บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 คัดเลือกสูตรพื้นฐานสำหรับแป้งชุบทอด

ได้ศึกษาผลการผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งจากแป้งชุบทอด 3 สูตร โดยชุบกุ้งในแป้งเป็นเวลา 30 วินาที แล้วทอดที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยพิจารณาสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม (รายละเอียดของคะแนนแสดงในภาคผนวก ก) เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า แป้งชุบทอดทั้ง 3 สูตรให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.1) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ในการผลิตมีการหมักกุ้งด้วยเครื่องปรุงสูตรเดียวกัน ใช้กุ้งที่มีความสดสม่ำเสมอกัน และใช้เกล็ดขนมปังชนิดเดียวกัน อีกทั้งสูตรแป้งชุบทอดทั้ง 3 สูตร ซึ่งได้จากการศึกษาเอกสารเป็นสูตรมาตรฐานในการผลิตอาหารชุบทอดอยู่แล้วจึงให้ผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพไม่แตกต่างกันมาก ส่วนคะแนนสีของผลิตภัณฑ์พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งชุบทอดสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่สูตรที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทอดที่อุณหภูมิและเวลาเท่ากันโดยผู้ทดสอบมีความเห็นว่า สูตรที่ 1 สีเข้มกว่าอีก 2 สูตร ทั้งนี้อาจเนื่องจาก แป้งชุบทอดสูตรที่ 1 มีนมผงเป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณมากกว่าสูตรอื่น นมผงมีน้ำตาล lactose ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดปฏิกริยา caramelization ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มกว่า ส่วนความกรอบ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งชุบทอดสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่สูตรที่ 2 แป้งชุบทอดกรอบน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากแป้งชุบทอดสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีปริมาณแป้งสาลีเอนกประสงค์ไม่แตกต่างกันมากนัก ขณะที่แป้งสูตรที่ 2 มีแป้งข้าวโพดเป็นองค์ประกอบ แป้งข้าวโพดมี amylopectin อยู่ในปริมาณสูงถึงประมาณ 74% จึงให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะการพองตัวดีแต่เบา และเปราะ (6) อรอนงค์ และคณะ (46) ได้ศึกษาลักษณะของความกรอบ หรือกรอบพองของแป้งชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบอาหารทอด และรายงานว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ในแป้งชุบทอดมีลักษณะพองฟู กรอบ และเกาะติดอาหารสม่ำเสมอ ขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งข้าวโพดเป็นแป้งชุบทอด แป้งจะแยกอยู่คนละส่วนกับอาหาร สีแป้งไม่เป็นสีน้ำตาลยังคงขาว กรอบแข็ง และแตกง่าย และแป้งตกตะกอนเร็วชุบไม่ติดอาหาร

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณไขมันของกุ้งชุบขนมปังที่ใช้แป้งชุบทอด 3 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยแป้งชุบทอดสูตรที่ 3 ดูดกลืนไขมันน้อยที่สุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากมีไข่เป็นองค์ประกอบอยู่สูงกว่าสูตรอื่น Hanson และ Fletcher (7) อธิบายว่า เมื่อได้รับพลังงานความร้อนไข่จะ coagulate เป็นโครงร่างของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่พองตัวมากนัก น้ำมันจึงดูดซึมเข้าไปอยู่ในช่องว่างของแป้งได้น้อย อีกทั้งแป้งชุบทอดสูตร 3 ไม่มีนมผงเป็นองค์ประกอบ ขณะที่สูตร 1 และ 2 มีนมผงซึ่งมีไขมันเป็นองค์ประกอบเพียง 1% จึงเป็นแหล่งไขมันในผลิตภัณฑ์ และเป็นตัวช่วยดูดกลืนน้ำมันไว้ในผลิตภัณฑ์ด้วย (47) ดังนั้น แป้งชุบทอดสูตร 3 จึงเหมาะที่จะเลือกมาใช้สำหรับการผลิตต่อไปเพราะมีคะแนนความชอบด้านความกรอบสูงสุดและมีปริมาณไขมันต่ำสุด ไขมันในผลิตภัณฑ์มีผลต่อการเกิดกลิ่นหืนระหว่างการเก็บและยังให้แคลอรี่สูงด้วย (47)

การคำนวณราคาวัตถุดิบของกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งที่ใช้แป้งชุบทอดสูตร 3 ดังแสดงในตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า แป้งชุบทอดสูตรที่ 3 เมื่อใช้ไข่ผงเป็นองค์ประกอบจะมีต้นทุนสูงมาก โดยราคาของวัตถุดิบส่วนใหญ่อยู่ที่ไข่ผง ดังนั้น ถ้ามีการใช้ไข่สดแทนการใช้ไข่ผงได้ จะช่วยลดต้นทุนในส่วนของแป้งชุบทอดได้มาก จึงน่าจะศึกษาต่อไปในประเด็นนี้

5.2 <u>การศึกษาชนิดของไข่ที่จะช่วยให้แป้งชุบทอดติดตัวกุ้ง</u>

จากข้อสรุปในข้อ 5.1 ได้นำแป้งชุบทอดสูตรที่ 3 มาทดลองใช้ผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็ง โดยใช้ไข่สดทั้งฟองเปรียบเทียบกับไข่รวมผงในสูตร ขณะเดียวกันใช้ไข่แดงเปรียบเทียบกับการใช้ไข่ทั้งฟอง ผลิตภัณฑ์ที่ได้ทดสอบทางประสาทสัมผัส พร้อมพิจารณาปริมาณไขมัน และปริมาณวัสดุชุบทอดในแต่ละตัวอย่าง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นทุกตัวอย่าง โดยคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม ผู้บริโภคไม่รู้สึกความแตกต่างระหว่างการใช้ไข่สดหรือไข่ผง และไข่แดง หรือไข่ทั้งฟองเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการใช้ไข่สดหรือไข่ผง และไข่แดงหรือไข่ทั้งฟองในส่วนของแป้งชุบทอดให้โครงสร้าง และลักษณะของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกันมาก ผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างจึงมีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.4) แสดงว่า ชนิดของไข่มีผลต่อปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่แดงสดเป็นส่วนประกอบมีไขมันต่ำกว่าพวกที่ใช้ไข่แดงผงเป็นส่วนประกอบ ทั้งนี้เพราะไข่แดงสดมีไขมันเพียง 27.2% ขณะที่ไข่แดงผง

เมื่อนำมาละลายน้ำในอัตราส่วนไข่ต่อน้ำเท่ากับ 1:1 แล้วจะมีไขมันอยู่ถึง 30.94% จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่แดงสดเป็นส่วนประกอบมีไขมันน้อยกว่าพวกที่ใช้ไข่แดงผงเป็นส่วนประกอบ และยังพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่แดงสดเป็นส่วนประกอบมีไขมันมากกว่าพวกที่ใช้ไข่สดทั้งฟองเป็นส่วนประกอบ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ Hanson และ Fletcher (7) ที่ใช้ไข่แดงและไข่ทั้งฟองในส่วนของแป้งชุบทอดสำหรับผลิตภัณฑ์ไก่ชุบแป้งทอด ในปริมาณ 0, 5, 10 % และพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่แดงเป็นส่วนประกอบมีไขมันมากกว่าพวกที่ใช้ไข่ทั้งฟองเป็นส่วนประกอบซึ่งผู้ทดลองอธิบายว่าไข่แดงมีไขมันถึง 27% ขณะที่ไข่ทั้งฟองมีไขมันเพียง 11% จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่แดงเป็นส่วนประกอบมีไขมันมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่ทั้งฟองเป็นส่วนประกอบ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณวัสดุชุบทอดในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตามตารางที่ 4.4 แสดงว่าชนิดของไข่มีผลต่อการเกาะติดของแป้งอย่างมีนัยสำคัญ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่แดงเป็นส่วนประกอบไม่ว่าจะเป็นแบบผงหรือไข่แดงสด มีการเกาะติดของแป้งต่ำกว่าตัวอย่างที่ใช้ไข่ทั้งฟอง ทั้งนี้เนื่องจากไข่แดงผงมีโปรตีนเพียง 30% แต่มีไขมันถึง 57% ขณะที่ไข่รวมผงมีส่วนของไข่ขาวซึ่งมี albumin ถึง 45% และมีไขมันเพียง 40% Hanson และ Fletcher (7) อธิบายว่า albumin ช่วยให้ส่วนผสมในแป้งชุบทอดเข้ากัน ให้โครงร่างผลิตภัณฑ์และมีส่วนช่วยในการเกาะติดระหว่างแป้งกับเนื้อกุ้ง ปริมาณวัสดุชุบทอดจึงสูงกว่า ขณะที่ผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้ไข่ทั้งฟองเป็นส่วนประกอบไม่ว่าจะเป็นแบบผงหรือสด การเกาะติดของแป้งชุบทอดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้เพราะเมื่อนำไข่รวมผงมาละลายน้ำในอัตราส่วนไข่ต่อน้ำเท่ากับ 1:3 โดยน้ำหนัก จะมีองค์ประกอบของโปรตีนใกล้เคียงกับในไข่สดคือ ประมาณ 12% จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งสองชนิดมีปริมาณของวัสดุชุบทอดใกล้เคียงกัน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่แดงเป็นส่วนประกอบให้ผลเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่ทั้งฟองเป็นส่วนประกอบคือ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ไข่แดงเป็นส่วนประกอบไม่ว่าจะเป็นแบบผงหรือไข่สด มีการเกาะติดของแป้งชุบทอดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้เพราะ เมื่อนำไข่แดงผงมาละลายน้ำในอัตราส่วนไข่ต่อน้ำเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก จะมีองค์ประกอบของโปรตีนประมาณ 16% ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณที่มีในไข่สดคือ 14% จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งสองชนิดมีปริมาณของวัสดุชุบทอดใกล้เคียงกัน

ดังนั้น สรุปได้ว่า สามารถใช้ไข่สดทดแทนการใช้ไข่ผง ไข่ทั้งฟองช่วยในการเกาะติดของแป้งดีกว่าไข่แดง และการใช้ไข่ทั้งฟองเป็นส่วนผสมให้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำกว่าซึ่งมีผลดีต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ด้วย จากการวิเคราะห์ผลข้อ 5.1 และ 5.2 จึงสรุปได้ว่าแป้งชุบทอดสูตรที่ 3 ซึ่งใช้ไข่สดทั้งฟองเป็นส่วนประกอบ เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นสูตรต้นแบบในการทดลองต่อไป

5.3 <u>การศึกษาชนิดของเกล็ดขนมปังที่เหมาะสม</u>

การศึกษาในขั้นตอนนี้ได้เปรียบเทียบเกล็ดขนมปัง 2 ชนิด คือ เกล็ดขนมปังหยาบ กับเกล็ดขนมปังผสมแป้งสาลีเอนกประสงค์ เกลือ น้ำตาล ไข่รวมผง และผงชูรส ทดลองผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็ง ทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส พร้อมพิจารณาราคาวัตถุดิบและปริมาณไขมัน

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเกล็ดขนมปังทั้งสองชนิดโดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนลักษณะปรากฏแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้เกล็ดขนมปังเพียงอย่างเดียว ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า เนื่องจากเกล็ดขนมปังเกาะติดมากกว่า ทำให้ผิวผลิตภัณฑ์ฟู น่ารับประทาน ขณะที่เกล็ดขนมปังสูตร 2 ขณะทอดแป้งจะหลุดมาอยู่ในน้ำมันมาก ทำให้น้ำมันดำเร็ว และมีตะกอนสีดำติดตามผิวของผลิตภัณฑ์ แป้งส่วนที่หลุดออกมานี้ เป็นพวกที่เกาะอยู่ตามผิวชั้นนอก หรือแทรกอยู่ตามเกล็ดขนมปังไม่ได้เกาะติดแน่นกับแป้งชุบทอดซึ่งมีความชื้นอยู่ การเกาะติดจึงไม่แน่น หลุดออกได้ง่าย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันพบว่า เกล็ดขนมปังที่ใช้ทั้งสองชนิดดูดกลืนไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตรที่ 1 มีปริมาณไขมันต่ำกว่า (ตารางที่ 4.6) ทั้งนี้เพราะเกล็ดขนมปังสูตร 2 มีแป้งเป็นส่วนผสมอยู่ แป้งส่วนนี้ได้รับความชื้นจากแป้งชุบทอด เมื่อสัมผัสกับน้ำมันที่มีอุณหภูมิสูง จะเกิด gelatinization อย่างรวดเร็ว และพองตัวออก จึงกักเก็บไขมันไว้ในช่องว่างได้ ขณะเดียวกัน ไข่รวมผงในสูตรเกล็ดขนมปังมีไขมัน 40% จึงเป็นแหล่งของไขมันในผลิตภัณฑ์ด้วย

ผลการเปรียบเทียบราคาวัตถุดิบแสดงว่า เกล็ดขนมปังสูตรที่ 1 มีราคาถูกกว่าสูตรที่ 2 และใช้ในปริมาณน้อยกว่า เนื่องจากเกล็ดขนมปังสูตร 2 มีแป้ง ไข่ผง และอื่น ๆ ซึ่งมีขนาดเล็กสามารถแทรกเข้าไปเกาะได้ทั่วพื้นผิวของแป้งชุบทอด ขณะที่เกล็ดขนมปังสูตร 1 มีเกล็ดขนมปังชนิดหยาบเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีขนาดใหญ่จับติดกับแป้งชุบทอดได้ไม่ทั่วพื้นผิวทำให้มีช่องว่างเล็ก ๆ เหลืออยู่จึงใช้ในปริมาณน้อยกว่า

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นว่า คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ปริมาณไขมัน และราคาวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยใช้เกล็ดขนมปังสูตรที่ 1 ดีกว่าสูตรที่ 2 จึงเลือกเกล็ดขนมปังสูตร 1 ซึ่งใช้เกล็ดขนมปังเพียงอย่างเดียวไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

5.4 ศึกษาผลการใช้แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้าทดแทนบางส่วนของแป้งสาลีเอนกประสงค์ในแป้งชุบทอด

5.4.1 การศึกษาอัตราส่วนของปริมาณของแข็งต่อของเหลวในแป้งชุบทอด

ใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพดทดแทนแป้งสาลีเอนกประสงค์รวม 2 ตัวอย่าง คือ แป้งสาลีเอนกประสงค์ 75%+แป้งข้าวโพด 25%,และแป้งสาลีเอนกประสงค์ 75%+แป้งข้าวโพด 16%+แป้งข้าวเจ้า 9% เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้แป้งสาลี 100% แปรอัตราส่วนปริมาณของแข็งต่อของเหลวเป็น 1:0.80, 1:1, 1:1.25 และ 1:1.5 แล้ววัดความหนืดของแป้งและเปอร์เซนต์การเกาะติดของแป้งชุบทอดบนชิ้นอาหาร ผลการทดลองในตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการดูดกลืนน้ำของแป้งแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีผลต่อความหนืดของแป้งคือ แป้งที่ดูดกลืนน้ำได้มากจะมีความหนืดสูงกว่าแป้งที่ดูดกลืนน้ำได้น้อยในภาวะที่มีน้ำอยู่เท่ากัน (16) ชนิดของแป้งจึงมีผลต่ออัตราส่วนของแป้งต่อน้ำมาก โดยที่ amylose ในแป้งเป็นส่วนที่ละลายน้ำได้ดี แต่ข้นหนืดน้อยกว่าเมื่อได้รับความร้อน ขณะที่ amylopectin ข้นหนืดมากกว่า แป้งที่มี amylose สูงจึงมีความหนืดน้อยกว่าแป้งที่มี amylopectin สูง (5) ความหนืดของแป้งมีผลต่อเปอร์เซนต์การเกาะติดของแป้ง เมื่อความหนืดเพิ่ม อัตราการเกาะติดของแป้งจะเพิ่ม (16) ความหนืดที่เหมาะสมของแป้ง ขึ้นกับข้อกำหนดของผู้ผลิตว่า ต้องการปริมาณวัสดุชุบทอดเท่าใดสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด FDA ประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ว่า ในผลิตภัณฑ์ frozen raw breaded shrimp ต้องมีอัตราส่วนของน้ำหนักวัสดุชุบทอดไม่เกิน 50% ดังนั้น ในการผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ 100%, แป้งสาลีเอนกประสงค์ 75%+แป้งข้าวโพด 25% และแป้งสาลีเอนกประสงค์ 75%+แป้งข้าวโพด 16%+แป้งข้าวเจ้า 9% จึงใช้อัตราส่วนปริมาณของแข็งต่อของเหลวเท่ากับ 1:0.80, 1:1 และ 1:1 ตามลำดับ เพราะมีอัตราส่วนของวัสดุชุบทอดก่อนการทอด (% pickup) เท่ากับ 48.65%, 47.30% และ 46.69% ตามลำดับ ส่วนการผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบสำเร็จรูป จะใช้อัตราส่วนของแป้งชุบทอดทั้ง 3 สูตรเป็น 1:1.25, 1:1.5 และ 1:1.5 ตามลำดับ ซึ่งแต่ละอัตราส่วนให้วัสดุชุบทอดหลังการทอด (% coating) เท่ากับ 48.40%, 48.29% และ 49.15% เมื่อความหนืดของแป้งชุบทอดเพิ่มขึ้นการเกาะติดของแป้งก่อนทอดจะเพิ่มขึ้น และปริมาณเกล็ดขนมปังที่เกาะติดเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อนำไปทอด ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งที่มีความหนืดน้อยสูญเสียน้ำหนักขณะทำให้สุกมากกว่าพวกที่ผลิตจากแป้งที่มีความหนืดสูงซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cunningham และ Tiede (16) ซึ่งรายงานถึงผลของความหนืดของแป้ง และการเกาะติดของเกล็ดขนมปัง รวมทั้งการสูญเสียน้ำหนักขณะทอดน่องไก่ชุบแป้งว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อแป้ง 1:2 สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ขณะที่ผลิตภัณฑ์

ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อแป้ง 2:1 สูญเสียน้ำหนักมากที่สุด

5.4.2 การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์

ผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งตามอัตราส่วนของแข็งต่อของเหลวที่เหมาะสมสำหรับแป้งแต่ละชนิด ทดสอบผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบผลพร้อมกับพิจารณาปริมาณไขมันและค่าแรงตัดขาด

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 4.9 แสดงว่า แป้งชุบทอดที่มีแป้งสาลีเอนกประสงค์ร่วมกับแป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้า ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำกว่าตัวอย่างที่ใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ร่วมกับแป้งข้าวโพด หรือใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์เพียงอย่างเดียว ($P \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ร่วมกับแป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้ามีปริมาณไขมันเพียง 16.23% ขณะที่อีก 2 ตัวอย่างมี 18.12% และ 17.75% ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้แป้งทั้ง 3 ชนิด ทำให้ส่วนแป้งชุบทอดพองตัวได้น้อย ไขมันจึงดูดซึมและกักเก็บอยู่ในแป้งได้น้อย ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์จึงต่ำกว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของจามรี (4) ที่สรุปว่า แป้งมันสำปะหลังให้ผลิตภัณฑ์แป้งทอดที่มีการพองตัวสูงสุดรองลงมา ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งสาลีและแป้งข้าวเจ้า ผลิตภัณฑ์ที่มีแป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนผสมอยู่พองตัวได้น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งชนิดอื่น การดูดกลืนน้ำมันโดยแป้งชุบทอดชนิดดังกล่าวจึงต่ำ

การวัดค่าแรงตัดขาดของกุ้งชุบขนมปังที่ใช้แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้าทดแทนบางส่วนของแป้งสาลีเอนกประสงค์ พบว่า ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่แตกต่างกัน (ตัวอย่างรูป graph จากการวัดค่าแรงตัดขาดแสดงในภาคผนวก ข) ค่าแรงตัดขาดที่วัดได้ส่วนใหญ่เกิดจากแรงต้านของเนื้อกุ้ง มีเพียงส่วนน้อยที่เกิดจากแป้งชุบทอด เนื่องจากกุ้งที่ใช้ในการผลิตได้ผ่านการคัดเลือกให้มีขนาด ความสดใกล้เคียงกัน และผ่านขั้นตอนการเตรียมเดียวกันจึงมีผลให้ค่าแรงตัดขาดที่เกิดจากส่วนของเนื้อกุ้งใกล้เคียงกัน ในส่วนของแป้งชุบทอดก็เช่นเดียวกันแม้จะใช้แป้งต่างชนิดและอัตราส่วนต่างกัน แต่แป้งทั้งสามมีสัดส่วนของ amylose ซึ่งมีสมบัติด้านการเกิดฟิล์มที่มีลักษณะแข็งแรงไม่แตกต่างกันมากนัก ผลิตภัณฑ์จึงต้านแรงตัดขาดได้ใกล้เคียงกัน

การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8 จะเห็นว่า สี ลักษณะปรากฏ รสชาติ และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ทั้งสามตัวอย่าง ไม่แตกต่างกัน การที่ผลิตภัณฑ์ทั้งสามมีความแตกต่างกันน้อยมากอาจเนื่องมาจากใช้ขั้นตอนการผลิตเหมือน ๆ กัน เช่น ทอดที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกัน ใช้เกล็ดขนมปังชนิดเดียวกันและหมักกุ้งด้วยสารหมักสูตรเดียวกัน แต่ในส่วนของเนื้อสัมผัสและความกรอบนั้น แม้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ร่วมกับแป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้า มีคะแนนความชอบสูงกว่าตัวอย่างที่ใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ร่วม

กับแป้งข้าวโพดหรือใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์เพียงอย่างเดียว ($P \leq 0.05$) แต่คะแนนเฉลี่ยยังอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน คือ ชอบปานกลางถึงชอบมาก และกรอบปานกลางถึงกรอบมาก ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า แป้งสาลีเอนกประสงค์ 75%+แป้งข้าวโพด 16%+แป้งข้าวเจ้า 9% สามารถใช้แทนแป้งสาลีเอนกประสงค์เพียงอย่างเดียวในสูตรของแป้งชุบทอดได้ นอกจากผลดีที่เกิดกับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาแล้ว การใช้แป้งร่วมกัน 3 ชนิดยังสามารถลดปริมาณการใช้แป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ อีกทั้งเป็นการลดต้นทุนการผลิตในส่วนของแป้งชุบทอด เนื่องจาก แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้ามีราคาถูกกว่าแป้งสาลีเอนกประสงค์ จากผลการทดลองข้างต้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัส และความกรอบสูงสุด และไขมันต่ำสุด ซึ่งได้แก่ ตัวอย่างที่ใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ 75%+แป้งข้าวโพด 16%+แป้งข้าวเจ้า 9% เป็นสูตรสำหรับการผลิตต่อไป

5.5 <u>ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการทอดผลิตภัณฑ์</u>

ได้ใช้แป้งชุบทอดที่คัดเลือกได้จากผลการทดลองข้อ 4.1 ถึง 4.4 ผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็ง โดยแปรอุณหภูมิทอดก่อนการแช่แข็งเป็น 155, 165 และ 175 องศาเซลเซียส เวลา 0, 20, 40, 60 และ 90 วินาที ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ พบว่า อุณหภูมิทอดก่อนการแช่แข็งมีผลต่อความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ทอดที่อุณหภูมิ 155 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบสีสูงกว่าพวกที่ทอดที่อุณหภูมิ 165 และ 175 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.1-4.3) ทั้งนี้เพราะ ตัวอย่างที่ทอดที่อุณหภูมิ 165 และ 175 องศาเซลเซียสมีสีน้ำตาลเข้มกว่าตัวอย่างที่ทอดที่อุณหภูมิ 155 องศาเซลเซียส ผู้บริโภคจึงเกรงว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้มอยู่แล้ว เมื่อนำไปอุ่นก่อนบริโภคโดยการทอดจะทำให้มีสีเข้มเกินไป ส่วนผลของเวลาในการทอด (ตารางที่ 4.13) พบว่า ตัวอย่างที่ทอดก่อนการแช่แข็งมีคะแนนความชอบสีสูงกว่าพวกที่แช่แข็งโดยไม่ผ่านการทอดมาก่อน ($P \leq 0.05$) ซึ่งผู้ทดสอบให้ความเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทอดก่อนแช่แข็ง แป้งชุบทอดและเกล็ดขนมปังมีสีน้ำตาลอ่อน ดูน่ารับประทานมากกว่า Robertson(48) ได้อธิบายว่า ขั้นตอนการทอดผลิตภัณฑ์ก่อนแช่แข็งทำเพื่อช่วยให้แป้งชุบทอดแข็งตัวตามรูปผลิตภัณฑ์ ช่วยให้เกิดสีและลักษณะเป็นมัน (oily apparance) หลังทอดและช่วยชลอการเสียน้ำระหว่างการแช่แข็ง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน พบว่า อุณหภูมิ และเวลาในการทอด มีผลต่อการดูดซึมน้ำมันของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 0.95-9.67% ผลิตภัณฑ์ที่ทอดที่อุณหภูมิ 155 องศาเซลเซียส 20 วินาที มีไขมันต่ำสุดเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่นำไปทอดทั้งหมด (ตารางที่ 4.14) ทั้งนี้เพราะผลิตภัณฑ์ทอดที่อุณหภูมิ 155 องศาเซลเซียส ได้รับพลังงานความร้อน

น้อยกว่าพวกที่ทอดที่อุณหภูมิ 165 และ 175 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เวลาทอดเท่ากัน ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์เปลี่ยนสถานะเป็นไอ ระเหยออกไปได้น้อยกว่า แป้งชุบทอดจึงพองตัวน้อยกว่าทำให้ดูดซึมไขมันเข้าในผลิตภัณฑ์ได้น้อย (18) จึงเลือกอุณหภูมิ 155 องศาเซลเซียส 20 วินาที เป็นภาวะที่ใช้ทอดผลิตภัณฑ์ก่อนการแช่แข็ง

5.6 <u>ศึกษาภาวะในการผลิต</u>

ศึกษาผลของชนิดของวัตถุดิบ และการให้ความร้อนวัตถุดิบก่อนชุบแป้งทั้งในกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบสำเร็จรูป และกึ่งสำเร็จรูป

5.6.1 <u>กุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบกึ่งสำเร็จรูป</u>

ศึกษาชนิดของวัตถุดิบ ได้แก่ กุ้งสด กุ้งผ่านการแช่แข็งกับการให้ความร้อนวัตถุดิบก่อนชุบแป้ง แล้วประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสผลแสดงในตารางที่ 4.16 ถึง 4.18 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ค่าแรงตัดขาด และปริมาณผลผลิตที่ได้แสดงในตารางที่ 4.19 ถึง 4.24

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า สี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัสและรสชาติมีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ขณะที่การลวกมีผลต่อความกรอบ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างที่ลวกก่อนมีคะแนนความชอบด้านความกรอบ และความชอบรวมสูงกว่าพวกที่ไม่ลวกอย่างมีนัยสำคัญ เพราะผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการลวก น้ำจากกุ้งจะซึมออกมาอยู่ในส่วนของแป้งเมื่อได้รับความร้อน ทำให้แป้งมีความชื้นสูง เมื่อทอดในเวลาเท่ากัน ความกรอบจึงลดลง ซึ่งส่งผลไปถึงความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ด้วย ส่วนผลของชนิดวัตถุดิบ พบว่า ผู้บริโภคแยกไม่ออกถึงความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทั้งสองในทุกด้าน เนื่องจากผลิตภัณฑ์แตกต่างกันน้อยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ผลิตภัณฑ์ใช้ขั้นตอนการผลิตที่เหมือน ๆ กัน เช่น ทอดที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกัน ใช้แป้งชุบทอดและเกล็ดขนมปังชนิดเดียวกันและหมักกุ้งด้วยสารหมักสูตรเดียวกัน ในส่วนของเนื้อกุ้ง แม้จะใช้วัตถุดิบต่างกัน คือ กุ้งสด และกุ้งที่ผ่านการแช่แข็งด้วย plate freezer ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะการแช่แข็งด้วย plate freezer โดยทั่วไปมีอัตราเร็วของการแช่แข็งอยู่ในช่วง 5-10 เซนติเมตรต่อชั่วโมงซึ่งนับว่าสูงและ International Institute of Refrigeration (25) อธิบายว่า การแช่แข็งที่อัตราเร็วระดับนี้จะให้ผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดเล็กทำให้ไม่เกิดการช้ำหรือฉีกขาดของเนื้อเยื่ออาหาร จึงมีผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารแตกต่างจากพวกที่ไม่ผ่านการแช่แข็งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน พบว่า ชนิดของวัตถุดิบมีผลต่อปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ขณะที่การลวกมีผลอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4.20) ผลิตภัณฑ์จากกุ้งที่ผ่านการลวกมีไขมันมากกว่าผลิตภัณฑ์จากกุ้งที่ไม่ผ่านการลวก (ตารางที่ 4.21) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ขณะลวก กุ้งเสียความชื้นบางส่วน ทำให้มีความชื้นเหลืออยู่ในเนื้อกุ้งลวกน้อยกว่าในกุ้งที่ไม่ลวก เมื่อนำไปทอด น้ำในกุ้งลวกจึงแพร่ออกมาอยู่ในแป้งชุบทอดได้น้อยกว่าและระเหยกลายเป็นไอได้เร็วกว่าเมื่อได้รับพลังงานความร้อนในปริมาณที่เท่ากันจึงดันให้แป้งชุบทอดพองออกได้เร็วกว่า การดูดซึมไขมันจึงมากกว่าพวกที่พองตัวช้ากว่า

การวัดค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์พบว่า ชนิดของวัตถุดิบมีผลต่อค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ขณะที่การลวกมีผลอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกุ้งแช่แข็งที่ใช้ในการผลิตผ่านการแช่แข็งด้วย plate freezer ซึ่งมีอัตราเร็วของการแช่แข็งสูง ทำให้มีลักษณะและเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากกุ้งสด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีค่าแรงตัดขาดไม่แตกต่างกัน ส่วนผลของการลวกกุ้งพบว่า ผลิตภัณฑ์จากกุ้งที่ผ่านการลวกมีค่าแรงตัดขาดมากกว่าพวกที่ไม่ผ่านการลวก ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การลวกทำให้โปรตีนบริเวณผิวนอกเกิดการแปลงสภาพ (denature) ทำให้เสียน้ำออกและหดตัวไปบ้างแล้ว เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปทอด กุ้งที่ผ่านการลวกจึงมีลักษณะแห้งและแข็งกว่าพวกที่ไม่ผ่านการลวก แรงต้านการตัดขาดของเนื้อเยื่อจากผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 กลุ่มจึงต่างกัน

การวิเคราะห์ค่าผลผลิตที่ได้ (ตารางที่ 4.20) แสดงว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกุ้งที่ไม่ผ่านการแช่แข็ง การลวกมีผลต่อปริมาณผลผลิตอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลวกใช้เวลาเพียง 20 วินาที ทำให้โปรตีนเฉพาะส่วนนอกของเนื้อกุ้งเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการจับโมเลกุลน้ำของโปรตีนโดยเฉลี่ยจึงไม่ต่างกันมาก ผลิตภัณฑ์จึงมีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ส่วนผลิตภัณฑ์จากกุ้งแช่แข็งนั้น การลวกเป็นผลให้ผลผลิตต่ำลงเพราะมีการเสียน้ำจากเนื้อเยื่อถึง 2 ครั้งคือ ครั้งแรกเสียในลักษณะ drip loss ระหว่างการละลายน้ำแข็ง ครั้งที่ 2 เสียเพิ่มมากขึ้นระหว่างลวก ปริมาณผลผลิตจึงต่ำกว่าพวกที่ผ่านเฉพาะขั้นตอนการลวกเพียงอย่างเดียว

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบกึ่งสำเร็จรูปจากกุ้งสด ควรลวกกุ้งก่อนการผลิต เพราะผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านความกรอบ ความชอบรวมและค่าแรงตัดขาดสูง ขณะที่ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างจากพวกที่ไม่ผ่านการลวก ส่วนกุ้งที่ผ่านแช่แข็งควรลวกกุ้งก่อนการผลิตเช่นเดียวกับกุ้งสด เพราะผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านความกรอบ ความชอบรวม และค่าแรงตัดขาดสูงซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ ถึงแม้จะมีผลผลิตต่ำกว่าพวกที่ไม่ผ่านการลวก

5.6.2 กุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบสำเร็จรูป

ศึกษาชนิดของวัตถุดิบสด และผ่านการแช่แข็งกับการลวกกุ้งก่อนชุบแป้ง ประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ผลแสดงในตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ค่าแรงตัดขาด และปริมาณผลผลิต แสดงในตารางที่ 4.26 และ 4.28

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นทุกตัวอย่างโดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวม ไม่แตกต่างกัน ผู้บริโภคบอกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ที่ใช้กุ้งสดกับกุ้งที่ผ่านการแช่แข็งและการลวกหรือไม่ลวกวัตถุดิบก่อนการชุบแป้งไม่ได้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจาก กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างเหมือนกัน อาทิ ทอดที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกัน ใช้แป้งชุบทอดและเกล็ดขนมปังชนิดเดียวกัน และหมักกุ้งด้วยสารหมักสูตรเดียวกัน นอกจากนั้น กุ้งสดและกุ้งแช่แข็งที่ใช้เป็นวัตถุดิบก็มีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน (เหตุผลเช่นเดียวกับข้อ 5.6.1) ผู้บริโภคจึงตรวจไม่พบความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ตารางที่ 4.27) พบว่า ชนิดของวัตถุดิบมีผลต่อปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ขณะที่การลวกมีผลอย่างมีนัยสำคัญ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กุ้งที่ไม่ผ่านการลวกมีไขมันต่ำกว่าพวกที่ผ่านการลวก ทั้งนี้อาจเนื่องจากการทอดผลิตภัณฑ์ก่อนการแช่แข็งซึ่งใช้อุณหภูมิสูง เวลาสั้น กุ้งที่ไม่ผ่านการลวกอาจมีน้ำจากเนื้อเยื่อแพร่ออกมาอยู่ในส่วนของแป้งชุบทอดมากกว่ากุ้งที่ผ่านการลวก เนื่องจากมีน้ำในเนื้อเยื่อสูงกว่า จึงเป็นผลให้มีความชื้นในส่วนของแป้งชุบทอดสูง เป็นเหตุให้แป้งพองตัวได้ไม่เต็มที่ก่อนนำขึ้นจากน้ำมันและเมื่อนำไปทอดซ้ำก่อนบริโภค แป้งที่แข็งตัวอยู่แล้ว จะไม่พองตัวเพิ่มขึ้นจากเดิมมากนัก ทำให้ไขมันถูกดูดซึมเข้าไปในแป้งชุบทอดได้น้อย ขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กุ้งลวกมีความชื้นในส่วนของแป้งชุบทอดน้อยกว่า ทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอได้เร็วกว่าเมื่อได้รับพลังงานความร้อนเท่ากัน จึงดันให้แป้งพองตัวได้เร็วกว่าและมากกว่า ไขมันจึงถูกดูดซึมได้มาก

การวัดค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4.26) พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นทุกตัวอย่างมีค่าแรงตัดขาดไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะกุ้งสดและกุ้งที่ผ่านการแช่แข็งที่ใช้ในการผลิตมีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน(เหตุผลเช่นเดียวกับข้อ 5.6.1) และในขั้นตอนการทอดก่อนแช่แข็ง ใช้อุณหภูมิสูง พลังงานความร้อนที่ผลิตภัณฑ์ได้รับมากพอที่จะทำให้โปรตีนของเนื้อเยื่อทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการลวกแปลงสภาพไปในอัตราใกล้เคียงกัน เนื้อสัมผัสของตัวอย่างทั้งสองกลุ่มจึงไม่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ตารางที่ 4.26) แสดงว่าชนิดของวัตถุดิบและการลวกมีผลต่อปริมาณผลผลิตที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้กุ้งแช่แข็งมีปริมาณผลผลิตสูงกว่าผลิตภัณฑ์จากกุ้งสด ทั้งนี้เพราะ กุ้งที่แช่แข็งก่อนการผลิตได้แช่ในสารละลายฟอสเฟตซึ่งประกอบด้วย sodium tripolyphosphate 60 กรัม ในน้ำ 1000 กรัม เป็นเวลา 15 วินาที ฟอสเฟตมีผลในการเพิ่มค่า water holding capacity ของโปรตีนในเนื้อเยื่อสัตว์ทุกชนิด (16) กุ้งแช่แข็งจึงมีน้ำหนักมากกว่ากุ้งสด และเมื่อพิจารณาถึงผลของการลวก พบว่าผลิตภัณฑ์จากกุ้งที่ลวกก่อนชุบแป้งมีผลผลิตต่ำกว่าพวกที่ไม่ผ่านการลวก ทั้งนี้เพราะขณะลวกกุ้งเสียน้ำบางส่วนออกไป ทำให้กุ้งมีน้ำหนักน้อยลง จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์จากกุ้งลวกมีน้ำหนักน้อยกว่าผลิตภัณฑ์จากกุ้งที่ไม่ผ่านการลวก

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การผลิตกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบสำเร็จรูป ไม่จำเป็นต้องลวกกุ้งก่อนการผลิต เพราะนอกจากจะสิ้นเปลืองเวลา และพลังงานความร้อนในการลวกวัตถุดิบแล้ว ผลิตภัณฑ์สุดท้ายยังมีไขมันสูงกว่า และผลผลิตต่ำกว่าพวกที่ผลิตจากกุ้งที่ไม่ผ่านการลวก ขณะที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสและแรงตัดขาดไม่ต่างกันและในการผลิตเชิงการค้าควรใช้กุ้งสดในการผลิต แม้ว่าผลผลิตของผลิตภัณฑ์จากกุ้งสดจะต่ำกว่า แต่สะดวก สามารถลดค่าใช้จ่ายในการใช้สารละลายฟอสเฟตและพลังงานตลอดจนเวลาในการแช่แข็งและละลายน้ำแข็งอีกด้วย

5.7 <u>ศึกษาอายุการเก็บ</u>

ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แช่แข็งแบบสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุง HDPE และ Eval film ปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ -20 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 4 เดือน ประเมินผลทุก 1 เดือน โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และค่า TBA

5.7.1 <u>กุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบกึ่งสำเร็จรูป</u>

ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.29 พบว่าชนิดของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการเก็บนาน 4 เดือน โดยคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ในทุกลักษณะอยู่ในเกณฑ์ชอบถึงชอบมาก ผู้บริโภคยังตรวจไม่พบความผิดปกติของผลิตภัณฑ์ การที่ผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพดีอยู่เนื่องจาก อุณหภูมิเก็บต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของตู้แช่แข็งที่ใช้เก็บไม่แปรผันมาก อีกทั้งการบรรจุ และปิดผนึกทำที่ภาวะสุญญากาศ จึงช่วยลดอัตราการเสียน้ำและการเกิดปฏิกิริยา oxidation ของไขมัน ผลิตภัณฑ์จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงจนเป็นที่สังเกตได้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามตารางที่ 4.31 แสดงว่า ภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด มีผลต่อการสูญเสียความชื้นของกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบกึ่งสำเร็จรูปอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง Eval film เสียความชื้นน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง HDPE เนื่องจากสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของความชื้นของถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิดต่างกัน ถุง Eval film มีสมบัติกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีกว่า HDPE โดยค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำที่ 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 %เป็น 0.071 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร-วันสำหรับ Eval film ขณะที่ค่าดังกล่าวเป็น 0.185 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร-วัน สำหรับ HDPE (30) เมื่อพิจารณาถึงผลของเวลาเก็บพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง HDPE เสียความชื้นเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บนานขึ้น โดยเมื่อเริ่มต้นผลิต ผลิตภัณฑ์มีความชื้น 63.00% เมื่อเก็บนาน 4 เดือน ความชื้นลดลงเหลือเพียง 61.80% ขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง Eval film นาน 4 เดือน มีความชื้นแตกต่างจากเมื่อเริ่มผลิตอย่างไม่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามแม้ว่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง HDPE ลดลงเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นคะแนนลักษณะเนื้อสัมผัสตลอดระยะเวลาเก็บไม่แตกต่างกัน ผลดังกล่าวนี้แสดงว่า แม้จะมีการเสียความชื้นเกิดขึ้นจริงระหว่างเก็บแต่ก็น้อย (1-2%) จนไม่มีผลอย่างชัดเจนกับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคตรวจไม่พบความแตกต่าง จึงมีความรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพใกล้เคียงกับเมื่อเริ่มต้นผลิต

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 4.31 จะเห็นว่าทั้งชนิดของภาชนะบรรจุ และอายุการเก็บมีผลต่อค่าดังกล่าวอย่างไม่มีนัยสำคัญ ปริมาณจุลินทรีย์ตั้งต้นของผลิตภัณฑ์ต่ำ เนื่องจากมีการลวกกุ้งก่อนชุบแป้ง และการเก็บที่ภาวะเยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำถึง -20 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำภายในเซลของจุลินทรีย์เปลี่ยนสภาพเป็นของแข็ง สารละลายต่าง ๆ ในเซลมีความเข้มข้นสูงขึ้น จนจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (24) เนื่องจากค่า a_w ที่ลดต่ำลง นอกจากนั้นการบรรจุที่ภาวะสุญญากาศยังช่วยจำกัดชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเจริญได้ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะทั้งสองจึงมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่ามาตรฐานของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ควรมีในผลิตภัณฑ์ raw frozen breaded shrimps ที่กำหนดโดย International Commission on Microbiological Specifications for Foods ว่า ไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่างตลอดระยะการเก็บ (12)

ผลการวิเคราะห์ค่า TBA ตามตารางที่ 4.31 แสดงว่าชนิดของภาชนะบรรจุและอายุการเก็บมีผลต่อค่า TBA ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์แช่แข็งอย่างมีนัยสำคัญ ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง Eval film มีค่า TBA ต่ำกว่าที่บรรจุในถุง HDPE ค่า TBA ที่วัดได้มีความสัมพันธ์กับปฏิกริยา oxidation ซึ่งมีผลต่อกลิ่นหืนที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเก็บ

ผลิตภัณฑ์นาน 4 เดือน ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง HDPE และ Eval film มีค่า TBA เท่ากับ 0.207 และ 0.144 mg/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 4.30) แสดงว่า ออกซิเจนสามารถซึมผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับไขมันในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง HDPE ได้มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง Eval film แต่ภาชนะบรรจุทั้งสองก็ยังป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดีพอควรเพราะค่า TBA ที่วัดได้หลังเก็บเป็นเวลา 4 เดือน ยังต่ำมาก และที่ระดับของ TBA ที่ตรวจพบนี้ผู้บริโภคยังตรวจไม่พบกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลให้ค่า TBA ต่ำได้แก่ ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปไม่ผ่านการทอดก่อนแช่แข็งและเก็บ ไขมันจึงมีเฉพาะในเนื้อเยื่อกุ้งและไข่ในแป้งชุบทอดเท่านั้นซึ่งมีค่าเพียง 1-2 % ผลของอายุการเก็บที่มีต่อค่า TBA ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ พบว่า เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์มีค่า TBA เพิ่มขึ้น โดยเมื่อเริ่มต้นผลิต ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง Eval film และ HDPE มีค่า TBA เท่ากับ 0.090 และ 0.054 mg/kg เมื่อเก็บนาน 4 เดือน ผลิตภัณฑ์มีค่า TBA เพิ่มขึ้นเป็น 0.144 และ 0.207 mg/kg ตามลำดับ ค่า TBA ที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลจากการที่วัสดุภาชนะบรรจุยังยอมให้ออกซิเจนซึมผ่านได้ในอัตราเร็วต่าง ๆ กัน จึงเกิดปฏิกิริยากับไขมันในผลิตภัณฑ์ได้ แต่บางขณะค่า TBA ลดลง Green และ Cumuze (49) อธิบายว่า อาจเป็นเพราะ malonaldehyde ที่เกิดขึ้นในช่วงแรกทำปฏิกิริยาจับกับโมเลกุลของกรดอะมิโนอิสระของโปรตีนและกรดอะมิโนในส่วนของแป้งชุบทอดทำให้ค่า TBA ที่วัดได้ลดน้อยลง

ผลการวิเคราะห์ค่าแรงตัดขาดที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์ แสดงในตารางที่ 4.31 พบว่า ชนิดของแผ่นฟิล์มที่ใช้ และอายุการเก็บไม่มีผลต่อค่าแรงตัดขาด แสดงว่า แม้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดจะต่างกัน แต่ความแตกต่างดังกล่าวไม่มากพอที่จะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์อย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ไม่แห้ง หรือเกิดลักษณะที่เรียกว่า freezer burn ผลิตภัณฑ์จึงยังความต้านทานต่อแรงตัดขาดใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาเก็บ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ถุง Eval film และถุง HDPE สามารถป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีเท่ากัน แต่ถุง Eval film เป็นภาชนะบรรจุที่ดีกว่าถุง HDPE ในด้านการป้องกันการสูญเสียความชื้นและการซึมผ่านของออกซิเจน อย่างไรก็ตาม ภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีเท่ากันเป็นเวลาอย่างน้อย 4 เดือน

5.7.2 <u>กุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบสำเร็จรูป</u>

ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.32 พบว่า ให้ผลเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป กล่าวคือ ชนิดของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการเก็บนาน 4 เดือน และคะแนนการยอมรับคุณภาพของ

ผลิตภัณฑ์ในทุกด้านอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก ผู้บริโภคยังตรวจไม่พบความผิดปกติของผลิตภัณฑ์ ผลดังกล่าวนี้อาจใช้เหตุผลเช่นเดียวกับข้อ 5.7.1

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามตารางที่ 4.34 แสดงว่า ภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดมีผลต่อการสูญเสียความชื้นของกุ้งชุบขนมปังแช่แข็งแบบสำเร็จรูปอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และมีลักษณะเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปคือ ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง Eval film เสียความชื้นน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง HDPE เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง HDPE เสียความชื้นเพิ่มขึ้นจาก 53.96 % เมื่อเริ่มผลิตเหลือ 53.14 % หลังเก็บ 4 เดือนขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง Eval film นาน 4 เดือน มีความชื้นไม่แตกต่างจากเมื่อเริ่มผลิตอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงว่า ผู้ทดสอบตรวจไม่พบความแตกต่างดังกล่าว เนื่องจากมีค่าไม่ถึง 1 %

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดแสดงในตารางที่ 4.34 พบว่า ชนิดของภาชนะบรรจุ และอายุการเก็บไม่มีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่บรรจุในแผ่นฟิล์มทั้งสองตลอดอายุการเก็บมีค่า $7.2\text{-}9.65 \times 10^2$ โคโลนีต่อกรัม (ตารางที่ 4.33) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดสำหรับผลิตภัณฑ์กุ้งชุบขนมปังแช่แข็งที่กำหนดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไว้ให้มีได้ไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง (12) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป พบว่า จุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนี้มีค่าน้อยกว่า เพราะในขั้นตอนการผลิตผ่านการทอดที่อุณหภูมิ 155 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาทีก่อนแช่แข็ง จุลินทรีย์บางส่วนจึงถูกทำลายด้วยความร้อน ผลจากจำนวนจุลินทรีย์แสดงว่า ผลิตภัณฑ์ผ่านขั้นตอนการผลิตและบรรจุที่สะอาด มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์น้อยวัสดุภาชนะบรรจุและวิธีปิดผนึกมีประสิทธิภาพในการป้องกันการปนเปื้อนหลังบรรจุ และการเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง(-20 องศาเซลเซียส) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการยอมรับในระดับการค้า

ผลการวิเคราะห์ค่า TBA ตามตารางที่ 4.34 แสดงว่าชนิดของภาชนะบรรจุมีผลต่อค่า TBA ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ขณะที่อายุการเก็บมีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) การที่ชนิดของภาชนะบรรจุมีผลอย่างไม่มีนัยสำคัญอาจเป็นเพราะเวลาเก็บค่อนข้างสั้น (4 เดือน) ปริมาณออกซิเจนที่ซึมผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์จึงไม่มากพอที่จะทำให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน อีกประการหนึ่งที่อุณหภูมิเก็บต่ำถึง -20 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยา oxidation เกิดช้ามาก ดังนั้นจึงทำให้ชนิดของภาชนะบรรจุมีผลไม่ต่างกัน ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดแปรขึ้นลงตลอดเวลาเก็บ ผลดังกล่าวอาจเนื่องจากความ

แตกต่างของวัตถุดิบตั้งต้นหรือภาวะความแปรปรวนที่ควบคุมไม่ได้ระหว่างผลิต ไม่ใช่ผลที่เกิดจาก treatment แต่อย่างใด อย่างไรก็ตามค่า TBA ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเก็บสูงขึ้น แม้ไม่มากนักก็ตาม การเก็บที่เวลานานกว่านี้จะทำให้เห็นแนวโน้มชัดเจนขึ้น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปพบว่า ระดับของ TBA ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแช่แข็งมีค่ามากกว่า ทั้งนี้เพราะ ค่า TBA ที่วัดได้ในผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปเกิดจากปฏิกิริยา oxidation ของไขมันในผลิตภัณฑ์ซึ่งมีอยู่ประมาณ 1-2% เท่านั้น ขณะที่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีไขมันประมาณ 16-18% นอกจากนี้ อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ทอดยังมีผลต่อค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ Love และ Goodwin (17) ได้ทดลองหาค่า TBA ในผลิตภัณฑ์ไก่ชุบแป้งทอดซึ่งทอดที่ 149 องศาเซลเซียส นาน 7 นาที และ 205 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทอดพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทอดที่ 149 องศาเซลเซียส 7 นาที มีค่า TBA สูงกว่าพวกที่ทอดที่ 205 องศาเซลเซียส 2 นาที และพวกที่ไม่ทอด เขาอธิบายว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทอดที่ 149 องศาเซลเซียส 7 นาที ได้รับพลังงานความร้อนในปริมาณที่มากกว่า จากการแทรกซึมเข้าไปในส่วนเนื้อเยื่อที่ลึกกว่า ทำให้ lipid oxidation มีโอกาสเกิดได้มากกว่า ผลิตภัณฑ์จึงมีค่า TBA สูงกว่า

ผลการวิเคราะห์ค่าแรงตัดขาดที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์ แสดงในตารางที่ 4.34 พบว่า ชนิดของแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ใช้และอายุการเก็บไม่มีผลต่อค่าแรงตัดขาดที่วัดได้ ซึ่งอาจใช้เหตุผลเดียวกับผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปอธิบายได้ นอกจากนั้น ยังพบว่าผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีค่าแรงตัดขาดอยู่ในช่วง 11.58-11.70 นิวตัน (ตารางที่ 4.33) ซึ่งสูงกว่าค่าแรงตัดขาดที่วัดได้ในผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (11.38-11.66 นิวตัน) เล็กน้อย ความแตกต่างนี้อาจเกิดเนื่องจากผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปผ่านขั้นตอนการทอด 2 ครั้งคือ ก่อนแช่แข็งและก่อนบริโภค จึงเกิดการแปลงสภาพของโปรตีนในอัตราสูงกว่า ทำให้เนื้อเยื่อหดตัวและเสียน้ำในปริมาณมากกว่า จึงแข็งกว่าและมีค่าแรงตัดขาดสูงกว่า อย่างไรก็ตาม ผลการวัดด้วยเครื่อง texturometer นี้สอดคล้องกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคตรวจไม่พบความแตกต่างของลักษณะเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ที่ทุกภาวะการเก็บ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ถุง Eval film และถุง HDPE สามารถป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีเท่ากัน แต่ถุง Eval film เป็นภาชนะบรรจุที่ดีกว่าถุง HDPE ในด้านการป้องกันการสูญเสียความชื้น และการซึมผ่านของออกซิเจน แต่ภาชนะบรรจุทั้งสองก็สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพและเนื้อสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลงได้นานอย่างน้อย 4 เดือน

6.7 ถุง Eval film และถุง HDPE ป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีเท่ากัน แต่ถุง Eval film ป้องกันการสูญเสียความชื้น และปฏิกิริยา oxidation ของไขมันได้ดีกว่าถุง HDPE ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในภาชนะบรรจุทั้ง 2 ชนิด เก็บที่ -20 องศาเซลเซียสได้ 4 เดือน โดยคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะมีการพัฒนาและนำไปใช้กับวัตถุดิบชนิดอื่นเช่น ปลา ปลาหมึก หรือผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเช่น ข้าวโพดอ่อน หอมหัวใหญ่ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นที่นิยมบริโภค โดยเฉพาะในหมู่ผู้นิยมอาหารประเภท fast food

2. ควรจะศึกษาภาชนะบรรจุชนิดอื่น และภาวะที่เก็บจากภายใต้สุญญากาศเป็นภายใต้บรรยากาศของกาซไนโตรเจนหรือกาซอื่น เนื่องจากการบรรจุภายใต้ภาวะสุญญากาศ อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เสียรูปทรงไปได้ ถ้าภาวะที่ใช้ดึงอากาศออกรุนแรงเกินไป

3. ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้นจนถึงระดับที่ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

4. ควรจะศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ ถ้าเก็บในภาวะอุณหภูมิไม่คงที่ เช่น ขณะวางจำหน่ายในตู้แช่แข็งแบบขายปลีก