

บทที่ 4

บทสรุป

สูตรพื้นฐานของเครื่องต้มข้าว ที่ได้รับการคัดเลือกหลังการประเมินคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม คือเครื่องต้มข้าวที่ประกอบด้วย ข้าว ตะไคร้ พริกขี้หนู และใบมะกรูดร้อยละ 41.84, 47.42, 8.25 และ 2.51 ตามลำดับ

จากการศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการสกัดสารออกฤทธิ์ด้านออกซิเดชันในเครื่องต้มข้าวและเครื่องเทศที่เป็นองค์ประกอบในเครื่องต้มข้าว ได้แก่ ข้าว ตะไคร้ พริกขี้หนูและใบมะกรูด พบว่าสถานะที่เหมาะสมในการสกัดคือการสกัดด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 75 ที่อัตราส่วนของตัวอย่างต่อตัวทำละลาย 1:10

สารสกัดหยาบของข้าว ตะไคร้ พริกขี้หนู ใบมะกรูดและเครื่องต้มข้าวด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 75 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70, 80, 90 และ 100°C เป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที พบว่าสารสกัดหยาบของข้าวมีความคงตัวต่ออุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน ในขณะที่สารสกัดหยาบของตะไคร้ พริกขี้หนู ใบมะกรูดและเครื่องต้มข้าว ไม่มีความคงตัวต่ออุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน

สารสกัดหยาบของข้าว ตะไคร้ พริกขี้หนู ใบมะกรูดและเครื่องต้มข้าวด้วยเอธานอลความเข้มข้นร้อยละ 75 ที่ปรับพีเอชเป็น 2, 5, 7, 8 และ 9 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วปรับพีเอชให้เท่ากับพีเอชเดิมของสารสกัด พบว่าสารสกัดหยาบของข้าว พริกขี้หนูและใบมะกรูด มีสมบัติการต้านออกซิเดชันเพิ่มขึ้นเมื่อปรับพีเอชเป็นกรด สารสกัดหยาบของตะไคร้ ไม่คงตัวที่พีเอช 2 และ 9 ในขณะที่สารสกัดหยาบของเครื่องต้มข้าว ไม่คงตัวที่พีเอชเป็นด่าง ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับสารสกัดหยาบของตะไคร้และข้าว

การพัฒนาสูตรของเครื่องต้มข้าวให้มีสมบัติการต้านออกซิเดชันสูง และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวและพริกขี้หนู ซึ่งเป็นเครื่องเทศที่แสดงสมบัติการต้านออกซิเดชันและมีความคงตัวต่ออุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนและพีเอช พบว่าสูตรของเครื่องต้มข้าวหลังจากปรับเปลี่ยนคือ เครื่องต้มข้าวที่ประกอบด้วย ข้าว ตะไคร้ พริกขี้หนู และใบมะกรูด ร้อยละ 41.43, 47.00, 8.57 และ 3.00 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้ในตอนที่ 1

เครื่องต้มข้าวที่ไม่เติมเกลือและเติมเกลือร้อยละ 8 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเพียงแค่ 1 และ 23 วัน ตามลำดับ เนื่องจากมีการบวมของถุงบรรจุเครื่องต้มข้าว ซึ่งคาดว่าเกิดจากการเจริญของแบคทีเรียแลคติก นอกจากนี้ยังพบว่าการเก็บรักษาเครื่อง

ต้มฆ่าเติมเกลือร้อยละ 8 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ที่อุณหภูมิห้อง (29 ± 2 °ซ) เป็นเวลา 28 วัน ทำให้เครื่องต้มฆ่ามีค่า a^* ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH และความสามารถในการให้อิเล็กตรอนในระบบ FRAP มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่พีเอชลดลง ส่วนเครื่องต้มฆ่าไม่เติมเกลือและเติมเกลือร้อยละ 8 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เก็บรักษาที่ 4 ± 2 °ซ เป็นเวลา 56 วัน มีค่า a^* และ b^* ลดลง มีพีเอชค่อนข้างคงที่ แต่ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS มีแนวโน้มลดลง

เครื่องต้มฆ่าไม่เติมเกลือและเติมเกลือร้อยละ 8 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เก็บรักษาที่ 4 ± 2 °ซ เป็นเวลา 56 วัน มีปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดทั้งที่ชอบอากาศและไม่ชอบอากาศ น้อยกว่า 10^4 โคโลนีต่อกรัมของเครื่องต้มฆ่า (8.10×10^2 , 6.96×10^2 , 2.30×10^3 , 4.30×10^3 โคโลนีต่อกรัมของเครื่องต้มฆ่า ตามลำดับ) และตรวจไม่พบ *E.coli* และจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *C. perfringens*, *S. aureus* และ *B.cereus* ส่วนเครื่องต้มฆ่าเติมเกลือร้อยละ 8 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29 ± 2 °ซ) เป็นเวลา 28 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดทั้งที่ชอบอากาศและไม่ชอบอากาศน้อยกว่า 30 และ 5.53×10^4 โคโลนีต่อกรัมของเครื่องต้มฆ่า ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการเก็บรักษาผู้ทดสอบชิมยังให้การยอมรับเครื่องต้มฆ่าไม่เติมเกลือและเติมเกลือร้อยละ 8 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เก็บรักษาที่ 4 ± 2 °ซ และอุณหภูมิห้อง (29 ± 2 °ซ) (คะแนนมากกว่า 6.87)

เกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ 8 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ ต่ำ มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการเติมเกลือหรือการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตามการเติมเกลือมีอิทธิพลต่ำกว่าการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิต่ำ (4 ± 2 °ซ)

เครื่องต้มฆ่าเติมเกลือร้อยละ 8 เก็บรักษาที่ 4 ± 2 °ซ เป็นชุดการทดลองที่ดีที่สุด โดยประเมินจากการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์และการยอมรับทางประสาทสัมผัส เนื่องจากการเติมเกลือร้อยละ 8 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ในเครื่องต้มฆ่าและเก็บรักษาที่ 4 ± 2 °ซ สามารถควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดทั้งที่ชอบอากาศและไม่ชอบอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (8.10×10^2 และ 2.30×10^3 โคโลนีต่อกรัมของเครื่องต้มฆ่า ตามลำดับ) ตรวจไม่พบ Coliform, *E.coli* และจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *C. perfringens*, *S. aureus* และ *B.cereus* และมีการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะมากกว่า 6.87 ซึ่งมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกชุดการทดลอง

กึ่งมารินेटด้วยเครื่องต้มฆ่าซึ่งประกอบด้วยข้าว ตะไคร้ พริกขี้หนูและใบมะกรูด ร้อยละ 41.43, 47.00, 8.57 และ 3.00 ตามลำดับ โดยนำเครื่องต้มฆ่าตามสูตรดังกล่าวมาหมักกับกึ่ง ขาวในอัตราส่วน 1:3 ก่อนนำไปบรรจุในสภาวะการบรรจุต่างๆ ได้แก่ การบรรจุแบบปกติและ

บรรจุในสถานะตัดแปลงบรรยากาศ ในถุง nylon/LLDPE ภายใต้สถานะแก๊สผสมระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แก๊สออกซิเจน (O₂) และแก๊สไนโตรเจน (N₂) จำนวน 2 อัตราส่วน คือ 40: 5: 55 และ 50: 5: 45 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ เป็นระยะเวลาต่างๆ

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกุ้งขาวที่มารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่ามีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จากอิทธิพลของการเก็บแบบตัดแปลงบรรยากาศและการมารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่ามีผลทำให้เกิดการเจริญของแบคทีเรียแลคติก แต่การมารีเนทหรือไม่มารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่าและเก็บในสถานะปกติหรือตัดแปลงบรรยากาศไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้น

จากการศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของกุ้งขาวมารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่าซึ่งเก็บรักษาที่สถานะต่างกันพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น กุ้งขาวชุดควบคุมที่ไม่มารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่าที่เก็บในสถานะการบรรจุแบบปกติ มีช่องว่างระหว่างมัดกล้ามเนื้อมากที่สุด รองลงมาคือกุ้งที่ไม่มารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่าที่บรรจุในสถานะตัดแปลงบรรยากาศ ที่มีอัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์: แก๊สออกซิเจน: แก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 40: 5: 55 ส่วนกุ้งที่ไม่มารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่าที่บรรจุในสถานะตัดแปลงบรรยากาศ ที่มีอัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์: แก๊สออกซิเจน: แก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 50: 5: 45 มีช่องว่างระหว่างมัดกล้ามเนื้อน้อยที่สุด และกุ้งที่มารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่าที่เก็บในสถานะการบรรจุแบบปกติ มีช่องว่างระหว่างมัดกล้ามเนื้อมากที่สุด รองลงมาคือกุ้งที่มารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่าที่บรรจุในสถานะตัดแปลงบรรยากาศ ที่มีอัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์: แก๊สออกซิเจน: แก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 40: 5: 55 ส่วนกุ้งที่มารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่าที่บรรจุในสถานะตัดแปลงบรรยากาศ ที่มีอัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์: แก๊สออกซิเจน: แก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 50: 5: 45 มีช่องว่างระหว่างมัดกล้ามเนื้อน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณค่าที่ระเหยได้ (TVB) ทั้งหมดของกุ้งที่มารีเนทด้วยเครื่องต้มฆ่าพบว่า กุ้งยังคงความสดนานถึง 12 วัน เมื่อเก็บในสถานะตัดแปลงบรรยากาศที่มีอัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์: แก๊สออกซิเจน: แก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 40: 5: 55 (TVB เท่ากับ 13.09 mg N/100 g ตัวอย่าง) และ 50: 5: 45 (TVB เท่ากับ 10.57 mg N/100 g ตัวอย่าง) ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องต้มฆ่าและสถานะการบรรจุแบบตัดแปลงบรรยากาศไม่อำนวยความสะดวกการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ ส่งผลให้สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่า TVB ได้ดีกว่าการบรรจุแบบปกติ ส่วนค่าTBARSในทุกชุดการทดลองมีค่าน้อยมาก (ต่ำกว่า 2 mg malondialdehyde/kg sample) ทั้งนี้เนื่องจากกุ้งมีปริมาณไขมันค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการใช้ค่าความหืนจึงอาจไม่เหมาะสมต่อการตรวจสอบคุณภาพของกุ้งหรือผลิตภัณฑ์กุ้งบางชนิดที่ไม่มีส่วนผสมของไขมัน

กุ้งขาวชุดควบคุมที่ไม่มีมารีเนตด้วยเครื่องต้มฆ่าเก็บในสภาวะการบรรจุแบบปกติ (T1) และเก็บในสภาวะดัดแปลงบรรยากาศที่มีอัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์: แก๊สออกซิเจน: แก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 50: 5: 45 (T5) และกุ้งขาวที่มีมารีเนตด้วยเครื่องต้มฆ่าเก็บในสภาวะการบรรจุแบบปกติ (T2) มีอายุการเก็บรักษา 4 วัน โดยมีปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 5.0×10^7 CFU/g (5.5×10^5 , 1.2×10^5 และ 9.2×10^4 CFU/g ตามลำดับ) ส่วนกุ้งขาวที่ไม่มีมารีเนตด้วยเครื่องต้มฆ่าเก็บในสภาวะดัดแปลงบรรยากาศที่มีอัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์: แก๊สออกซิเจน: แก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 40: 5: 55 (T3) มีอายุการเก็บรักษา 8 วัน และกุ้งขาวที่มีมารีเนตด้วยเครื่องต้มฆ่าเก็บในสภาวะดัดแปลงบรรยากาศที่มีอัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์: แก๊สออกซิเจน: แก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 40: 5: 55 (T4) และ 50: 5: 45 (T6) มีอายุการเก็บรักษา 16 วัน โดยมีปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 5.0×10^7 CFU/g (1.9×10^7 , 2.1×10^6 และ 6.9×10^6 CFU/g ตามลำดับ) และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า กุ้งที่ไม่มีมารีเนตด้วยเครื่องต้มฆ่าและกุ้งที่มีมารีเนตด้วยเครื่องต้มฆ่าทุกชุดการทดลองดังกล่าว เมื่อปรุงเป็นต้มฆ่ากุ้งแล้วเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ โดยมีคะแนนในแต่ละคุณลักษณะมากกว่า 6 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบยังคงยอมรับผลิตภัณฑ์

กุ้งขาวที่มีมารีเนตด้วยเครื่องต้มฆ่าและเก็บในสภาวะดัดแปลงบรรยากาศที่มีอัตราส่วนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์: แก๊สออกซิเจน: แก๊สไนโตรเจน เท่ากับ 50: 5: 45 เป็นชุดการทดลองที่ดีที่สุด โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 16 วัน ประเมินจากการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์และปริมาณค่าที่ระเหยได้ (TVB) ทั้งหมด เนื่องจากการทำงานร่วมกันระหว่างสารออกฤทธิ์ที่มีอยู่ในเครื่องต้มฆ่าและการดัดแปลงบรรยากาศ สามารถควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (6.9×10^6 CFU/g) และส่งผลให้สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่า TVB (25.01 mg N/100 g ตัวอย่าง) นอกจากนี้ยังพบว่าตรวจไม่พบ *E. coli* และจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *S. aureus* แต่มีการตรวจพบ Coliform (2.3 MPN/g) จากการศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของกุ้งขาวมารีเนตด้วยเครื่องต้มฆ่าและเก็บในสภาวะดังกล่าวยังสามารถรักษาโครงสร้างของกุ้งได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการใช้ส้อมแชกในการให้รสเปรี้ยวแทนมะนาว เพราะการใช้มะนาวในน้ำซุปลดน้ำซุปลดที่เก็บไว้เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ทำให้น้ำซุปลดน้ำซุปลดมีรสชาติเปลี่ยนแปลง ส่งผลต่อการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส
2. ในระบบของอาหารประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ส่งผลต่อสารออกฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในเครื่องดัดน้ำ จึงควรมีการศึกษาผลของโปรตีน ไขมัน หรือคาร์โบไฮเดรต ต่อสมบัติการต้านออกซิเดชันของเครื่องเทศที่เป็นองค์ประกอบในเครื่องดัดน้ำและเครื่องดัดน้ำ เพื่อให้ผลการทดลองตอบสนองต่อระบบของอาหารมากขึ้น
3. ควรมีการศึกษาผลของความร้อนและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์ ต่อความคงตัวของสมบัติการต้านออกซิเดชันในเครื่องดัดน้ำ เพื่อให้ผลการทดลองครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรส์
4. การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดัดน้ำ นอกจากมีการเติมเกลือในผลิตภัณฑ์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำแล้ว ควรมีการศึกษาผลของการเติมส้อมแชก เพื่อให้เครื่องดัดน้ำมีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น