

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

5.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ พบว่า กากงาขาวมีองค์ประกอบหลักเป็นโปรตีนและไขมัน ลูกเดือยและข้าวโพดมีองค์ประกอบหลักเป็นคาร์โบไฮเดรต และเมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีน พบว่า กากงาขาวมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือมีมากถึงร้อยละ 40.10 ± 1.97 (โดยน้ำหนักสด) รองลงมาคือ ลูกเดือยซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 10.76 ± 0.01 (โดยน้ำหนักสด) ส่วนข้าวโพดมีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด คือมีร้อยละ 7.70 ± 0.02 (โดยน้ำหนักสด)

5.1.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัตถุดิบ พบว่า ปริมาณกากงาขาวขั้นต่ำที่สามารถเกิดลักษณะของเคิร์ดได้คือ กากงาขาวร้อยละ 60 ผสมกับลูกเดือยหรือข้าวโพดร้อยละ 40 (โดยน้ำหนัก) และจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีพินิจตอบสนองแบบ mixture design พบว่า ช่วงอัตราส่วนของวัตถุดิบที่เหมาะสม คือ การใช้กากงาขาวร้อยละ 69 ผสมกับลูกเดือยร้อยละ 31 (โดยน้ำหนัก) ทั้งนี้ไม่ใส่ข้าวโพดเนื่องจากทำให้ผลิตภัณฑ์ได้ห่ออ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชที่ได้มีความสามารถในการเกาะกันต่ำ

5.1.3 การศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนที่เหมาะสม พบว่า สภาวะการให้ความร้อนที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีพินิจตอบสนอง คือ การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ซึ่งจะได้ได้ห่ออ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชที่มีความสามารถในการเกาะกันค่อนข้างสูง มีคะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด

5.1.4 การศึกษาสภาวะการตกตะกอนที่เหมาะสม

5.1.4.1 การศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารตกตะกอน พบว่า การใช้แมกนีเซียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 ของน้ำหนักวัตถุดิบ จะได้ได้ห่ออ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชที่มีร้อยละผลผลิตและความสามารถในการเกาะกันที่ค่อนข้างสูง และมีความแข็งและคะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด

5.1.4.2 การศึกษาระยะเวลาในการตกตะกอน พบว่า การตกตะกอนนาน 40 นาที จะได้ได้ห่ออ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชที่มีความแข็ง คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงที่สุด

5.1.5 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชที่ได้พบว่า เต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชมีปริมาณโปรตีนเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเต้าหู้แผ่น โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 71.44 ± 0.11 โปรตีนร้อยละ 15.67 ± 0.02 ไขมันร้อยละ 4.23 ± 0.09 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 6.49 ± 0.04 เส้นใยร้อยละ 0.10 ± 0.01 และเถ้าร้อยละ 2.07 ± 0.14 (โดยน้ำหนักสด) มีความแข็งเท่ากับ 448.80 ± 4.95 กรัม ความยืดหยุ่นและความสามารถในการเกาะกันเท่ากับ 0.76 ± 0.05 และ 0.45 ± 0.04 ตามลำดับ ค่าวอเตอร์แอกติวิตีเท่ากับ 0.987 ± 0.00 ร้อยละการขับน้ำออกจากเจลเท่ากับร้อยละ 20.74 ± 0.02 ค่า TBA เท่ากับ 0.06 ± 0.00 มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม และเมื่อศึกษาโครงสร้างจุลภาคของเต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าโครงสร้างจุลภาคของเต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชประกอบด้วยอนุภาคที่มีลักษณะทรงกลมมาเกาะกันเป็นกลุ่มอย่างหลวมๆ โดยมีอนุภาคที่มีขนาดใหญ่และมีลักษณะเป็นแผ่นยาวแทรกอยู่ทั่วไป ช่องว่างมีขนาดใหญ่และไม่สม่ำเสมอ

5.1.6 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของเต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชที่ได้พบว่า ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา 12 วัน เต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกินมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนของเต้าหู้แผ่น และมีค่า TBA ต่ำกว่าระดับต่ำสุดที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในอาหาร แต่จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 8 วัน ได้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมต่ำกว่า 5 คะแนน นั่นคือ ผลิตภัณฑ์เต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชที่มีอายุการเก็บรักษา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

5.1.7 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชที่ได้จากกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 200 คน พบว่า ผลิตภัณฑ์เต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชได้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ โดยรวมเท่ากับ 5.70 ± 1.15 , 5.30 ± 1.25 , 5.11 ± 1.31 , 5.58 ± 1.40 และ 5.39 ± 1.23 ตามลำดับ และกลุ่มผู้บริโภคมีความสนใจซื้อในระดับอาจจะซื้อและซื้อแน่นอนรวมเป็นร้อยละ 42.7 และไม่แน่ใจร้อยละ 37.7 โดยเหตุผลหลักที่ทำให้สนใจซื้อ คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ทั้งนี้ ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์เต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชควรมีราคาเท่ากับหรือใกล้เคียงกับราคาของเต้าหู้อ่อนที่ทำจากถั่วเหลือง

5.1.8 กระบวนการผลิตเต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืช เริ่มจากนำลูกเต๋าย่อยไปแช่น้ำสะอาด นาน 8 ชั่วโมง นำไปปั่นให้ละเอียด แล้วปั่นผสมกับน้ำสะอาดในปริมาณ 4 เท่า (โดยน้ำหนัก) กรองเอากากออกจะได้นํ้านมลูกเต๋าย่อย ส่วนกากงาขาวนำไปปั่นให้ละเอียด แล้วปั่นผสมกับน้ำสะอาดในปริมาณ 6 เท่า (โดยน้ำหนัก) กรองเอากากออกจะได้นํ้านมงาขาว

จากนั้นนำน้ำมันทั้งสองชนิดซึ่งได้จากการเตรียมด้วยอัตราส่วนของวัตถุดิบเป็นกากงาขาวร้อยละ 69 และลูกเดือยร้อยละ 31 (โดยน้ำหนัก) มาผสมกันจะได้น้ำมันผสม หลังจากนั้นนำน้ำมันผสมไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 นาที แล้วลดอุณหภูมิลงเหลือ 78 องศาเซลเซียส เติมแมกนีเซียมซัลเฟตร้อยละ 3 ของน้ำหนักวัตถุดิบ และทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นาน 40 นาที จากนั้นตักตะกอนใส่ลงในแม่พิมพ์ แล้วกดทับด้วยน้ำหนัก 15 กรัมต่อตารางเซนติเมตร นาน 30 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืชที่มีลักษณะเป็นก้อน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เต้าหู้ เช่น อุณหภูมิ ในการตกตะกอน ระยะเวลาในการกดทับ น้ำหนักที่ใช้ในการกดทับ เป็นต้น

5.2.2 ควรมีการปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัสให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น โดยเฉพาะในด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เต้าหู้อ่อนจากกากงาขาวและธัญพืช ทั้งนี้ในการปรับปรุงด้านรสชาติอาจทำได้โดยการปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสต่างๆ หรืออาจใช้แมกนีเซียมคลอไรด์เฮกซะไฮเดรตหรือในการเป็นสารตกตะกอน ซึ่งมีรายงานว่าจะได้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ที่มีรสชาติดีและมีกลิ่นรสที่หวาน (Liu, 1999) ส่วนการปรับปรุงด้านเนื้อสัมผัสอาจทำได้โดยการใช้ fatty acid monoglyceride ซึ่งมีรายงานว่าจะช่วยในการจับน้ำและเพิ่มความสามารถในการเกาะกันทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ที่มีเนื้อสัมผัสเนียน (Shurtleff and Aoyagi, 1979) หรืออาจให้ความร้อนแบบสองขั้นตอน กล่าวคือ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วเพิ่มเป็น 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ซึ่งมีรายงานว่าจะได้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ที่มีความแข็งและความยืดหยุ่นมากกว่าการให้ความร้อนแบบขั้นตอนเดียวที่ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที อีกทั้งยังมีโครงสร้างเรียบร่อยและมีลักษณะที่เป็นเนื้อเดียวกันมากกว่าการให้ความร้อนแบบขั้นตอนเดียว (Liu และคณะ, 2004) หรืออาจใช้แคลเซียมคลอไรด์หรือแคลเซียมอะซิเตทเป็นสารตกตะกอน ซึ่งมีรายงานว่าจะได้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ที่มีความสามารถในการเกาะกันมากกว่าการใช้แคลเซียมซัลเฟต (Liu, 1999)

5.2.3 ควรทำการศึกษาการเก็บรักษาให้นานขึ้น เพื่อประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งอาจทำได้โดยนำผลิตภัณฑ์เต้าหู้ไปผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ จะทำให้มีอายุการเก็บรักษาประมาณ 3 – 4 สัปดาห์