บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่ม

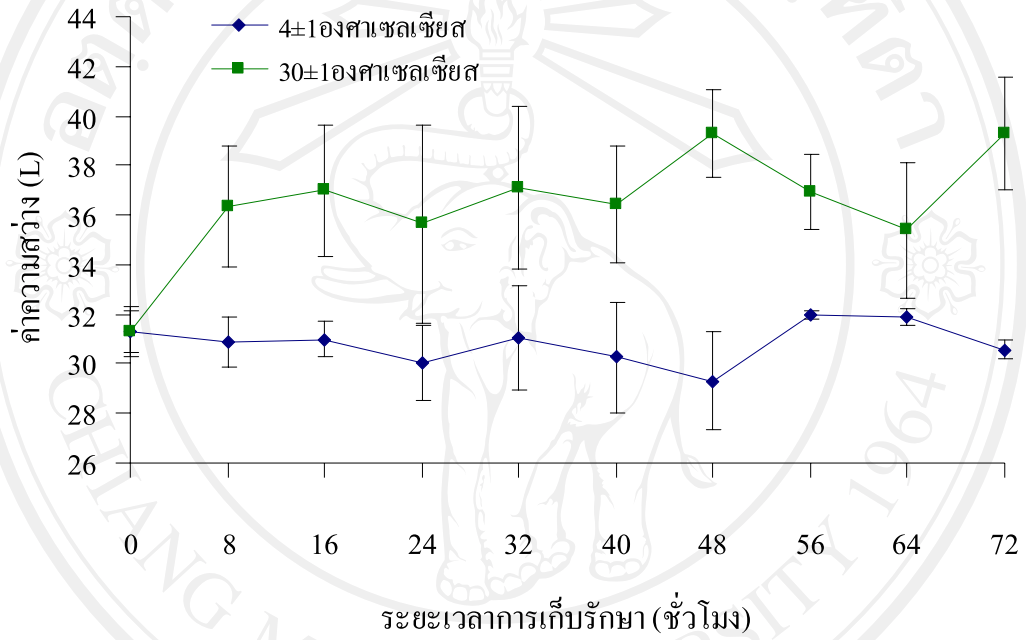
การศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาของน้ำพริกหนุ่ม ทำการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) แล้วนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริก และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ทุก 8 ชั่วโมง

จากการสังเกตลักษณะน้ำพริกหนุ่ม ก่อนนำไปเก็บรักษาพบว่า น้ำพริกหนุ่มมีสีเขียวปนดำ ซึ่งสีดำเป็นเปลือกของพริก เนื้อหยาบ ชุ่มฉ่ำ มีกลิ่นพริกย่าง (รูปภาคผนวกที่ ค1) และเมื่อนำไปเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) นาน 48 ชั่วโมง สังเกตไม่พบการเปลี่ยนแปลง น้ำพริกหนุ่มมีสี กลิ่น และลักษณะคล้ายน้ำพริกหนุ่มก่อนการเก็บรักษา แต่พบว่าการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) เมื่อผ่านไป 8 ชั่วโมง น้ำพริกหนุ่มมีสีซีดแต่ยังคงมีสีเขียว มีน้ำเยิ้มออกมาเล็กน้อย (รูปภาคผนวกที่ ค2) และเมื่อเวลาผ่านไปครบ 24 ชั่วโมง น้ำพริกหนุ่มมีสีซีดลง สีเขียวอมเหลือง สามารถแยกความแตกต่างกับน้ำพริกหนุ่มที่เก็บในตู้เย็นด้วยสายตาได้อย่างชัดเจน น้ำพริกหนุ่มเริ่มมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเล็กน้อย และน้ำเยิ้มมากขึ้น (รูปภาคผนวก ที่ ค3) และเมื่อเก็บไว้ครบ 48 ชั่วโมง น้ำพริกหนุ่มสีซีด มีสีเขียวอมเหลืองมากขึ้น เนื้อพริกเละ น้ำเยิ้มมาก กลิ่นเหม็นเปรี้ยวรุนแรงมาก นอกจากนี้พบฝ้าสีขาวบริเวณผิวหน้า (รูปภาคผนวกที่ ค4 และ ค5)

จากนั้นจึงทำการวัดค่าสีของน้ำพริกหนุ่มระหว่างเก็บรักษาโดยใช้ด้วยเครื่องวัดสี ระบบ Hunter L a* และ b* โดยที่ค่าสี L คือ ความสว่าง มีค่า 0 = มืดมาก และ 100 = สว่างมาก ค่าสี a* คือ สีแดง-สีเขียว (a*(+) = สีแดง a*(-) = สีเขียว) และ b* คือ สีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*(+) = สีเหลือง b*(-) = สีน้ำเงิน) ในการทดลองพบปัญหาความไม่สม่ำเสมอของสีน้ำพริกหนุ่ม ในแต่ละรอบของการทดลอง ซึ่งเป็นผลมาจาก ความอ่อน-แก่ของพริกหนุ่ม ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก และน้ำพริกหนุ่มยังมีส่วนประกอบหลายอย่างทำให้ค่าสีที่วัดได้มีความเบี่ยงเบนค่อนข้างมาก จากการวัดค่าสีน้ำพริกหนุ่มหลังเก็บรักษา พบการเปลี่ยนแปลงดังนี้ น้ำพริกหนุ่มมีค่าความสว่าง (L) เริ่มต้นเท่ากับ 31.29±0.83 และเมื่อนำน้ำพริกหนุ่มไปเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) เมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง พบว่าค่าความสว่างมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอยู่ในช่วง 29.32-31.99 (รูปที่ 4.1) สำหรับการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) พบว่าค่าความสว่าง (L) มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 31.29±0.83 เป็น 36.35±2.41 เมื่อเวลาผ่าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

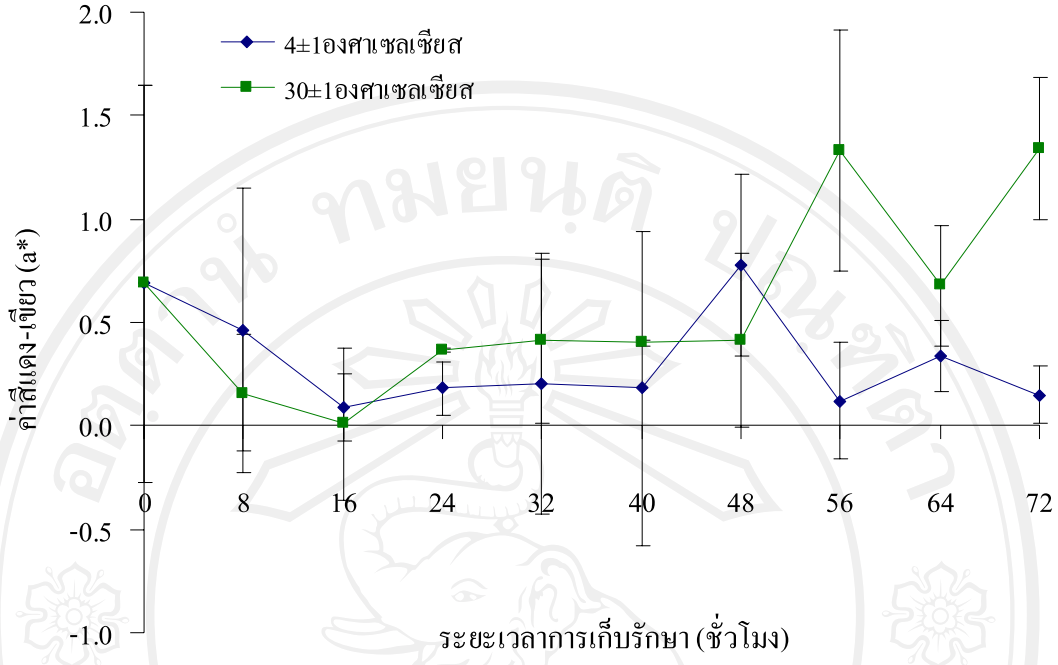
ไปเพียง 8 ชั่วโมง การเก็บรักษานาน 48 ชั่วโมง พบว่าค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 39.31±1.77 และเมื่อเก็บไว้นานขึ้นจนครบ 72 ชั่วโมง ค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเป็น 39.28±2.29 ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตด้วยสายตาที่พบว่าเมื่อเวลาเก็บรักษาผ่านไป 48 ชั่วโมง น้ำพริกหนุ่มมีสีเขียวอมเหลืองมาก แสดงว่าการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) ทำให้น้ำพริกหนุ่มมีความสว่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างกับการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) น้ำพริกหนุ่มมีค่าความสว่างใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น



รูปที่ 4.1 ค่าความสว่าง (L) ของน้ำพริกหนุ่มหลังการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และตู้บ่ม (30±1^{O}ซ)

ค่าสีแดง-สีเขียว (a*) ของน้ำพริกหนุ่มมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.69±0.96 และเมื่อนำน้ำพริกหนุ่มไปเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) พบว่าค่าสี a* ลดลงเป็น 0.46±0.69 เมื่อเวลาผ่านไปเพียง 8 ชั่วโมง และเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ค่าสี a* ลดลงเป็น 0.18±0.37 และเมื่อเก็บไว้นานขึ้นจนครบ 72 ชั่วโมง ค่าสี a* ลดลงเล็กน้อยเป็น 0.15±1.34 (รูปที่ 4.2) ส่วนการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) ค่าสี a* เปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.16-0.41 เมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง และเมื่อเก็บรักษาไว้ครบ 72 ชั่วโมง ค่าสี a* เพิ่มขึ้นเป็น 1.34±0.34 แสดงว่าการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) ค่าสี a* จะลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษา แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานกว่า 48 ชั่วโมง ค่าสี a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างกับการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) ที่แนวโน้มค่าสีแดงลดลง แต่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยสายตาว่าแตกต่างกับน้ำพริกหนุ่มก่อนการเก็บรักษา

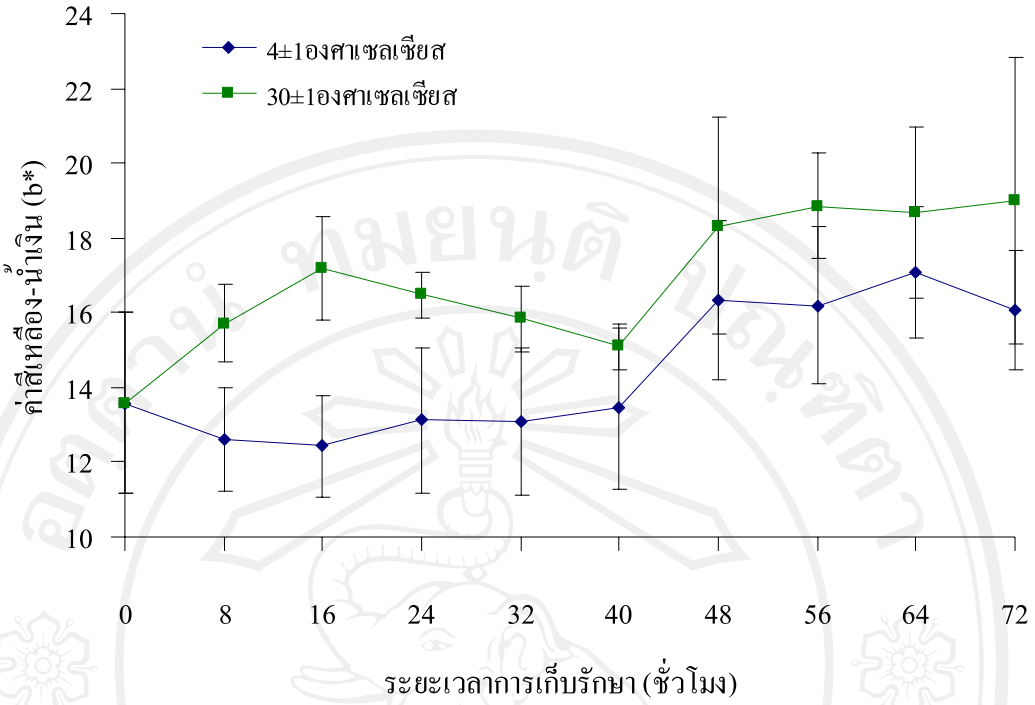
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.2 ค่าสีแดง-เขียว (a*) ของน้ำพริกหนุ่มหลังการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และตู้บ่ม (30±1^{O}ซ)

สำหรับค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของน้ำพริกหนุ่มมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 13.57±2.42 และเมื่อนำน้ำพริกหนุ่มไปเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) เมื่อเวลาผ่านไป 40 ชั่วโมง พบว่าค่าสี b* มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 13.57-13.44 และเมื่อเวลาผ่านไป 48-72 ชั่วโมง ค่าสี b* เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 16.05-17.08 ส่วนการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) เมื่อเวลาผ่านไป 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า ค่าสี b* ลดลงเป็น 18.33±2.88 และ 19.01±3.84 (รูปที่ 4.3) ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตด้วยสายตาที่พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมงน้ำพริกหนุ่มมีสีเหลืองมาก สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างกับน้ำพริกหนุ่มก่อนเก็บรักษาได้ แสดงว่าการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิทำให้น้ำพริกหนุ่มมีสีเหลืองเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่การเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) จะสังเกตเห็นการเพิ่มขึ้นของสีเหลืองได้ชัดเจนมากกว่าการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) ที่ไม่สามารถสังเกตหรือแยกได้ด้วยสายตาว่ามีสีเหลืองมากขึ้น และแตกต่างกับน้ำพริกหนุ่มก่อนการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.3 ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของน้ำพริกหนุ่มหลังการเก็บรักษาในตู้เย็น (4^{O}ซ) และตู้บ่ม (30^{O}ซ)

แม้ว่าสีจะไม่ได้บ่งบอกถึงคุณค่าทางอาหาร แต่สีให้ความสำคัญในแง่ของความชอบของผู้บริโภค และสีมีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกซื้อ (ทรงกลด, 2549) การเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) นาน 72 ชั่วโมง พบว่าค่าความสว่าง (L) มีค่าใกล้เคียงกับค่าความสว่างของน้ำพริกหนุ่มก่อนการเก็บรักษา แต่ค่าสีแดง-เขียว (a*) มีแนวโน้มลดลง และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งแตกต่างจากการสังเกตด้วยตาที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสีน้ำพริกหนุ่มระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) แสดงว่าการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) สามารถจะรักษาสีของน้ำพริกหนุ่มให้เหมือนน้ำพริกหนุ่มที่ปรุงเสร็จใหม่ได้ แต่เมื่อนำน้ำพริกหนุ่มไปเก็บในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) พบว่าระหว่างการเก็บรักษา ค่าความสว่าง ค่าสีแดง-เขียว (a*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งจะสังเกตเห็นการเปลี่ยนสีของน้ำพริกหนุ่มได้อย่างชัดเจนเมื่อเวลาผ่านไปเพียง 24 ชั่วโมง และเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมงมากสามารถแยกความแตกต่างกับน้ำพริกหนุ่มก่อนเก็บรักษาได้ ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ ธัญรัตน์พร (2551) การพาสเจอร์ไรส์น้ำพริกหนุ่ม ที่อุณหภูมิ 90^{O}ซ นาน 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4^{O}ซ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าค่าความสว่าง มีค่าลดลง แต่ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ทั้งนี้การเปลี่ยนสีของน้ำพริกหนุ่ม และการเพิ่มขึ้นของค่าสี a* ระหว่างเก็บรักษา อาจเกิดจากปฏิกิริยาเคมีในน้ำพริกหนุ่ม เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ โดยมีเอมไซม์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

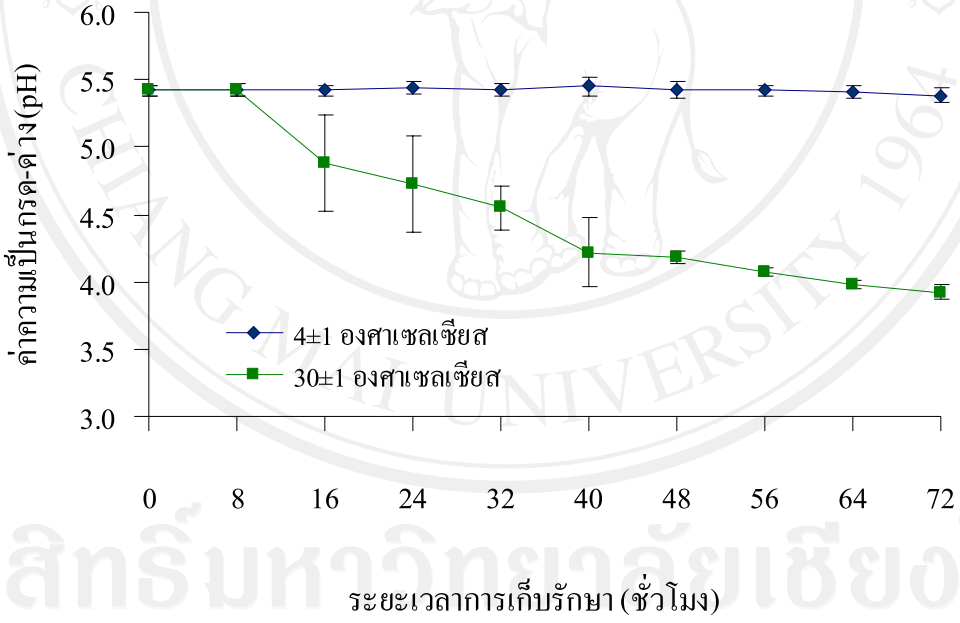
โพลีฟีนอลออกซิเดส เป็นตัวเร่ง ซึ่งพบมากในเนื้อเยื่อพืช และเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจน เกิดพอลิเมอไรเซชันได้เป็นเมลานิน หรือเมลานอยดิน ซึ่งทำให้เกิดสีน้ำตาลในเนื้อเยื่อพืช และอาจพบปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดด้วย นอกจากนี้การเปลี่ยนสีของน้ำพริกหนุ่ม อาจเกิดจากปริมาณกรดทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนสีของคลอโรฟิลล์ในน้ำพริกหนุ่ม โดยเกิดกระบวนการฟีโอไฟตินไนเซชันภายใต้สภาวะความเป็นกรด ทำให้คลอโรฟิลล์สูญเสียแมกนีเซียมออกไปจากวงแหวน และถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจนอะตอม ทำให้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน ซึ่งมีสีเขียวมะกอก หรืออาจมีการสูญเสียไฟตอลร่วมด้วยทำให้ได้เป็นฟีโอฟอร์ไบด์ ซึ่งมีสีน้ำตาล และเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ หรือเกิดเป็นคลอรินเพอพูริน ซึ่งไม่มีสี สีเขียวของคลอโรฟิลล์หายไป (นิธิยา, 2549)

น้ำพริกหนุ่มมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เริ่มต้น (0 ชั่วโมง) เท่ากับ 5.42±0.04 และมีปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริก เริ่มต้น (0 ชั่วโมง) เท่ากับร้อยละ 0.119±0.026 หลังจากนำน้ำพริกหนุ่มไปเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.38±0.05 มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก มีค่าใกล้เคียงกับน้ำพริกหนุ่มก่อนการเก็บรักษา (รูปที่ 4.4) ปริมาณกรดทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอยู่ในช่วง ร้อยละ 0.113-0.125 (รูปที่ 4.5) การเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำพริกหนุ่มมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก สอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริกที่เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเช่นกัน แต่แตกต่างกับการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลงเท่ากับ 4.88±0.36 เมื่อเวลาผ่านไปเพียง 16 ชั่วโมง และเมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง เท่ากับ 3.92±0.06 ส่วนปริมาณกรดทั้งหมด มีการเปลี่ยนแปลงจากร้อยละ0.119±0.026 (0 ชั่วโมง) เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 0.205±0.029 เมื่อเก็บไว้นาน 16 ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 0.236-0.511 หลังเก็บไว้นาน 24–72 ชั่วโมง การเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) น้ำพริกหนุ่มมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริกที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เพราะปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นทำให้ความเป็นกรดในน้ำพริกหนุ่มเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำพริกมีค่าต่ำลง การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำพริกหนุ่ม

อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่ม พบว่าการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นน้อยมาก แต่การเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) มีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง และเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดอย่างชัดเจน อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 20-45^{O}ซ การเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) จะยังยั้งการเจริญหรือกิจกรรมของจุลินทรีย์ และลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของอาหาร (รังสินี, 2550) ดังนั้นการเก็บรักษาในตู้บ่ม

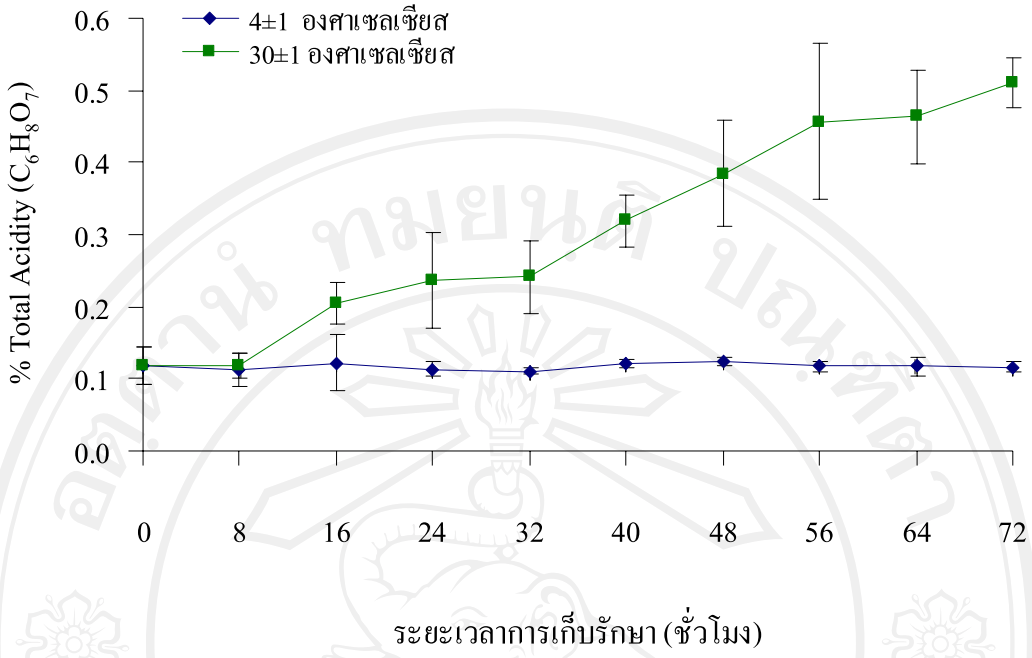
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(30±1^{O}ซ) น่าจะเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์มากกว่าการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) ทั้งนี้ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) อาจเกิดจากผลผลิตของจุลินทรีย์ที่สร้างขึ้นระหว่างการเจริญ สอดคล้องกับงานวิจัยของจิรวัฒน์ (2548) ที่ใช้ค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นสิ่งบ่งบอกการเน่าเสียของน้ำพริกหนุ่ม โดยเมื่อหาความสัมพันธ์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด กับค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่าง มากกว่า 4.6 จะมีจุลินทรีย์ทั้งหมด ประมาณ 1x10^{7} CFU/g ซึ่งถือว่าน้ำพริกหนุ่มเน่าเสียแล้ว การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในอาหารเปลี่ยนแปลงจากผลผลิตที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมาระหว่างการเจริญ ชนิดของจุลินทรีย์ และระยะเวลาการในการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหาร รวมทั้งชนิดของกรดที่เกิดขึ้นด้วย ปฏิกิริยาเริ่มต้นจะเกิดจากการแตกตัวของคาร์โบไฮเดรต เกิดกรดอินทรีย์ขึ้น ในอุตสาหกรรมหมัก เช่น แบคทีเรียสร้างกรดแลกติก ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำลง ถ้าแบคทีเรียย่อยสลายโปรตีนได้แอมโมเนีย หรือสารที่เป็นด่างออกมาในอาหาร ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น (รังสินี, 2550)



รูปที่ 4.4 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำพริกหนุ่มหลังการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และตู้บ่ม (30±1^{O}ซ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

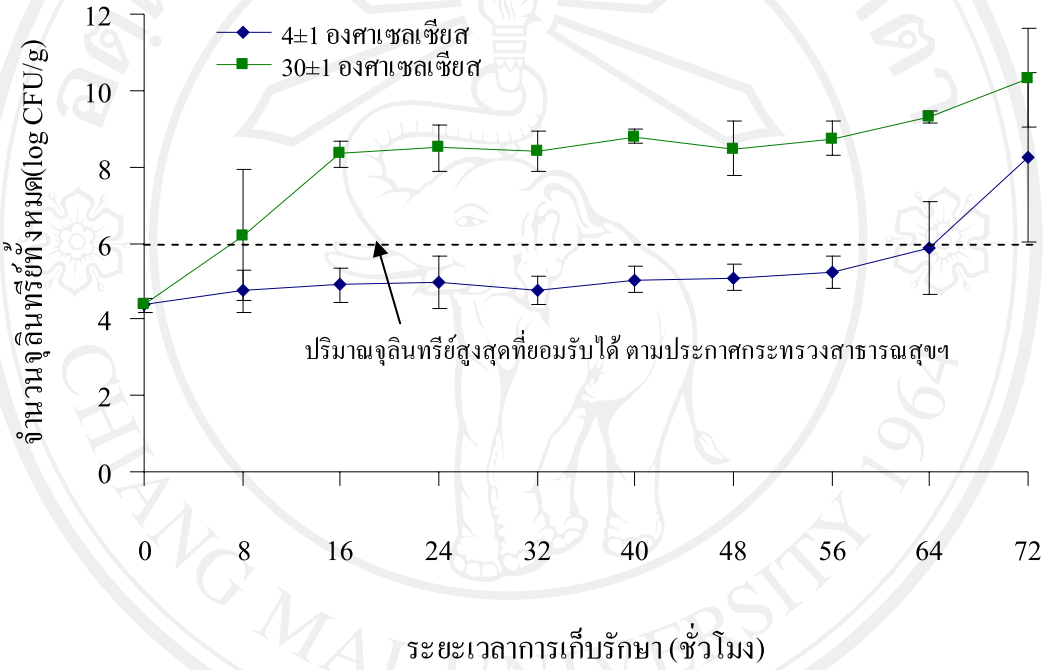


รูปที่ 4.5 ปริมาณกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดซิตริก ของน้ำพริกหนุ่มหลังการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และตู้บ่ม (30±1^{O}ซ)

น้ำพริกหนุ่มชุดที่หนึ่งหลังเตรียมเสร็จ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 4.37±0.20 log CFU/g พบว่าหลังการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) เมื่อเวลาผ่านไป 8-64 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 4.76-5.86 log CFU/g เมื่อเก็บไว้จนครบ 72 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 8.25±2.21 log CFU/g แสดงว่าน้ำพริกหนุ่มเมื่อนำไปเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) สามารถเก็บไว้ได้นาน 64 ชั่วโมง โดยที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1x10^{6} CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณเชื้อสูงสุดตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ส่วนการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 6.19 log CFU/g เมื่อเวลาผ่านไปเพียง 8 ชั่วโมง และ 8.34-10.33 log CFU/g เมื่อเวลาผ่านไป 16-72 ชั่วโมง ทั้งนี้สอดคล้องกับการสังเกตพบว่า น้ำพริกหนุ่มที่เก็บไว้นาน 24 ชั่วโมง จะเริ่มมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อพริกเละ มีน้ำเยิ้มมาก และเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง น้ำพริกหนุ่มมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวที่รุนแรง ซึ่งกลิ่นเหม็นเปรี้ยวอาจเกิดจากกรดที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมา และยังพบฝ้าสีขาวบริเวณผิวหน้าน้ำพริกหนุ่ม ซึ่งอาจเป็นเชื้อรา เนื่องจากเชื้อรา สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25-32^{O}ซ ในอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) มากกว่า 0.8 และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในช่วง 4-6 ซึ่งน้ำพริกหนุ่มเป็นอาหารที่มีความชื้นสูง (ร้อยละ 84.23) ค่า a_w เท่ากับ 0.96 และค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.14 (รังษิมา, 2549) ซึ่งเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อราเป็นอย่างมาก ส่วนการที่น้ำพริกหนุ่ม มีเนื้อพริกเละ และมีน้ำมาก อาจเนื่องมากจากการทำงานของเอนไซม์เพคติเนส ที่สามารถย่อยสลายเพคตินที่เป็นองค์ประกอบในผัก และผลไม้ ทำให้พริกหนุ่มมีลักษณะนิ่มเละ (นิธิยา, 2549) ผลิตภัณฑ์น้ำพริกหนุ่มจะมีการเปลี่ยนสี กลิ่น รส และสูญเสียวิตามิน ระหว่างการให้ความร้อน หรือระหว่างการเก็บรักษาโดยจุลินทรีย์ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะน้ำพริกหนุ่มโดยเฉพาะ การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้อย่างสมบูรณ์จะสามารถรักษากลิ่น รส ของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ (เมธินี และคณะ, 2543)



รูปที่ 4.6 การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมด ของน้ำพริกหนุ่มหลังการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และตู้บ่ม (30±1^{O}ซ)

การเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มทั้งสองอุณหภูมิ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเหมือนกัน แต่น้ำพริกหนุ่มที่นำไปเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) มีการเสื่อมเสียเร็วกว่าการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) สำหรับการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ สามารถเก็บได้นานถึง 64 ชั่วโมง โดยที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดยังไม่เกิน 10^{6} CFU/g เนื่องจากการแช่เย็นเอาหารประเภทผัก ผลไม้ อาหารจะยังเน่าเสียได้ และเก็บได้ไม่นาน เพราะที่อุณหภูมิต่ำไม่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และเอมไซม์ได้ เพียงแค่ทำให้กิจกรรมต่างๆ ช้ากว่าอุณหภูมิห้อง (รังสินี, 2550) แต่การเก็บรักษาในตู้บ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(30±1^{O}ซ) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีปริมาณมากกว่า 10^{6} CFU/g ภายในเวลา 8 ชั่วโมง ดังนั้นการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ซึ่งจะส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของน้ำพริกหนุ่มด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรังษิมา (2549) พบว่าเมื่อทำการถนอมน้ำพริกหนุ่มโดยใช้สภาวะสุญญากาศ และการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน เป็นสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำมาก และการเก็บรักษาที่ 4^{O}ซ ทำให้สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ ส่งผลให้จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีปริมาณลดลงระหว่างการเก็บรักษา และเมื่อนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยที่ 0 และ 1 วัน ของการเก็บรักษา คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ไม่มีความแตกต่างกัน และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คะแนนการความชอบด้านต่างๆ ลดลง โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ผู้บริโภคสามารถบอกถึงความแตกต่างการเสื่อมคุณภาพสี กลิ่น และรสชาติของน้ำพริกหนุ่มได้ นอกจากนี้จิรวัฒน์ (2548) พบว่าน้ำพริกหนุ่มที่ใช้กระบวนการ GMP เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 4±1^{O}ซ สามารถเก็บรักษาได้มากกว่าน้ำพริกหนุ่มจากท้องตลาดที่มีอายุการเก็บรักษา 3 และ 5 วันตามลำดับ เนื่องจากกระบวนการ GMP สามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระหว่างการผลิต จึงทำให้จุลินทรีย์เริ่มต้นมีค่าน้อยกว่า ทำให้เก็บรักษาได้นานกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 ผลของกรดซิตริกในการปรับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพริกหนุ่ม

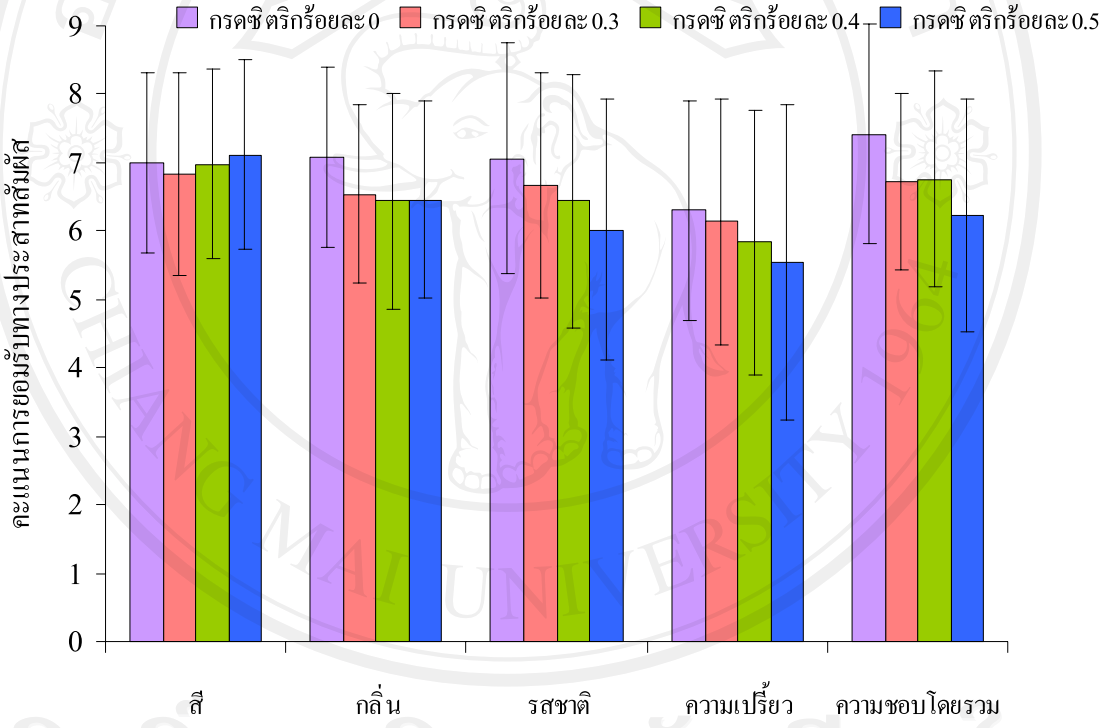
การศึกษาความเข้มข้นกรดซิตริกในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 4.2-4.5 เพื่อให้เหมาะสมกับช่วงการออกฤทธิ์ของโซเดียมเบนโซเอต โดยทำการแปรผันความเข้มข้นกรดซิตริก 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.3 0.4 และ 0.5 (w/v) จากนั้นทำการศึกษาการยอมรับด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี nine point hedonic scale test ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทดสอบการยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม โดยชิมคู่กับเครื่องเคียง (แคบหมู) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของน้ำพริกหนุ่มแต่ละชุดกับน้ำพริกหนุ่มที่ไม่เติมกรดซิตริก ดูความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทดสอบโดยวิธี Least Significant Difference Test (LSD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกหนุ่มปรับกรดเทียบกับน้ำพริกหนุ่มที่ไม่เติมกรดซิตริก (ร้อยละ 0) พบว่าการเติมกรดซิตริกที่ความเข้มข้น ร้อยละ 0 0.3 0.4 และ 0.5 มีคะแนนการยอมรับด้านสีของน้ำพริกหนุ่ม เท่ากับ 7.0±1.3 6.8±1.5 7.0±1.4 และ 7.1±1.4 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณกรดซิตริกที่เติมลงไปนั้น ไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านสีของน้ำพริกหนุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) คะแนนการยอมรับด้านกลิ่น เท่ากับ 7.1±1.3 6.5±1.3 6.4±1.6 และ 6.4±1.4 ตามลำดับ ทั้งนี้การเติมกรดซิตริก ความเข้มข้น ร้อยละ 0.4 และ 0.5 มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) คะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เท่ากับ 7.1±1.7 6.7±1.6 6.4±1.8 และ 6.0±1.9 ตามลำดับ พบว่าการเติมกรดซิตริก ความเข้มข้น ร้อยละ 0.5 ทำให้คะแนนการการยอมรับด้านรสชาติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) คะแนนการยอมรับด้านรสเปรี้ยว เท่ากับ 6.3±1.6 6.1±1.8 5.8±1.9 และ 5.5±2.3 ตามลำดับของปริมาณการเติมกรดซิตริก พบว่าการเติมกรดซิตริก ความเข้มข้น ร้อยละ 0.5 ทำให้คะแนนการยอมรับ ด้านรสชาติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) คะแนนการยอมรับโดยรวมของน้ำพริกหนุ่มหลังเติมกรดซิตริก เท่ากับ 7.4±1.6 6.7±1.3 6.8±1.6 และ 6.2±1.7 ตามลำดับของปริมาณการเติมกรดซิตริก พบว่าการเติมกรดซิตริก ความเข้มข้น ร้อยละ 0.3 0.4 และ 0.5 มีผลต่อคะแนนการยอมรับโดยรวมของน้ำพริกหนุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) จากคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังกล่าว นำมาเปรียบเทียบกับคะแนนการยอมรับของน้ำพริกหนุ่มที่ไม่เติมกรดซิตริก พบว่าน้ำพริกหนุ่มหลังเติมกรดซิตริก ความเข้มข้น ร้อยละ 0.3 มีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ และรสเปรี้ยว ไม่แตกต่างกับน้ำพริกหนุ่มที่ไม่เติมกรดซิตริกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของภักดี (2551) การสเตอริไลส์น้ำพริกหนุ่มในถุงรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใส และชนิดทึบแสงที่ทำการปรับกรดซิตริกความเข้มข้น 3 ระดับ (ร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3) พบว่าการปรับกรดระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อค่าสี L a* และ b*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์ชนิดใส และชนิดทึบแสง แต่มีความแตกต่างกับน้ำพริกหนุ่มที่ไม่ผ่านการสเตอริไลส์ เมื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ ความขม ความเผ็ด และความยอมรับโดยรวมของน้ำพริกหนุ่มสเตอริไลส์ในถุงรีทอร์ทเพาซ์ชนิดใส และชนิดทึบแสง พบว่าความเข้มข้นของกรดซิตริกที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบ

ดังนั้นจึงเลือกสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น ร้อยละ 0.3 (w/v) เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ และรสเปรี้ยว ไม่แตกต่างกันกับน้ำพริกหนุ่มที่ไม่เติมกรดซิตริก มีเพียงคะแนนการยอมรับโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่มีคะแนนใกล้เคียงกับน้ำพริกหนุ่มที่ไม่เติมกรดซิตริกมากที่สุดไปใช้ในการทดลองถัดไป



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของน้ำพริกหนุ่มที่เติมกรดซิตริกความเข้มข้นต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 ผลของโซเดียมเบนโซเอตระหว่างการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มปรับกรด

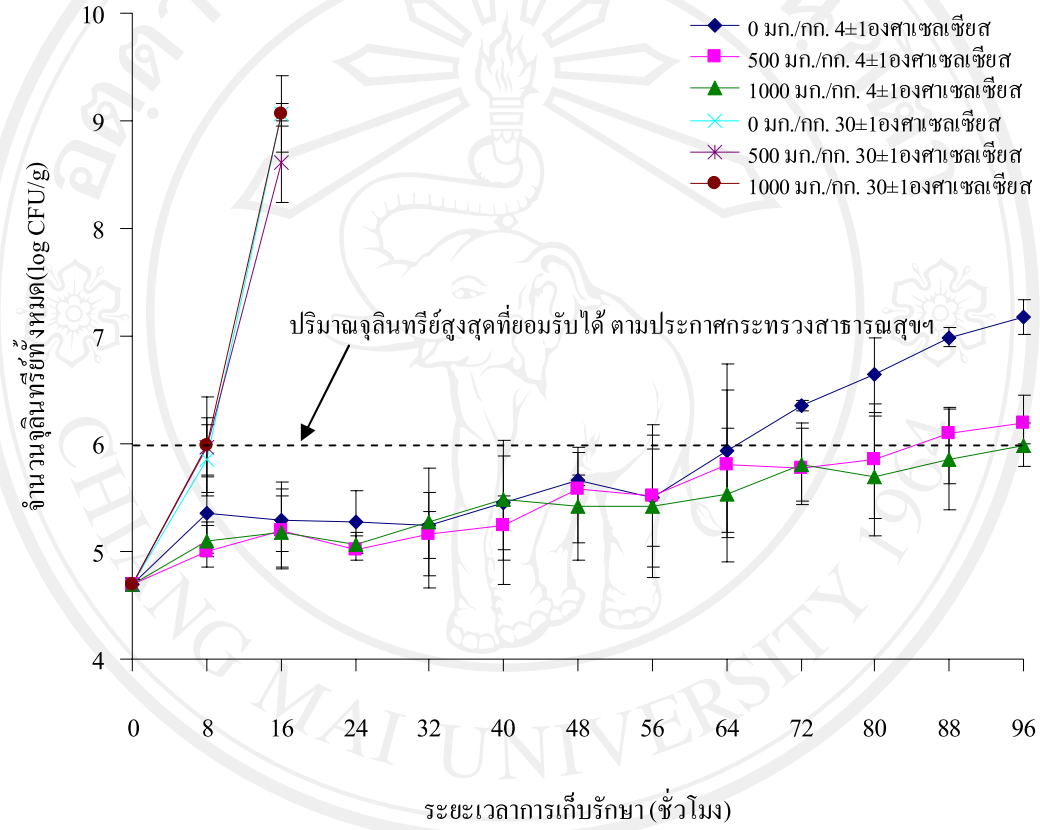
หลังจากเตรียมน้ำพริกหนุ่มชุดที่สอง เมื่อนำไปตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 4.69±0.06 log CFU/g ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำพริกหนุ่มชุดที่หนึ่ง พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของชุดที่หนึ่ง (4.37±0.20 log CFU/g) มีปริมาณน้อยกว่าเล็กน้อย ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่แตกต่างกันนี้ น่าจะมาจากความแตกต่างของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต วันเวลาฤดูกาลในการผลิต และสภาวะแวดล้อมอื่นๆ ถ้านำปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำพริกหนุ่มทั้งสองชุดมาเฉลี่ย จะได้ค่าเท่ากับ 4.53±0.22 log CFU/g

จากการนำน้ำพริกหนุ่มชุดที่สองเติมกรดซิตริก ความเข้มข้น ร้อยละ 0.3 (v/w) (น้ำพริกหนุ่มปรับกรด) และเติมโซเดียมเบนโซเอต 3 ระดับ คือ 0 500 และ 1,000 มก./กก. เก็บรักษาที่ตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำพริกหนุ่มปรับกรดที่เก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) ที่เติมโซเดียมเบนโซเอตทั้ง3 ระดับ เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว (รูปที่ 4.8) น้ำพริกหนุ่มชุดที่สอง มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 4.69±0.06 log CFU/g และเพิ่มขึ้นจำนวนเป็น 5.86±0.36 5.97±0.28 และ 5.09±0.46 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเก็บไว้นาน 8 ชั่วโมง และเมื่อเก็บรักษาต่อไปจนครบ 16 ชั่วโมง พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 9.06±0.11 8.62±0.38 และ 9.06±0.36 log CFU/g ตามลำดับ ส่วนน้ำพริกหนุ่มปรับกรด และเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) พบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยน้ำพริกหนุ่มที่เติมโซเดียมเบนโซเอต 0 มก./กก.มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 5.35±0.36 5.45±0.44 5.93±0.81 และ 6.36±0.05 log CFU/g เมื่อเวลาผ่านไป 8 40 64 และ 72 ชั่วโมงตามลำดับ ส่วนน้ำพริกหนุ่มปรับกรดที่เติมโซเดียมเบนโซเอต 500 มก./กก. มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 5.00±0.28 5.25±0.27 5.80±0.70 5.86±0.51 และ 6.09±0.24 log CFU/g เมื่อเวลาผ่านไป 8 40 64 80 และ 88 ชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อเติมโซเดียมเบนโซเอต 1,000 มก./กก. มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 5.09±0.15 5.48±0.55 5.53±0.62 5.70±0.56 และ 5.99±0.20 log CFU/g เมื่อเก็บไว้นาน 8 40 64 80 และ 96 ชั่วโมงตามลำดับ

น้ำพริกหนุ่มปรับกรดที่เติมโซเดียมเบนโซเอตทั้ง 3 ระดับ สามารถเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) นานกว่า 8 ชั่วโมงแต่ไม่ถึง 16 ชั่วโมงเท่ากัน แต่การเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) การเติมโซเดียมเบนโซเอต 0 500 และ 1,000 มก./กก.สามารถเก็บได้นานขึ้นเป็น 64 80 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นมีผลต่อระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่ม โดยเฉพาะการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) เมื่ออุณหภูมิต่ำการเจริญของจุลินทรีย์จะช้าลง และอาจกล่าวได้ว่าการเติมโซเดียมเบนโซเอตส่งผลต่อการควบคุมการเจริญจุลินทรีย์น้อยกว่าการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธัญรัตน์พร (2551) พบว่า น้ำพริกหนุ่มพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 90^{O}ซ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4^{O}ซ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนในสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การพาสเจอร์ไรส์ สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้น ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 6 สัปดาห์ แต่วิธีการนี้ไม่ได้รับความนิยมจากผู้ผลิต และผู้บริโภค เนื่องจากการฆ่าเชื้อทำให้สีของน้ำพริกหนุ่มเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเป็นสีเขียวอมเหลือง (ทรงกลด, 2549)



รูปที่ 4.8 การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำพริกหนุ่มปรับกรด และเติมโซเดียมเบนโซเอตปริมาณต่างๆ หลังการเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และตู้บ่ม (30±1^{O}ซ)

จากการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยเรื่องอุณหภูมิ และปริมาณโซเดียมเบนโซเอต ต่อระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มปรับกรดที่เติมโซเดียมเบนโซเอต พบว่าน้ำพริกหนุ่มปรับกรด สามารถเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ)ได้นาน 70.22±19.50 ชั่วโมง (ตารางที่4.1) แต่การเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) สามารถเก็บได้เพียง 4.44±4.22 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มปรับกรดในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และตู้บ่ม (30^{O}ซ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเติมโซเดียมเบนโซเอต ทั้ง 3 ระดับ คือ 0 500 และ 1,000 มก./กก. ระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

30.67±30.95 37.33±38.09 และ 44.00±44.90 ชั่วโมง ซึ่งปริมาณโซเดียมเบนโซเอตที่เติมลงไปไม่มีผลต่อระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับการใช้อุณหภูมิร่วมกับการเติมโซเดียมเบนโซเอต ได้ผลดังนี้ การเก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) และเติมโซเดียมเบนโซเอต 0 500 และ 1,000 มก./กก. สามารถเก็บได้นาน 58.67±4.62 69.33±23.09 และ 82.67±23.09 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนการเก็บในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) และเติมโซเดียมเบนโซเอต 0 500 และ 1,000 มก./กก. สามารถเก็บได้ 2.67±4.62 5.33±4.62 และ 4.44±4.22 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยน้ำพริกหนุ่มปรับกรดที่เก็บรักษาในตู้เย็น (4±1^{O}ซ) เก็บได้นานกว่าการเก็บรักษาในตู้บ่ม (30±1^{O}ซ) ในทุกระดับของการเติมโซเดียมเบนโซเอต ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่มปรับกรดที่อุณหภูมิเดียวกัน พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามปริมาณการเติมโซเดียมเบนโซเอตที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.1 อิทธิพลของปัจจัยหลัก (อุณหภูมิ และปริมาณโซเดียมเบนโซเอต) และปัจจัยร่วม (อุณหภูมิxปริมาณโซเดียมเบนโซเอต) ต่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1x10^{6} CFU/g

ปัจจัยที่ศึกษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)
ปัจจัยหลัก	
อุณหภูมิ	
4^{O}ซ	70.22±19.50^{a}
30^{O}ซ	4.44±4.22^{b}
ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต (มก./กก.)^{ns}	
0	30.67±30.95
500	37.33±38.09
1,000	44.00±44.90

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ปัจจัยที่ศึกษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)
ปัจจัยร่วม[ns]	
4^{O}ซ และ 0 มก./กก.	58.67±4.62
4^{O}ซ และ 500 มก./กก.	69.33±23.09
4^{O}ซ และ 1,000 มก./กก.	82.67±23.09
30^{O}ซ และ 0 มก./กก.	2.67±4.62
30^{O}ซ และ 500 มก./กก.	5.33±4.62
30^{O}ซ และ 1,000 มก./กก.	4.44±4.22

หมายเหตุ
- ระยะเวลาการเก็บรักษา หมายถึง ค่าเฉลี่ยในการเก็บรักษาทุกๆ 8 ชั่วโมง ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $1x10^{6}$ CFU/g
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษ (a-b) ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved