บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

อภิปรายผล

ผลของไคโตซานและตัวกลางการอบแห้งต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง

ผลของตัวกลางต่อการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งสามารถลดความชื้นได้เร็วกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อน เนื่องจากการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง ทำให้ผลต่างของอุณหภูมิระหว่างไอน้ำร้อนยวดยิ่งกับผลิตภัณฑ์มีค่าสูงกว่าการอากาศร้อน ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนจึงมีค่ามากกว่าทำให้ความร้อนสามารถถ่ายเทจากไอน้ำร้อนยวดยิ่งไปยังกุ้งเพื่อใช้ในการระเหยน้ำได้มากกว่า ส่งผลให้ระยะเวลาการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งโดยอากาศร้อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prachayawarakorn et al. (2002) ที่รายงานว่ากุ้งที่อบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งโดยอากาศร้อน

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของกุ้งหลังการอบแห้งได้แก่ ค่าสี ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำในอาหาร (a_w) การคืนตัว การหดตัว ค่าความแข็ง ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด ปริมาณเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) ความเป็นกรดด่าง และปริมาณแอมโมเนีย สามารถอภิปายผลได้ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ค่าสี

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีค่าสีแดงและค่าสีเหลืองสูงกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อน จากการศึกษาพบว่า สีของกุ้งแห้งขึ้นอยู่กับแอสตาแซนทีน ซึ่งเป็นรงควัตถุอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Cabrotenoid) ที่พบอยู่ในกุ้งให้สีเหลือง ส้ม และแดง แอสตาแซนทีนจะเสื่อมสภาพโดยปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และความร้อน แต่เนื่องจากการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในระหว่างการอบแห้ง และเป็นการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจึงทำให้ช่วยยับยั้งการเสื่อมสภาพแอสตาแซนทีน (Namsanguan et al., 2004; Prachayawarakorn, 2002; ดลฤตี ใจสุทธิ์, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prachayawarakorn et al. (2002) ที่รายงานว่ากุ้งที่อบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะมีสีแดงกว่ากุ้งที่อบแห้งโดยอากาศร้อน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

จากผลการทดลอง พบว่าปริมาณความชื้นของกุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและกุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อนมีค่าใกล้เคียงโดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 19.80 ±0.73 - 20.99 ±0.60 เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการอบแห้งต้องการลดปริมาณความชื้นของกุ้งทุกสภาวะให้อยู่ในช่วง 20 เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก จากการทดลองกุ้งแห้งมีปริมาณความชื้นใกล้เคียงสอดคล้องกับปริมาณความชื้นของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ซึ่งระบุว่าปริมาณความชื้นของกุ้งแห้งต้องไม่เกินร้อยละ 20.0 โดยน้ำหนัก

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในอาหาร

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีปริมาณน้ำในอาหารสูงกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อนเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.697 ±0.04 – 0.774 ±0.01 ซึ่งปริมาณน้ำในอาหารเป็นน้ำที่แทรกตัวอยู่ในช่องว่างของผลิตภัณฑ์ มีสมบัติเป็นตัวทำละลายและจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิต ดังนั้นปริมาณน้ำในอาหารจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อคุณภาพและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำในอาหารของผลิตภัณฑ์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีและมีการเจริญของจุลินทรีย์เกิดขึ้น ซึ่งปริมาณน้ำในอาหารของผลิตภัณฑ์สามารถลดได้ด้วยวิธีการอบแห้งหรือเติมตัวถูกละลาย เช่น น้ำตาล เกลือ เป็นต้น (นิธิยา รัตนปนนท์, 2545) ดังนั้นปริมาณน้ำในอาหารของกุ้งแห้งควรอยู่ในช่วง 0.72-0.76 ทั้งนี้เพื่อช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเชื้อรา (เยาวลักษณ์ รัตนพรวารีสกุล, 2539)

การวิเคราะห์การหดตัว

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะหดตัวน้อยกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อน ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งในช่วงแรก การระเหยน้ำในวัสดุเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดขณะที่ไอน้ำในวัสดุขยายตัวภายในผนังเซลล์ เนื่องจากความดันไอในวัสดุสูงกว่าความดันในไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ทำให้วัสดุเกิดรูพรุนมากมาย (Li, Seyed-Yagoobi, Moreira, & Yamsaengsung, 1999) จึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเส้นใย จึงทำให้เกิดการหดตัวน้อยลง อีกทั้งการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งใช้ระยะเวลาการอบแห้งที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อากาศร้อนที่อุณหภูมิเดียวกัน (Prachayawarakorn et al., 2002) และจากการศึกษายังพบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีลักษณะการหดตัวที่มีพื้นผิวของกุ้งหลังการอบแห้งเรียบสม่ำเสมอไม่ขรุขระแลดูสวยงามกว่ากุ้งเคลือบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prachayawarakorn et al.(2002) และดลฤดี ใจสุทธิ์(2543) ที่เปรียบเทียบการอบแห้งกุ้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน พบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันกุ้งที่อบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะหดตัวน้อยกว่ากุ้งที่อบแห้งโดยอากาศร้อน และการหดตัวจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 การหดตัวของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C)	การหดตัว (%)		อ้างอิง
		ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง	อากาศร้อน	
กุ้งแห้ง	120 °C	13.22 ±0.08	16.02 ±0.06	Prachayawarakorn et al. (2002)
	140 °C	14.63 ±0.09	22.81 ±0.08	
	120 °C	13.22 ±0.08	16.02 ±0.06	ดลฤดี ใจสุทธิ์(2543)
	140 °C	14.63 ±0.09	22.81 ±0.08	
เนื้อวัว ตัดตามขวางเส้นใย	130 °C	70.80 ±0.42	63.58 ±1.51	ศิริวัฒ สินประเสริฐ (2548)
	140 °C	70.62 ±0.19	64.07 ±2.08	
	150 °C	72.10 ±1.06	64.32 ±1.57	
เนื้อวัว ตัดตามเส้นใย	130 °C	71.76 ±0.99	66.20 ±1.43	
	140 °C	71.96 ±0.71	66.39 ±0.57	
	150 °C	73.38 ±0.65	66.78 ±0.36	

การวิเคราะห์การคืนตัว

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งสามารถคืนตัวได้มากกว่ากว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อน ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะเกิดรูพรุนขึ้นภายในเซลล์มากมาย (Li et al., 1999) จึงทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อภายในเซลล์ทำให้น้ำสามารถแทรกซึมเข้ามาอยู่ภายในช่องว่างระหว่างเส้นใย จึงทำให้สามารถคืนตัวได้มากกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อน นอกจากนั้นยังพบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อนสามารถคืนตัวได้รวดเร็วกว่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง แต่อย่างไรก็ตามสุดท้ายแล้วกุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและกุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อนจะสามารถคืนตัวได้ใกล้เคียงสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริวัฒ สินประเสริฐ (2548) พบว่าเนื้อวัวอบแห้งโดยอากาศร้อนสามารถคืนตัวได้รวดเร็วกว่าเนื้อวัวอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 การคืนตัวของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C)	การคืนตัว (%)		อ้างอิง
		ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง	อากาศร้อน	
เนื้อวัวตัดตามขวางเส้นใย	130 °C	59.11 ±1.96	60.70 ±2.85	ศิริวัฒ สินประเสริฐ (2548)
	140 °C	58.09 ±2.82	56.56 ±3.22	
	150 °C	55.56 ±0.71	53.76 ±1.71	
เนื้อวัวตัดตามเส้นใย	130 °C	51.71 ±0.23	54.10 ±2.85	
	140 °C	51.15 ±0.71	52.75 ±2.08	
	150 °C	47.78 ±0.67	51.52 ±0.52	

การวิเคราะห์ค่าความแข็ง

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีความแข็งมากกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อนเล็กน้อย จากการศึกษายังพบว่ากุ้งที่อบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีแนวโน้มความแข็งหลังการอบแห้งมากกว่ากุ้งที่อบแห้งโดยอากาศร้อน ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงการต้มและการทำแห้งเกิดขึ้นพร้อมกันจึงทำให้โปรตีนที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อกุ้งเกิดการเสียสภาพและเกิดกระบวนการที่ของเหลวเปลี่ยนไปเป็นของแข็งของโปรตีนทำให้โปรตีนเกิดการอุ้มน้ำน้อยลงซึ่งส่งผลให้กุ้งมีความแข็งมากขึ้น (Niamnuy, Devahastin, & Soponronnarit, 2007) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนิต สวัสดิ์เสวี และคณะ (2549) พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เนื้อหมูหลังการอบแห้งจะมีความแข็งมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากการอบแห้งเนื้อหมูที่อุณหภูมิสูงจะทำให้โปรตีนเกิดการจับตัวกันแน่นกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำเล็กน้อย รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 5-3 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C)	ความแข็ง (N)		อ้างอิง
		ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง	อากาศร้อน	
เนื้อวัว ตัดตามขวางเส้นใย	130 °C	59.62 ±17.24	47.85 ±12.15	ศิริวัฒ สินประเสริฐ (2548)
	140 °C	58.57 ±14.90	48.67 ±14.12	
	150 °C	67.65 ±12.82	47.82 ±9.72	
เนื้อวัว ตัดตามเส้นใย	130 °C	27.09 ±5.96	37.94 ±14.58	
	140 °C	31.54 ±9.96	38.41 ±18.27	
	130 °C	36.45 ±10.53	45.71 ±14.96	

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดมากกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อนเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.12 ±0.02 – 0.16 ±0.06 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ซึ่งระบุว่าปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดของกุ้งแห้งมีค่าต้องไม่เกินร้อยละ 1.0 ของน้ำหนักอบแห้ง

การวิเคราะห์ปริมาณเกลือ

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อนมีปริมาณเกลือสูงกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.12 ±0.01 – 0.27 ±0.04 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับปริมาณเกลือของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ซึ่งระบุว่าปริมาณเกลือของกุ้งแห้งมีค่าต้องไม่เกินร้อยละ 10.0 ของน้ำหนักอบแห้ง

การวิเคราะห์ความเป็นกรดด่าง

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง มีความเป็นกรดด่างสูงกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อนเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.36 ±0.04 – 6.53 ±0.05 ทั้งนี้ความเป็นกรดด่างของกุ้งขึ้นน่าจะขึ้นอยู่ความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่ใช้ และ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สภาวะที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งความเป็นกรดด่างของกุ้งแห้งมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดด่างของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ซึ่งระบุว่าความเป็นกรดด่างของกุ้งแห้งมีค่าต้องไม่เกิน 8.0

การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีปริมาณแอมโมเนียต่ำกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อน ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิสูงสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารได้ ซึ่งแอมโมเนียเกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์หลายชนิดที่สามารถไฮโดรไลซ์โปรตีนผลผลิตจากการย่อยสลายจะเกิดแอมโมเนียจึงทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ดีในอาหาร (Zobell, 1946) เมื่อเกิดขึ้นในกุ้งแห้งจะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคจึงสามารถใช้ปริมาณแอมโมเนียเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของกุ้งแห้ง

การวิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานอบแห้งโดยอากาศร้อน ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิสูง อีกทั้งประสิทธิภาพการทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้ความร้อนแห้งนั้น จะต่ำกว่าการใช้ความร้อนชื้น เนื่องจากโปรตีนของจุลินทรีย์จะเสียสภาพเร็วกว่าเมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เป็นน้ำเมื่อเทียบกับอากาศ (Rahman, Guizanib, & Al-Ruzeikib, 2004) และปริมาณน้ำในอาหารของกุ้งแห้งยังอยู่ในช่วง 0.697 ±0.04 – 0.774 ±0.01 จึงส่งผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่กุ้งแห้ง ซึ่งมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ซึ่งระบุว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของกุ้งแห้งต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^5 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อรา

จากผลการทดลอง พบว่าไม่พบเชื้อราในตัวอย่าง สอดคล้องกับปริมาณเชื้อราของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ซึ่งระบุว่าราต้องไม่เกิน 2×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลของไคโตซานและอายุการเก็บต่อคุณภาพกุ้งแห้งที่อบแห้งโดยใช้น้ำร้อนยวดยิ่ง

ผลของไคโตซานต่อการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง

จากผลการทดลอง พบว่ากุ้งเคลือบไคโตซานร้อยละ 85.88 ±4.21 และ $0.96 \times 10^6 \pm 0.12$ ดาลตัน สามารถลดความชื้นได้เร็วกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานร้อยละ 92.71 ±0.48 และ $0.28 \times 10^6 \pm 0.06$ ดาลตัน เนื่องไคโตซานร้อยละ 85.88 ±4.21 และ $0.96 \times 10^6 \pm 0.12$ ดาลตัน มีน้ำหนักโมเลกุลที่สูงกว่าไคโตซานร้อยละ 92.71 ±0.48 และ $0.28 \times 10^6 \pm 0.06$ ดาลตัน จึงมีความหนืดสูงกว่า ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นน้อยกว่า จึงใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่ากุ้งเคลือบไคโตซานร้อยละ 92.71 ±0.48 และ $0.28 \times 10^6 \pm 0.06$ ดาลตัน กุ้งแช่กรดอะซิติก และกุ้งแช่น้ำเกลือ ตามลำดับ

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของกุ้งหลังการอบแห้งได้แก่ ค่าสี ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำในอาหาร (a_w) การคืนตัว การหดตัว ค่าความแข็ง ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด ปริมาณเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) ความเป็นกรดด่าง และปริมาณแอมโมเนีย สามารถอภิปายผลได้ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ค่าสี

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการการเก็บนานขึ้นค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่ค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มลดลง สภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่เวลา 0 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นกุ้งเคลือบไคโตซานทั้ง 2 ชนิดมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) แตกต่างกับกุ้งแช่น้ำเกลือ และกุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่ 4 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแช่น้ำเกลือมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเหลือง (b*) สูงที่สุด และกุ้งเคลือบไคโตซานร้อยละ 85.88 ±4.21 และ $0.96 \times 10^6 \pm 0.12$ ตาลตัน มีค่าสีแดง (a*) สูงที่สุด ทั้งนี้น่าเป็นผลมาจากการที่ไคโตซานมีสมบัติช่วยรักษาสีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Darmadji and Izumimoto (1994). ที่ศึกษาผลของการเติมไคโตซานลงไปในผลิตภัณฑ์เนื้อจะช่วยรักษาสีแดงของเนื้อในระหว่างการเก็บ อีกทั้งกุ้งที่ผ่านการอบแห้งเก็บในสภาพสุญญากาศ การบรรจุแบบสุญญากาศ (Vacuum Packaging) สามารถเป็นสภาวะไม่มีออกซิเจน การเสื่อมสลายของแอสตาแซนทีนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงเกิดขึ้นน้อย สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Biede, Himelbloom, and Rutledge (1982). ที่ศึกษาผลของสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ที่

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

มีต่อการเสื่อมสลายของแอสตาแซนทีนของกุ้งที่ผ่านการตากแห้ง พบว่าการเก็บภายใต้สภาวะสุญญากาศมีผลช่วยชะลอการเสื่อมสลายของแอสตาแซนทีนในกุ้งแห้งได้ นอกจากการเสื่อมสลายของแอสตาแซนทีนและการเปลี่ยนแปลงสีของกุ้งจะเกิดขึ้นในระหว่างการอบแห้งแล้ว ยังสามารถเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บได้อีกด้วย (Prachayawarakorn et al., 2002) รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 ค่าสีของผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง

ผลิตภัณฑ์	ค่าสี			อ้างอิง
	L	a	b	
กุ้งแห้ง	36.77	8.80	13.46	Namsanguan et al. (2004)
	41.98	6.05	12.80	Namsanguan et al. (2003)
	41.00	6.06	15.02	Prachayawarakorn et al. (2002)
	41.98	6.05	12.27	Namsanguan et al. (2002)
	41.00	6.06	15.02	ดลฤดี ใจสุทธิ์ (2543)

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและสภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อปริมาณความชื้น ทั้งนี้น่าจะเป็นผลจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาวะแวดล้อมการเก็บ เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่เวลา 0 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่าระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นกุ้งเคลือบไคโตซานทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน แต่มีปริมาณความชื้นแตกต่างกับกุ้งแช่น้ำเกลือ และกุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่ 4 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแช่น้ำเกลือมีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด และกุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากกรดอะซิติกสมบัติชอบน้ำ (hydrophilicity) จึงส่งผลให้กุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 มีปริมาณความชื้นสูงกว่ากุ้งสภาวะอื่น ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของเยาวลักษณ์ รัตนพรวารีสกุล (2539) ที่ทำการศึกษาผลของกรดซิตริกที่มีผลต่อคุณภาพและระยะเวลาการเก็บกุ้งแห้ง พบว่ากุ้งแห้งที่ใช้กรดซิตริกจะมีปริมาณความชื้นสูงกว่ากุ้งแห้งที่ไม่ใช้กรดซิตริก ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณความชื้นของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(2533) ซึ่งระบุว่าปริมาณความชื้นของกุ้งแห้งมีค่าต้องไม่เกินร้อยละ 20.0 โดยน้ำหนัก รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-5 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณความชื้น (% w.b.)	อ้างอิง
กุ้งแห้ง	ไม่เกินร้อยละ 20.0 โดยน้ำหนัก	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533)
	22.97 ± 0.12	เยาวลักษณ์ รัตนพรวารีสกุล (2533)

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในอาหาร

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นปริมาณน้ำในอาหารมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและสภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อปริมาณน้ำในอาหาร เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่เวลา 0 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 กุ้งเคลือบไคโตซานทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณน้ำในอาหารไม่แตกต่างกัน แต่มีปริมาณน้ำในอาหารแตกต่างกับกุ้งแช่น้ำเกลือ เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่ 4 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแช่น้ำเกลือมีปริมาณน้ำในอาหารต่ำที่สุด และกุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 มีปริมาณน้ำในอาหารสูงที่สุด ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากกรดอะซิติกมีสมบัติในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) อีกทั้งปริมาณความชื้นยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณน้ำในอาหาร เมื่อมีปริมาณความชื้นสูงก็จะมีปริมาณน้ำในอาหารสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งปริมาณน้ำในอาหารของกุ้งแห้งควรอยู่ในช่วง 0.72-0.76 เพื่อช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อรา (เยาวลักษณ์ รัตนพรวารีสกุล, 2539)

การวิเคราะห์การหดตัว

จากผลการทดลอง พบว่าระยะเวลาการเก็บและสภาวะของกุ้งแห้งไม่มีผลต่อการหดตัว ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากตลอดระยะเวลาการเก็บกุ้งแห้งถูกบรรจุเก็บในสภาวะสุญญากาศ (Vacuum Packaging) จึงทำให้กุ้งแห้งไม่เกิดการสูญเสียความชื้นภายในที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้กุ้งเกิดการหดตัวเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Niamnuy et al. (2007) ที่รายงานว่าการหดตัวของกุ้งจะมีการเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณความชื้นของกุ้งที่ลดลงระหว่างการทำแห้ง ซึ่งในระหว่างการทำแห้งกุ้งจะเกิดการสูญเสียความชื้นจากภายในจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดการหดตัว รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-6

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 5-6 การหดตัวของผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C)	การหดตัว (%)	อ้างอิง
กุ้งแห้ง	120 °C	13.22 ±0.08	Prachayawarakorn et al. (2002)
	140 °C	14.63 ±0.09	
	120 °C	13.22 ±0.08	ดลฤดี ใจสุทธิ์ (2543)
	140 °C	14.63 ±0.09	

การวิเคราะห์การคืนตัว

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นการคืนตัวมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่เวลา 0 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่าสภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อการคืนตัวในสัปดาห์ที่ 0 แต่ไม่มีผลต่อการคืนตัวที่ 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่ 4 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 มีการคืนตัวต่ำที่สุด ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากกุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 มีปริมาณความชื้นสูง อีกทั้งปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์ปริมาณน้ำในอาหาร ซึ่งปริมาณน้ำในอาหารเป็นน้ำที่แทรกตัวอยู่ในช่องว่างของผลิตภัณฑ์อยู่แล้ว จึงอาจส่งผลให้กุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 มีการคืนตัวต่ำกว่ากุ้งสภาวะอื่น ๆ รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-7

ตารางที่ 5-7 การคืนตัวของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C)	การคืนตัว (%)	อ้างอิง
เนื้อวัว	130 °C	59.11 ±1.96	ศิริวัฒ สินประเสริฐ (2548)
	140 °C	58.09 ±2.82	
	150 °C	55.56 ±0.71	
เนื้อหมู	130 °C	64.24 ±0.76	พลสันต์ วงษ์ศรี (2548)
	140 °C	63.04 ±0.66	
	150 °C	57.46 ±0.73	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ค่าความแข็ง

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นความแข็งมีแนวโน้มลดลงและสภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อความแข็ง เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่ 4 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 กุ้งเคลือบไคโตซานทั้ง 2 ชนิดมีความแข็งไม่แตกต่างกัน แต่มีความแข็งแตกต่างกับกุ้งแช่น้ำเกลือ ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากกุ้งแช่น้ำเกลือ มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำในอาหารต่ำกว่ากุ้งแห้งในสภาวะอื่น ๆ จึงอาจส่งผลให้กุ้งแช่น้ำเกลือมีค่าความแข็งสูงกว่ากุ้งแห้งสภาวะอื่น ๆ รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-8

ตารางที่ 5-8 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C)	ความแข็ง (N)	อ้างอิง
เนื้อวัวตัดขวางตามเส้นใย	130 °C	59.62 ±17.24	ศิริวัฒ สินประเสริฐ (2548)
	140 °C	58.57 ±14.90	
	150 °C	67.65 ±12.82	
เนื้อวัวตัดตามเส้นใย	130 °C	27.09 ±5.96	
	140 °C	31.54 ±9.96	
	150 °C	36.45 ±10.53	
เนื้อหมู	130 °C	47.33 ±11.11	พลสันต์ วงษ์ศรี (2548)
	140 °C	59.40 ±12.61	
	150 °C	68.26 ±7.23	
เนื้อหมูหมักเกลือ	130 °C	30.1 ±13.53	
	140 °C	30.7 ±5.82	
	150 °C	38.3 ±7.44	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดมีแนวโน้มลดลง และสภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่ 4 สัปดาห์ พบว่า กุ้งแห้งทุกสภาวะมีปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดอยู่ในช่วง 0.12 ±0.00 – 0.12 ±0.01 ซึ่งมีค่าปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดตามค่ากำหนดของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ซึ่งระบุว่าปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดของกุ้งแห้งมีค่าต้องไม่เกินร้อยละ 1.0 ของน้ำหนักอบแห้ง

การวิเคราะห์ปริมาณเกลือ

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นปริมาณเกลือมีแนวโน้มลดลง และสภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อปริมาณเกลือ เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่ 4 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 กุ้งเคลือบไคโตซานทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณเกลือไม่แตกต่างกัน แต่มีปริมาณเกลือแตกต่างกับกุ้งแช่น้ำเกลือ โดยกุ้งเคลือบไคโตซานมีปริมาณเกลือต่ำที่สุด และกุ้งแช่น้ำเกลือมีปริมาณเกลือสูงที่สุด ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างก่อนการอบแห้ง ตัวอย่างกุ้งสดจะถูกนำมาแช่สารละลายเกลือก่อน จากนั้นจึงนำมาแช่ในสารละลายกรดอะซิติกหรือสารละลายไคโตซานก่อนการทำแห้ง ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการซึมผ่านของเกลือเข้าสู่ตัวกุ้ง ซึ่งกุ้งแห้งทุกสภาวะตลอดระยะเวลาการเก็บมีปริมาณเกลืออยู่ในช่วง 0.13 ±0.00 – 0.21 ±0.01 ซึ่งมีปริมาณเกลือตามค่ากำหนดของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ซึ่งระบุว่าปริมาณเกลือของกุ้งแห้งมีค่าต้องไม่เกินร้อยละ 10.0 ของน้ำหนักอบแห้ง รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-9

ตารางที่ 5-9 ปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง

สภาวะ	ปริมาณเกลือ (%)					อ้างอิง
	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	
Control	7.08 ± 1.02	7.04 ± 0.68	6.99 ± 0.75	6.72 ± 1.18	7.15 ± 0.88	เยาวลักษณ์ รัตนพรวารีสกุล (2533)
Acetic acid 0.1%	6.42 ± 0.93	6.70 ± 0.32	6.88 ± 0.07	6.96 ± 0.52	6.72 ± 0.25	

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิเคราะห์ความเป็นกรดด่าง

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และสภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อความเป็นกรดด่าง เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่เวลา 0 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่าความเป็นกรดด่างของกุ้งแห้งทุกสภาวะไม่มีความแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 แต่ในสัปดาห์ที่ 4 กุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำที่สุด และกุ้งแช่น้ำเกลือมีความเป็นกรดด่างสูงที่สุด ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากสารละลายกรดอะซิติกที่ใช้มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่าน้ำเกลือและสารละลายไคโตซาน จึงทำให้กุ้งแช่กรดอะซิติกร้อยละ 1 มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่ากุ้งสภาวะอื่น ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของเยาวลักษณ์ รัตนพรวารีสกุล (2539) ที่ศึกษาผลของกรดซิตริกต่อคุณภาพและระยะเวลาการเก็บกุ้งแห้ง พบว่าความเป็นกรดด่างของกุ้งแห้งที่ใช้กรดอะซิติกจะมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่ากุ้งแห้งที่ไม่ใช้กรดอะซิติกที่สภาวะบรรจุและระยะเวลาเดียวกัน รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่5-10

ตารางที่ 5-10 ความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง

สภาวะ	ความเป็นกรดด่าง					อ้างอิง
	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	
Control	8.26 ± 0.08	8.31 ± 0.04	8.16 ± 0.02	8.14 ± 0.05	8.11 ± 0.04	เยาวลักษณ์ รัตนพรวารีสกุล (2533)
Acetic acid 0.1%	8.26 ± 0.13	8.30 ± 0.13	8.13 ± 0.04	8.08 ± 0.02	8.09 ± 0.08	

การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และสภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อปริมาณแอมโมเนีย เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่เวลา 0 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแช่กรดอะซิติก กุ้งเคลือบไคโตซานทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณแอมโมเนียไม่แตกต่างกัน แต่มีปริมาณแอมโมเนียแตกต่างกับกุ้งแช่น้ำเกลือ การเก็บที่ 4 สัปดาห์กุ้งเคลือบไคโตซานร้อยละ 92.71 ±0.48 และ 0.28×10^{6}±0.06 ดาลดัน มีปริมาณแอมโมเนียต่ำที่สุด และกุ้งแช่น้ำเกลือมีปริมาณแอมโมเนียสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไคโตซานและสภาวะความเป็นกรดของกรดอะซิติกจะช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิดในกุ้งแห้งได้ เป็นผลให้การย่อยสลายโปรตีนโดยจุลินทรีย์ลดลง ปริมาณแอมโมเนียจึงลดลงด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เยาวลักษณ์ รัตนพรวารีสกุล (2539) ที่ทำการศึกษาผลของกรดซิตริกที่มีผลต่อคุณภาพและระยะเวลาการเก็บกุ้งแห้ง พบว่ากุ้งแห้งที่ใช้กรดซิตริกจะมีปริมาณแอมโมเนียต่ำกว่ากุ้งแห้งที่ไม่ใช้กรดซิตริก อีกทั้งการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ (Vacuum Packaging) สามารถป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และยั้บยังการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของกุ้งแห้งได้ และกุ้งแห้งคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคควรมีปริมาณแอมโมเนียต่ำกว่า 800 ส่วนในล้านส่วน (วราภา วรพงษ์, 2531) รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่5-11

ตารางที่ 5-11 ปริมาณแอมโมเนียของผลิตภัณฑ์กุ้งแห้ง

ผลิตภัณฑ์	สภาวะการบรรจุ	ปริมาณแอมโมเนีย (ppm)	อ้างอิง
กุ้งแห้ง	สภาวะสุญญากาศ	203.10-762.68	วรรณิยา โสภักดี (2544)
	สภาวะปกติร่วมกับสารดูดซับออกซิเจน	203.10-685.99	

การวิเคราะห์สมบัติทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากผลการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และสภาวะของกุ้งแห้งมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบการเก็บที่เวลา 0 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่าการเก็บที่ 4 สัปดาห์กุ้งแช่น้ำเกลือมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงที่สุด และกุ้งเคลือบไคโตซานร้อยละ 92.71 ±0.48 และ 0.28×10^{6}±0.06 ตาลตัน มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำที่สุด ทั้งนี้ก็เพราะกรดอะซิติก และไคโตซานมีสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากไคโตซานเป็นโมเลกุลที่มีประจุบวกซึ่งสามารถเกิด interaction กับเซลเมมเบรน (cell membrane) ของจุลินทรีย์ที่มีประจุลบ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีนและสารอื่นของเซลล์ (Chen, Liau, &Tsai, 1998) หรือการที่ไคโตซานเป็น chelating agent ซึ่งสามารถเลือกจับโลหะแม้ในปริมาณน้อย ๆได้ ทำให้เกิดการยับยั้งการผลิตสารพิษ (toxin) และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Cuero, Osuji, & Washington, 1991) อีกทั้งไคโตซานและอนุพันธ์สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ (Jeon, Park, & Kim, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Xie et al. (2002) รายงานว่าไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (LMWC) จะมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าไคโตซานที่มีที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(HMWC) Beverly et al. (2007) รายงานว่ากรดอะซิกสามารถลดจำนวนเชื้อ *Listeriamono cytogenes* ในเนื้อย่างพร้อมบริโภคได้ ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของกุ้งทุกสภาวะตลอดระยะเวลาการเก็บ อีกทั้งการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ (Vacuum Packaging) สามารถยับยั้งการเน่าเสียของกุ้งแห้งเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ระบุว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของกุ้งแห้งมีค่าต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 10^5 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 5-12

ตารางที่ 5-12 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เนื้อย่างพร้อมบริโภค

สภาวะ	จำนวน *Listeria monocytogenesn* (log CFU/g)					อ้างอิง
	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	
Control	6.65 ± 0.45	8.11 ± 1.31	9.29 ± 0.67	10.53 ± 0.18	10.72 ± 0.21	Beverly et al. (2007)
Acetic acid 1%	6.34 ± 0.62	6.93 ± 1.42	8.73 ± 0.58	9.36 ± 0.16	9.40 ± 0.11	
HMWC 1%	5.90 ± 0.73	6.41 ± 0.52	6.87 ± 0.95	7.88 ± 0.06	7.93 ± 0.07	
LMWC 1%	5.91 ± 0.53	5.48 ± 0.95	7.39 ± 0.70	7.35 ± 0.22	7.41 ± 0.11	

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อรา

จากผลการทดลอง พบว่าไม่พบเชื้อราในตัวอย่าง สอดคล้องกับปริมาณเชื้อราของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533) ซึ่งระบุว่ารา ต้องไม่เกิน 2×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพและสมบัติทางจุลินทรีย์ของกุ้งแห้ง

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีกายภาพและสมบัติทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ค่าสี ความชื้น ปริมาณน้ำในอาหาร (a_w) ปริมาณแอมโมเนีย และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่า

ค่าความสว่าง (L*) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าสีเหลือง (b*) แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าสีแดง (a*) ในช่วงระยะเวลาการเก็บค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) มีการเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ แต่ค่าสีแดง (a*) มีการลดลงตามระยะเวลาการเก็บ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสีของ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กุ้งแห้งขึ้นอยู่กับแอสตาแซนทีน ซึ่งเป็นรงควัตถุอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Cabrotenoid) ที่พบอยู่ในกุ้งให้สีเหลือง ส้ม และแดง แอสตาแซนทีนจะเสื่อมสภาพโดยปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และความร้อน สอดคล้องกับรายงานของ Biede et al. (1982) ที่รายงานว่าระยะเวลาการเก็บและสภาวะการเก็บมีผลต่อการเสื่อมสลายของแอสตาแซนทีนและการเปลี่ยนแปลงสีของกุ้งแห้งระหว่างระยะเวลาการเก็บ

ปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณน้ำในอาหาร ในช่วงระยะเวลาการเก็บปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอาหารมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาการเก็บ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาวะแวดล้อมการเก็บ และถุงบรรจุที่ใช้คือ PA/LLDPE ซึ่งสมบัติมีการซึมผ่านของไอน้ำได้ โดยมีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำเท่ากับ 4.09 กรัมต่อตารางเมตรต่อ 24 ชั่วโมง ที่ความดันบรรยากาศ (Hanlon, 1984)

ปริมาณแอมโมเนียมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากแอมโมเนียเกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์หลายชนิดที่สามารถไฮโดรไลซ์โปรตีน เนื่องจากกุ้งแห้งมีองค์ประกอบของโปรตีนอยู่สูงและแบคทีเรียในอาหารทะเลส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีความสามารถย่อยสลายโปรตีนได้ดี ผลผลิตจากการย่อยสลายจะเกิดแอมโมเนีย อินโดล (indole) ไตรเมทธิลเอมีน(trimethylamine) หรือไดเมทธิลเอมีน (dimethylamine) จึงทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ดีในอาหาร โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียเป็นสารในกลุ่มไนโตเจนซึ่งระเหยได้ (Zobell, 1946) เมื่อเกิดขึ้นในกุ้งจะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคจึงสามารถใช้ปริมาณแอมโมเนียเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเสื่อมเสียของกุ้งแห้งฉะนั้นเมื่อมีกุ้งแห้งมีจำนวนจุลินทรีย์มากก็จะส่งผลต่อให้มีปริมาณแอมโมเนียมากด้วยเช่นกัน

สรุปผลการทดลอง

ผลของการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและการเคลือบไคโตซานต่อคุณภาพของกุ้งแห้ง

จากการศึกษาผลของการใช้ไคโตซานและการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกัน ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์กุ้งแห้งเปรียบเทียบกับการใช้ไคโตซานและการอบแห้งโดยอากาศร้อนร่วมกันต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ตัวกลางการทำแห้งมีผลต่อค่าสีแดง การหดตัว การคืนตัว และปริมาณแอมโมเนีย ($p<0.05$) โดยการอบแห้งโดยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง ให้ค่าสีแดง การคืนตัวสูงสุดมีค่า 21.13 ±0.33 89.87 ±1.00 ตามลำดับ และมีการหดตัว และปริมาณแอมโมเนียต่ำสุดมีค่า 75.86 ±0.69 37.53 ±4.41 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานที่ใช้เคลือบกุ้งก่อนการอบแห้งมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ($p<0.05$) โดยไคโตซานร้อยละ 92.71 ±0.48 และ 0.28×10^6±0.06 ดาลตัน เก็บที่ 4 สัปดาห์ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำสุดมีค่า 1.40 ±0.09

ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) จำเป็นต้องทำด้วยความระมัดระวังอย่างสูง เพื่อป้องกันการระเหยของปริมาณแอมโมเนียบางส่วน เนื่องจากแอมโมเนียเป็นก๊าซที่สามารถระเหยได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดได้ง่าย

2. การวิเคราะห์ปริมาณแอสตาแซนทีนกุ้งแห้ง สามารถใช้เครื่องวัดสีตรวจวิเคราะห์ค่าสีได้ เนื่องจากปริมาณแอสตาแซนทีนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่า a* (สีแดง) และในทางลบกับค่า b* (สีเหลือง) ดังนั้นเมื่อทราบค่า a* (สีแดง) และ ค่า b* (สีเหลือง) สามารถคำนวณกลับเป็นปริมาณแอสตาแซนทีนได้โดยใช้สมการ

$$Y = 1.01 + 0.43a^* - 0.06b^* \quad (R = 0.84)$$

เมื่อ Y = ปริมาณแอสตาแซนทีน

a* = ค่าสีแดง

b* = ค่าสีเหลือง

3. แนวทางการศึกษาต่อไป ควรจะศึกษาการนำไคโตซานไปเคลือบผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University