่นผิดปกติ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมี หูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	2	1.0×10^8 (± 0.05)
M 3	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุในภาชนะพลาสติกปิดด้วย ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	0	6.4×10^7 (± 0.4)
M 4	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุในภาชนะพลาสติกปิดด้วย ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	2	7.4×10^7 (± 0.07)

หมายเหตุ N = 2

6.4.4 การศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเส้นก๋วยเตี๋ยวดาน ระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง นาน 8 วัน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวดาน ระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้องนาน 8 วัน โดยตัวอย่างบรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ (NR 1-8) ดังแสดงในตารางที่ 6-4 และการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวดาน โดยตัวอย่างบรรจุในภาชนะพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท (VR 1-8) ดังแสดงในตารางที่ 6-5

ตารางที่ 6-4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g) ในเส้นก๋วยเตี๋ยวบรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ (Normal Packaging) สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (Room Temperature) นาน 8 วัน

ชื่อตัวอย่าง	ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) ที่อุณหภูมิห้อง	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)
NR 1	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	0	5.8×10^7
NR 2	ตัวอย่างมีกลิ่นหืน บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	2	1.1×10^8
NR 4	ตัวอย่างมีกลิ่นหืน กลิ่นออกเปรี้ยว มีสีผิดปกติ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	4	2.2×10^8
NR 6	ตัวอย่างและ กลิ่นเปรี้ยวรุนแรง มีสีผิดปกติและพบจุดสีของเชื้อจุลินทรีย์ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	6	3.4×10^8
NR 8	ตัวอย่างมีน้ำเยิ้ม เส้นและมาก กลิ่นเปรี้ยวรุนแรง มีสีผิดปกติและพบจุดสีของเชื้อจุลินทรีย์ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	8	4.8×10^8

จากตารางที่ 6-4 ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องของเส้นก๋วยเตี๋ยวสดนาน 8 วัน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเพิ่มจาก 5.8×10^7 เป็น 4.8×10^8 cfu/g และพบว่าตัวอย่าง NR 2 มีกลิ่นผิดปกติคือ กลิ่นหืน เมื่อเก็บนาน 2 วัน และมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1.1×10^8 cfu/g และเมื่อเก็บรักษานานกว่า 2 วัน ตัวอย่าง NR 4-8 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 2.2×10^8 - 4.8×10^8 cfu/g และไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภคเนื่องจากตัวอย่างมีน้ำเยิ้ม เส้นและมาก กลิ่นเปรี้ยวรุนแรง มีสีผิดปกติและพบจุดสีของเชื้อจุลินทรีย์ จากการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ คุณภาพด้านกลิ่น ในลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ (กลิ่นหืน กลิ่นหมักหรือกลิ่นเปรี้ยว สีเขียว สีเหลืองและจุดสีของเชื้อจุลินทรีย์) และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวสดเริ่มผิดปกติในวันที่ 2 และในทุกตัวอย่างที่เก็บรักษาครบ 8 วัน จึงกล่าวได้ว่าเมื่อเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดไว้ที่อุณหภูมิห้องจะมีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 2 วัน

ตารางที่ 6-5 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g) ในเส้นก๋วยเตี๋ยวบรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท (Vacuum Packaging) สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (Room Temperature) นาน 8 วัน

ชื่อตัวอย่าง	ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)
VR 1	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	0	6.9×10^7
VR 2	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	2	7.4×10^7
VR 4	ตัวอย่างเริ่มมีกลิ่นผิดปกติ บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	4	3.6×10^8
VR 6	ตัวอย่างมีกลิ่นเปรี้ยว และพบจุดสีของเชื้อจุลินทรีย์ บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	6	1.0×10^8
VR 8	ตัวอย่างมีกลิ่นเปรี้ยวรุนแรง และเส้นขาดง่าย บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	8	1.8×10^8

จากตารางที่ 6-5 ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องของเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่มีลักษณะการบรรจุแบบสุญญากาศนาน 8 วัน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเพิ่มจากปริมาณ 6.9×10^7 เป็น 1.8×10^8 cfu/g และเมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาการเก็บรักษาตัวอย่างตั้งแต่วันที่เริ่มศึกษา (VR 1) และที่ระยะเวลาการเก็บรักษานาน 4 วัน (VR 4) ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 6.9×10^7 เป็น 3.6×10^8 cfu/g และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานกว่า 4 วัน ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยว VR 4-8 มีปริมาณจุลินทรีย์ลดลงจาก 3.6×10^8 เป็น 1.8×10^8 cfu/g การลดลงของปริมาณจุลินทรีย์อาจเป็นผลมาจากการที่จุลินทรีย์เจริญเติบโตและผลิตสารประกอบที่ให้กลิ่นรสเปรี้ยว และสารประกอบอื่นๆ จนทำให้สภาพไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ (Pelczar *et al*, 2000) จากลักษณะและสภาพตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวบรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิทในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ยังมีสภาพเช่นเดียวกับก๋วยเตี๋ยวที่ทำการเก็บวันที่ 2 และนอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่าง VR 4 เริ่มมีกลิ่นผิดปกติเมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเท่ากับ 3.6×10^8 cfu/g และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานกว่า 4 วัน คือ ตัวอย่าง VR 4-8 ซึ่งตัวอย่างไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภคเนื่องจากตัวอย่างมีกลิ่นเปรี้ยวและพบจุดสีของเชื้อจุลินทรีย์ จากลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ การเกิดกลิ่นเปรี้ยว เส้นขาดง่ายและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่บรรจุแบบในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องไม่เกิน 4 วัน

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 8 วัน (ตารางที่ 6-4 และ 6-5) ของตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวบรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท (Vacuum Packaging) และเส้นก๋วยเตี๋ยวบรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ (Normal Packaging) พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดใน

ตัวอย่างมากกว่า 1.0×10^8 cfu/g จะทำให้คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวลดลงและเกิดการเน่าเสียขึ้น และการบรรจุแบบสุญญากาศจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุแบบมีอากาศ

6.4.5 การศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น นาน 16 วัน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น นาน 16 วัน โดยตัวอย่างบรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ (NC 1-16) ดังแสดงในตารางที่ 6-6 และการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสด โดยตัวอย่างบรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท (VC 1-8) ดังแสดงในตารางที่ 6-7

ตารางที่ 6-6 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g) ในเส้นก๋วยเตี๋ยวบรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ (Normal Packaging) สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (Chilling Temperature) นาน 16 วัน

ชื่อตัวอย่าง	ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)
NC 1	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	0	6.0×10^7
NC 4	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	4	4.4×10^7
NC 8	ตัวอย่างมีสภาพปกติ เส้นขาดง่ายขึ้น บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	8	3.2×10^7
NC 12	ตัวอย่างมีกลิ่นเปรี้ยว เส้นขาดง่าย บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	12	4.2×10^7
NC 16	ตัวอย่างมีกลิ่นเปรี้ยว เส้นขาดง่าย มีสีผิดปกติ บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	16	4.3×10^7

จากตารางที่ 6-6 ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นของเส้นก๋วยเตี๋ยวสด นาน 16 วัน ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยว (NC 1-16) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงต่ำลงเล็กน้อย เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา ตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงจาก 6.0×10^7 เป็น 4.3×10^7 cfu/g และพบว่าตัวอย่าง NC 8 (ระยะเวลาการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวนาน 8 วัน) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.2×10^7 cfu/g มีลักษณะปรากฏโดยรวมใกล้เคียงกับตัวอย่างที่สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา (NC 1) ยกเว้นคุณภาพด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว และเมื่อพิจารณาเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เก็บรักษานาน 12 วัน (NC 12) เส้นก๋วยเตี๋ยวมักมีกลิ่นเปรี้ยว เส้นมีลักษณะที่ขาดง่ายและนิ่ม (เมื่อทิ้งตัวอย่างให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิห้อง ประมาณ 60 นาที) เส้นก๋วยเตี๋ยวมักมีสีผิดปกติ เช่น สีออกเขียว และตัวอย่าง NC 12 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.2×10^7 cfu/g สำหรับตัวอย่าง NC 16 ที่มีระยะเวลา

การเก็บรักษานาน 16 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.3×10^7 cfu/g และมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่างๆ ที่ไม่พึงประสงค์เพิ่มขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ ก๋วยเตี๋ยวที่บรรจุในถุงพลาสติกแบบเปิดปิดได้และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เริ่มผิดปกติในส่วนของคุณภาพขึ้น ในวันที่ 8 แต่ไม่พบกลิ่นผิดปกติใดๆ จนถึงวันที่ 11 และในตัวอย่างที่เก็บรักษาตั้งแต่ 12 วัน จนครบ 16 วัน เริ่มมีกลิ่นเปรี้ยวและสังเกตเห็นมีสีผิดปกติบนเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวสดมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นไม่เกิน 8 วัน

แม้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (NC 1-16) ไม่เพิ่มตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับตัวอย่างที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (NR 1-8) แต่ตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ และคุณภาพด้านกลิ่นในลักษณะที่ไม่พึงประสงค์เช่นเดียวกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของตัวอย่าง NC 8 และตัวอย่าง NR 2 พบว่าอายุการเก็บรักษาของตัวอย่าง NC 8 และ NR 2 เป็น 8 วัน และ 2 วัน ตามลำดับ ดังนั้นสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่มีการบรรจุแบบมีอากาศ คือ ตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ (ตัวอย่าง NC) ให้นานขึ้น ซึ่งเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า คือจาก 2 วัน เป็น 8 วัน

ตารางที่ 6-7 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g) ในเส้นก๋วยเตี๋ยวบรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท (Vacuum Packaging) สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (Chilling Temperature) นาน 16 วัน

ชื่อตัวอย่าง	ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)
VC 1	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	0	6.2×10^7
VC 4	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	4	2.7×10^7
VC 8	ตัวอย่างมีสภาพปกติ บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	8	1.6×10^7
VC 12	ตัวอย่างมีสภาพปกติ กลิ่นปกติ เส้นขาดง่ายขึ้น บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	12	0.9×10^7
VC 16	ตัวอย่างเริ่มมีกลิ่นผิดปกติ เส้นขาดง่าย บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	16	1.4×10^7

จากตารางที่ 6-7 ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นของเส้นก๋วยเตี๋ยวสด นาน 16 วัน ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวที่บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท (VC 1-16) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างลดลงจาก 6.2×10^7 เป็น 1.1×10^7 cfu/g และพบว่าตัวอย่าง VC 12 (ระยะเวลาการเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวนาน 12 วัน) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 0.9×10^7 cfu/g มีลักษณะปรากฏโดยรวมใกล้เคียงกับตัวอย่างที่สภาวะเริ่มต้นของการศึกษา (VC 1) ยกเว้นคุณภาพด้าน

ความเหนียวของเส้นก๊วยเตี๋ยว และเมื่อพิจารณาเส้นก๊วยเตี๋ยวที่เก็บรักษานาน 16 วัน (VC 16) ตัวอย่างเริ่มมีกลิ่นผิดปกติและเส้นขาดง่าย ตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1.4×10^7 cfu/g จากลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การเกิดกลิ่นผิดปกติ เส้นขาดง่ายและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในตัวอย่างเส้นก๊วยเตี๋ยวที่บรรจุแบบในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท และที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น เริ่มเส้นขาดง่ายขึ้นในวันที่ 12 โดยตัวอย่างที่เก็บนาน 11 วัน เส้นยังมีสภาพคงเดิมเช่นเดียวกับสภาพเส้นก่อนการเก็บรักษาและไม่พบการเปลี่ยนแปลงกลิ่น ทำให้เส้นก๊วยเตี๋ยวมียอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 12 วัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของตัวอย่างเส้นก๊วยเตี๋ยวสด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น นาน 16 วัน (ตารางที่ 6-6 และ 6-7) ตัวอย่างเส้นก๊วยเตี๋ยวบรรจุแบบปกติในถาดพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ (NC 1-16) และเส้นก๊วยเตี๋ยวบรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท (VC 1-16) พบว่าอายุการเก็บรักษาของตัวอย่าง NC 8 และ VC 12 เป็น 8 วัน และ 12 วัน ตามลำดับ การบรรจุแบบสุญญากาศจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเส้นก๊วยเตี๋ยวสด ที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นเพิ่มขึ้นอีก 4 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุแบบปกติที่มีอากาศ

เมื่อทำเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของตัวอย่าง VC คือ ตัวอย่างเส้นก๊วยเตี๋ยวที่บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น กับ ตัวอย่าง NR คือ ตัวอย่างเส้นก๊วยเตี๋ยวที่บรรจุแบบปกติในถาดพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ตัวอย่าง VC และ ตัวอย่าง NR มียอายุการเก็บรักษาเป็น 12 วัน และ 2 วัน ตามลำดับ

ดังนั้น การบรรจุแบบสุญญากาศและสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเส้นก๊วยเตี๋ยวสดเพิ่มขึ้นเป็น 6 เท่า คือจาก 2 วัน เป็น 12 วัน

6.4.6 การศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพเบื้องต้นของเส้นก๊วยเตี๋ยวสด

การศึกษาคูณภาพทางเคมีและกายภาพเบื้องต้นของเส้นก๊วยเตี๋ยวสด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 8 วัน และอุณหภูมิแช่เย็น นาน 16 วัน เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ของเส้นก๊วยเตี๋ยวสดที่ทำการศึกษา ในสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน คือ อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น และสภาพการบรรจุเส้นก๊วยเตี๋ยวที่แตกต่างกัน คือ การบรรจุแบบที่มีอากาศ (บรรจุแบบปกติในถาดพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้) และการบรรจุแบบสุญญากาศ (บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของตัวอย่างเส้นก๊วยเตี๋ยว ได้แก่ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และค่ากิจกรรมของน้ำ (A_w) แสดงไว้ในตารางที่ 6-8 และ ตารางที่ 6-9 ตามลำดับ

ตารางที่ 6-8 ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของเส้นก๊วยเตี๋ยวที่มีลักษณะการบรรจุ 2 ลักษณะ และมีสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 8 วัน และอุณหภูมิแช่เย็น นาน 16 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	การบรรจุแบบที่มีอากาศ (บรรจุแบบปกติในถาดพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้)		การบรรจุแบบสุญญากาศ (บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท)	
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิแช่เย็น	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิแช่เย็น
0	6.10 (\pm 0.01)	6.12 (\pm 0.04)	6.14 (\pm 0.02)	6.13 (\pm 0.01)
2	5.31 (\pm 0.04)	-	5.90 (\pm 0.05)	-
4	4.68 (\pm 0.07)	5.37 (\pm 0.04)	5.21 (\pm 0.1)	5.84 (\pm 0.06)

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	การบรรจุแบบที่มีอากาศ (บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้)		การบรรจุแบบสุญญากาศ (บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท)	
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิแช่เย็น	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิแช่เย็น
6	4.56 (\pm 0.03)	-	4.64 (\pm 0.07)	-
8	3.93 (\pm 0.05)	4.98 (\pm 0.08)	4.50 (\pm 0.1)	5.38 (\pm 0.07)
12	-	3.78 (\pm 0.03)	-	4.59 (\pm 0.04)
16	-	3.60 (\pm 0.03)	-	3.84 (\pm 0.02)

หมายเหตุ N = 4

ตารางที่ 6-9 ค่ากิจกรรมของน้ำ (A_w) ของเส้นกล้วยเดี่ยวที่มีลักษณะการบรรจุ 2 ลักษณะ และมีสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 8 วัน และอุณหภูมิแช่เย็น นาน 16 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	การบรรจุแบบที่มีอากาศ (บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้)		การบรรจุแบบสุญญากาศ (บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท)	
	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิแช่เย็น	อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิแช่เย็น
0	0.92 (\pm 0.01)	0.93 (\pm 0.01)	0.92 (\pm 0.02)	0.93 (\pm 0.01)
2	0.92 (\pm 0.01)	-	0.92 (\pm 0.01)	-
4	0.94 (\pm 0.02)	0.93 (\pm 0.02)	0.94 (\pm 0.03)	0.94 (\pm 0.01)
6	0.94 (\pm 0.01)	-	0.94 (\pm 0.01)	-
8	0.97 (\pm 0.01)	0.94 (\pm 0.01)	0.95 (\pm 0.01)	0.94 (\pm 0.04)
12	-	0.94 (\pm 0.02)	-	0.94 (\pm 0.02)
16	-	0.94 (\pm 0.04)	-	0.94 (\pm 0.02)

หมายเหตุ N = 3

จากตารางที่ 6-8 ค่า pH ของตัวอย่างเส้นกล้วยเดี่ยวมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า pH ดังกล่าวพบในตัวอย่างเส้นกล้วยเดี่ยวที่มีลักษณะการบรรจุ 2 ลักษณะและมีสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง นาน 8 วัน และอุณหภูมิแช่เย็น นาน 16 วัน การลดลงของค่า pH มีผลทำให้เส้นกล้วยเดี่ยวมีกลิ่นรสเปรี้ยว ซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการเจริญเติบโตที่สามารถใช้สารคาร์โบไฮเดรตจากแป้ง (เส้นกล้วยเดี่ยว) เป็นแหล่งอาหารในการเจริญเติบโตและผลิตสารประกอบที่ให้กลิ่นและรสเปรี้ยวกับเส้นกล้วยเดี่ยว สำหรับค่ากิจกรรมของน้ำ (A_w) ในตารางที่ 6-9 จะหมายถึงน้ำที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ อาหารที่มีค่า A_w สูง เช่น อาหารสด จะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าอาหารที่มีค่า A_w ต่ำ เช่น อาหารแห้ง ตัวอย่างกล้วยเดี่ยวเส้นสดมีค่า A_w ก่อนข้างสูง อยู่ระหว่าง 0.92-0.97

6.5 การสรุปผลการทดลอง

ผลของการบรรจุแบบสุญญากาศและอุณหภูมิต่ำเพื่อยืดอายุการเก็บของกล้วยเดี่ยวเส้นสด สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตนอกเขต จ.ขอนแก่น ทั้ง 3 ยี่ห้อ มีการใช้สารกันเสีย ซึ่งตรวจพบอยู่ระหว่าง 501 – 1,915 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจพบเส้นก๋วยเตี๋ยว 1 ยี่ห้อ มีปริมาณสารกันเสียเกินมาตรฐานอาหารสากล (Codex) ในเรื่องการใช้สารกันเสียในอาหาร ได้กำหนดให้มีกรดเบนโซอิกในเส้นก๋วยเตี๋ยวได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
2. ตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตในเขต จ.ขอนแก่น ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา ตรวจไม่พบกรดเบนโซอิก
3. จากการทดลองโดยใช้ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นสด (ไม่มีสารกันเสีย) สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าการบรรจุแบบสุญญากาศและสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของก๋วยเตี๋ยวเส้นสดให้นานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 6-10

ตารางที่ 6-10 สรุปผลการทดลองการบรรจุและสภาวะการเก็บรักษาของก๋วยเตี๋ยวเส้นสด (ไม่มีสารกันเสีย)

สภาวะการเก็บรักษา	อุณหภูมิห้อง		อุณหภูมิแช่เย็น	
	อายุการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	อายุการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)
ถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้	2 วัน	1.0×10^8 (± 0.05)	≥ 8 วัน	3.2×10^7
ถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท	≥ 4 วัน	3.6×10^8	≥ 12 วัน	1.4×10^7

จากตารางที่ 6-10 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

- 3.1) ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นสด (ไม่มีสารกันเสีย) ที่บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ และที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาเพียง 2 วัน
- 3.2) ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นสด (ไม่มีสารกันเสีย) ที่บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ และที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 8 วัน
- 3.3) ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นสด (ไม่มีสารกันเสีย) ที่บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท และที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 4 วัน
- 3.4) ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นสด (ไม่มีสารกันเสีย) ที่บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิท และที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 12 วัน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นสดที่บรรจุในถาดพลาสติกปิดด้วยถุงพลาสติกแบบสุญญากาศปิดสนิทและที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น มีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น 10 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับ

ตัวอย่างก๊วยเดี่ยวเส้นสดที่บรรจุแบบปกติในถุงพลาสติกแบบมีหูหิ้วมัดปากถุงแบบเปิดและปิดได้ และที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

4. การกำจัดอากาศออกจากภาชนะบรรจุ (สภาวะสุญญากาศ) การใช้อุณหภูมิต่ำ (อุณหภูมิแช่เย็น) ระยะเวลาการเก็บรักษา และค่ากิจกรรมของน้ำ (A_w) เป็นปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของก๊วยเดี่ยวเส้นสด ดังแสดงในตารางที่ 6-11

ตารางที่ 6-11 แสดงปัจจัยและผลกระทบที่เกิดขึ้นที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของก๊วยเดี่ยวเส้นสด

ปัจจัย	ผลกระทบ
สภาวะสุญญากาศและอุณหภูมิแช่เย็น	<ul style="list-style-type: none"> ● การกำจัดอากาศออกจากภาชนะบรรจุ (สภาวะสุญญากาศ) และ การใช้ อุณหภูมิต่ำ (อุณหภูมิแช่เย็น) จะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มที่ต้องใช้อากาศในการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญที่ทำให้ก๊วยเดี่ยวเส้นสดเกิดการเสื่อมเสียขึ้น ● การไม่มีอากาศในภาชนะบรรจุจะช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นหืนในเส้นก๊วยเดี่ยว เนื่องจากน้ำมันที่ใช้เคลือบเส้นก๊วยเดี่ยวทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศ จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของก๊วยเดี่ยวเส้นสดให้นานขึ้นได้ โดยไม่ต้องใช้สารกันเสีย ● การบรรจุแบบสุญญากาศและสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเส้นก๊วยเดี่ยวสดเพิ่มขึ้นเป็น 6 เท่า คือจาก 2 วัน เป็น 12 วัน
อุณหภูมิแช่เย็น	<ul style="list-style-type: none"> ● ตัวอย่างเส้นก๊วยเดี่ยวที่เก็บรักษาโดยใช้อุณหภูมิแช่เย็นมีความเหนียวลดลงเมื่อเก็บนานกว่า 8 วัน ● แต่หากเส้นก๊วยเดี่ยวมีน้ำมันเคลือบอยู่ในปริมาณสูง จะทำให้ความเหนียวของเส้นคงเดิม ไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากน้ำมันที่เคลือบที่ผิวบนเส้นก๊วยเดี่ยวสามารถซึมผ่านรูพรุนบนพื้นผิวบนเส้นก๊วยเดี่ยวซึ่งเกิดขนะให้ความร้อนจนแผ่นสุกและเย็นตัวลง น้ำมันมีผลในการลดการคืนตัวของแป้งจึงสามารถรักษาคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเส้นก๊วยเดี่ยวได้ดีกว่า
ระยะเวลาการเก็บรักษา	<ul style="list-style-type: none"> ● ค่า pH ของตัวอย่างเส้นก๊วยเดี่ยวมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น การลดลงของค่า pH มีผลทำให้เส้นก๊วยเดี่ยวมีกลิ่นรสเปรี้ยว เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งสร้างกรดทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดกลิ่นหมักได้
ค่ากิจกรรมของน้ำ (A_w)	<ul style="list-style-type: none"> ● ตัวอย่างก๊วยเดี่ยวเส้นสดมีค่ากิจกรรมของน้ำ (A_w) <u>ค่อนข้างสูง</u> อยู่ระหว่าง 0.92-0.97 ทำให้ก๊วยเดี่ยวเส้นสดไม่สามารถเก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิห้อง และในสภาวะที่มีอากาศ

	(ค่ากิจกรรมของน้ำ (A_w) หมายถึงน้ำที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ อาหารที่มีค่า A_w สูง เช่น อาหารสด จะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าอาหารที่มีค่า A_w ต่ำ เช่น อาหารแห้ง)
--	---

6.6 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองด้านบรรจุภัณฑ์และการเก็บรักษาพบว่า ทั้งบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิที่ต่ำนั้นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นสดได้ อย่างไรก็ตามในการปฏิบัติ โรงงานผู้ผลิตและ Stakeholders ที่เกี่ยวข้อง เช่น ศูนย์กระจายสินค้าและผู้ค้าส่ง ควรพิจารณาปัจจัยด้านอื่นประกอบด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนที่อาจเพิ่มขึ้นและเวลาการได้รับสินค้าที่เหมาะสม นั้นหมายความว่า ทั้งบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำจะเหมาะสมกับลักษณะของธุรกิจก๋วยเตี๋ยวสดดังนี้

- (1) ถ้าผู้ประกอบการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าระดับถัดไปในปริมาณที่มากและการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้ามีเป็นประจำทุกวัน หรือวันเว้นวัน กรณีนี้ผู้ประกอบการอาจจะไม่มีความจำเป็นที่ต้องมีอุปกรณ์แบบสุญญากาศ แต่การเก็บรักษาของสินค้าในห้องเก็บสินค้าก่อนส่งมอบให้กับลูกค้าจะต้องมีความจำเป็นที่จะทำให้สินค้าไม่เน่าเสียระหว่างการส่งมอบสินค้า ซึ่งห้องเก็บสินค้าจะต้องมีอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส โดยจะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่สูงขึ้นประมาณ 0.25 บาท/กิโลกรัม-เดือน ซึ่งวิธีการคิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานคณะวิจัยได้นำเสนอไว้ในภาคผนวก ง.
- (2) ถ้าผู้ประกอบการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าในระดับถัดไปในปริมาณมาก แต่การส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าไม่เป็นประจำทุกวัน เนื่องจากลูกค้าอยู่ในสถานที่ห่างไกล ดังนั้นการส่งมอบสินค้าอาจจะ 2-3 วัน/ครั้ง ในกรณีผู้ประกอบการอาจจะต้องมีบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศเพื่อเก็บรักษาคุณภาพสินค้าไม่ให้เน่าเสียง่าย โดยการเก็บสินค้าที่มีการบรรจุแบบสุญญากาศนั้นไม่จำเป็นต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ แต่สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนพลังงานการเก็บรักษาสินค้าค่อนข้างต่ำ แต่ในขณะเดียวกันผู้ประกอบการจะต้องมีค่าใช้จ่ายด้านบรรจุภัณฑ์สุญญากาศที่เพิ่มขึ้นประมาณ 1.25 บาท/pack (โดยที่ 1 pack = 1 กิโลกรัม) โดยเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการบรรจุแบบสุญญากาศคือ เครื่องบรรจุสุญญากาศหรือที่เรียกว่า เครื่องแวคคัม จะประกอบด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยสุญญากาศ และปั๊มสุญญากาศ ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่อง SuperVac® (Germany) ที่มีความยาวของตะเข็บที่ปิดผนึก 1x405 mm. ขนาดของห้องปิดผนึก 430x505 mm. ใช้ปั๊มสุญญากาศขนาดไม่ต่ำกว่า 21 m³/hr ทำการปิดผนึกที่อุณหภูมิห้อง หากโรงงานต้องการปิดผนึกอาจใช้เครื่องที่มีตะเข็บที่ปิดผนึกมากกว่า 1 แถว เช่น 2 หรือ 4 แถว เพื่อเพิ่มจำนวนการบรรจุ และถุงที่ใช้บรรจุแบบสุญญากาศจะเป็นถุงพลาสติกชนิดพิเศษมีหลายชั้น ซึ่งสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนได้เป็นอย่างดี