



รายงานการวิจัย

ผลของการห่อหุ้มต่อสมบัติของน้ำมันอะโวคาโด

Effect of Encapsulation on the Properties of Avocado Oil

ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของการห่อหุ้มต่อสมบัติของน้ำมันอะโวคาโด

Effect of Encapsulation on the Properties of Avocado Oil

ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ งานวิจัยงบประมาณแผ่นดิน

พิจารณาโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ

ประจำปีงบประมาณ 2562

ชื่องานวิจัย ผลของการห่อหุ้มต่อสมบัติของน้ำมันอะโวคาโด
ผู้วิจัย ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์น้ำมันอะโวคาโดผง เป็นการห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโดโดยใช้กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย เริ่มตั้งแต่การนำผลอะโวคาโดมาปอกเปลือก แยกเมล็ด นำเนื้ออะโวคาโดมาทำแห้ง สกัดน้ำมันด้วยวิธีการบีบอัด นำน้ำมันที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรองเพื่อขจัดสิ่งเจือปนออก ร้อยละผลได้ของน้ำมันอะโวคาโดที่ได้มีค่าเท่ากับ 25.54 ของน้ำหนักเนื้ออะโวคาโดแห้ง นำน้ำมันอะโวคาโดมาทำการห่อหุ้มด้วยด้วยกัมอารบิก 2 ความเข้มข้นคือ ร้อยละ 20 (AG20) และ 30 (AG30) เคซีน 2 ความเข้มข้น คือ ร้อยละ 1 (CA1) และ 2 (CA2) และผสมกัมอารบิกความเข้มข้นร้อยละ 20 กับเคซีนร้อยละ 1 (AG20+CA1) และนำผงอะโวคาโดมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆ พบว่า เมื่อปริมาณกัมอารบิกเพิ่มขึ้น อะโวคาโดผงมีปริมาณความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น ตรงข้ามกับการเพิ่มปริมาณเคซีน มีผลให้ผงอะโวคาโดมีปริมาณความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระลดลง

คำสำคัญ : การห่อหุ้ม อะโวคาโด กัมอารบิก เคซีน

Research Title Effect of Encapsulation on the Properties of Avocado Oil

Author Miss Kwanjit Anukulwattana

Department Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

ABSTRACT

Avocado oil powder products is an encapsulated avocado oil using a spray drying process. Initial with take the avocado fruit to peeling, separate the seeds, drying the avocado meat. Extracting oil using compression method. Filtering oil with filter paper to remove impurities. The percentage yield of the clear avocado oil was equal to 25.54 of the weight of the dried avocado meat. Avocado oil was encapsulated with 2 concentrations of arabic gum were 20% (AG20) and 30% (AG30), 2 concentrations of casein were 1% (CA1) and 2% (CA2) and combination of 20% arabic gum with 1% casein (AG20 + CA1). Then avocado oil powder were qualities determined and found that the moisture content and water activity of avocado oil powder were increased when increase the amount of arabic gum. On the other hand, the moisture content and water activity of avocado oil powder were decreased when increase the amount of casein.

Keyword : encapsulation, avocado, arabic gum, casein

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยความช่วยเหลือ และความร่วมมืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่ายที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา

30 สิงหาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 อะโวคาโด	3
2.2 กรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3	4
2.3 ครีมเทียม	6
2.4 มอลโทเดกซ์ทรีน	7
2.5 กัมอารบิก	8
2.6 เคซีน	10
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	14
3.1 วัตถุประสงค์	14
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	14
3.3 สารเคมี	14
3.4 วิธีการทดลอง	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล	17
4.1 ผลการศึกษารองศ์ประกอบทางเคมีของผลอะโวคาโด	17
4.2 ผลการศึกษากการสกัดน้ำมันอะโวคาโด	18
4.3 ผลการศึกษาระบวนการห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโด	22
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	25
บรรณานุกรม	26
ประวัติผู้วิจัย	28

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลการศึกษารองศ์ประกอบทางเคมีของผลอะโวคาโดที่ระยะความแก่อ่อนต่างๆ	17
4.2	ร้อยละผลได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันอะโวคาโดจากผลอะโวคาโดสด	18
4.3	องค์ประกอบของกรดไขมันของเนื้ออะโวคาโดสด และน้ำมันอะโวคาโด	19
4.4	แสดงเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันกลุ่มต่างๆ ที่มีในน้ำมันพืช เปรียบเทียบกับข้อแนะนำขององค์การอนามัยโลก	21
4.5	ผลวิเคราะห์ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระของผงอะโวคาโด	22
4.6	ผลการวิเคราะห์ค่าสี L^* a^* b^* ของผงอะโวคาโด	23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อะโวคาโด (*Persea americana* Mill.) เป็นไม้ผลที่สำคัญ และเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาแถบเม็กซิโก กัวเตมาลา และหมู่เกาะเวสอินดีส มีการรับประทานผลอะโวคาโดสด และสกัดน้ำมันเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการทำเครื่องสำอางกันอย่างแพร่หลายในอเมริกาและยุโรป อะโวคาโดจัดเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูง (ขวัญหทัย ทนงจิตร และคณะ, 2556) สามารถแนะนำให้ทุกเพศทุกวัยบริโภคได้ ทั้งผู้สูงอายุ ผู้ป่วย และเด็ก เนื่องจากเนื้อผล มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยกรดไขมันร้อยละ 70 เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิด monounsaturated fatty acid ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายโดยช่วยลดปริมาณ LDL-cholesterol ซึ่งเป็นคอเลสเตอรอลที่เป็นผลเสียต่อร่างกายและเพิ่มปริมาณ HDL-cholesterol ในเลือดซึ่งเป็นคอเลสเตอรอลที่เป็นผลดีต่อร่างกาย มีประโยชน์ในการป้องกันโรคหัวใจ การลดไขมันในเส้นเลือด และใช้ลดน้ำหนักได้เพราะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำ ดังนั้นผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานจึงสามารถบริโภคผลไม้ชนิดนี้ได้ อีกทั้งยังมีโปรตีนสูง และเป็นโปรตีนที่ย่อยง่าย มีวิตามินสูง ทั้งวิตามินบี วิตามินซี วิตามินเอ โดยเฉพาะวิตามินอี จึงใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมันเพื่อทำเครื่องสำอางประเภทรักษาผิวชนิดต่างๆ อุดมด้วยแร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ เหล็ก โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม มีเยื่อใยสูง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย (จิตรา กลิ่นหอม และคณะ, 2545)

ถึงแม้อะโวคาโดจะมีคุณค่าทางอาหารสูง แต่สำหรับประเทศไทย ผู้บริโภคยังไม่ค่อยยอมรับในด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัสของอะโวคาโดมากนัก เพราะมีรสชาติแปลกและมีไขมันสูง ประกอบกับคุณภาพของผลสดยังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ซึ่งอะโวคาโดแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันทั้งด้านรูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส การใช้ประโยชน์จากอะโวคาโดส่วนใหญ่จึงเป็นการสกัดน้ำมันและนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์บำรุงผิวพรรณ ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยจึงมีความมุ่งหมายที่จะวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันของอะโวคาโดที่เป็นพันธุ์พื้นเมืองของ อ.เขาค้อ และสกัดไขมันอะโวคาโด เพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ด้านอาหาร และทำให้เกิดทางเลือกในการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพของผู้บริโภคมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอะโวคาโด

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันจากอะโวคาโด

1.2.3 เพื่อศึกษากระบวนการเอนแคปซูเลชันน้ำมันอะโวคาโด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อะโวคาโด

อะโวคาโด (Avocado) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Persea Americana* วงศ์ *Lauraceae* เป็นไม้ยืนต้นที่มีอายุนานหลายปี ลักษณะเปลือกลำต้นเป็นผิวขรุขระ สีน้ำตาลอ่อน ขนาดของต้นที่โตเต็มที่ จะมีความสูงประมาณ 18 เมตร ใบมีลักษณะเป็นรูปไข่ สีเขียวสด สามารถมองเห็นเส้นใบได้ชัดเจน แผ่นใบค่อนข้างหนา เรียบ ขอบใบเรียบ ออกเรียงเวียนสลับกันบริเวณปลายกิ่ง ดอกออกเป็นช่อบริเวณปลายกิ่ง มีสีเขียวอมเหลือง ขนาดเล็ก ผลมีลักษณะของผลเป็นรูปไข่ กลม หรือคล้ายผลสาลี เปลือกผลสีเขียว อาจหนาหรือบางขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ภายในผลจะมีเนื้อมันละเอียด สีเหลืองอ่อนหรือเหลืองเข้มคล้ายเนย ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสหวาน ภายในเนื้อผลจะมีเมล็ดสีน้ำตาล ที่มีรูกุมอยู่จำนวน 1 เมล็ด

2.1.1 สารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อ

วิตามินอี เป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพสูงมาก วิตามินอีในอะโวคาโดเป็นวิตามินที่ร่างกายสังเคราะห์เองไม่ได้ จึงต้องรับมาจากภายนอกไม่ว่าจะเป็นวิตามินอีจากเนื้อสัตว์และผลไม้ วิตามินอีช่วยในการป้องกันเซลล์สมอง เซลล์ผิวหนัง ช่วยชะลอการเกิดริ้วรอยก่อนวัย ช่วยให้ผิวพรรณเต่งตึงมีน้ำมีนวล โพแทสเซียม (potassium) ช่วยควบคุมอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายให้อยู่ในสภาวะสมดุล ซึ่งเป็นตัวควบคุมการหมุนเวียนของเลือดในร่างกายให้มีความไหลลื่นไม่อุดตัน เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของไตในการทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำและเกลือของร่างกาย วิตามินซี (vitamin C) ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันด้านทานของร่างกายให้มีความแข็งแรง ด้านทานโรคได้ดีโดยเฉพาะโรคไข้หวัด และช่วยในการดูดซึมแคลเซียม บำรุงกระดูก ทำให้กระดูกและฟันแข็งแรง วิตามินเอ (vitamin A) ช่วยบำรุงสายตา ป้องกันการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องดวงตา ลดความเสี่ยงในการเกิดต้อ และอาการตามองไม่เห็นในที่มืด วิตามินบี (vitamin B) ช่วยบำรุงระบบประสาท ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเกี่ยวกับเส้นประสาท เช่น ปลายประสาทเสื่อมเหน็บชา เป็นต้น โฟเลต (folate) มีส่วนสำคัญในการพัฒนาสมองของทารกที่อยู่ในครรภ์ บำรุงเซลล์ลดความเสี่ยงที่จะเป็นโรคอัลไซเมอร์เมื่อมีอายุสูงขึ้น เพิ่มความแข็งแรงของสเปิร์มเพื่อให้มีบุตรง่าย โฟเลตจัดเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระที่ดีอีกตัวหนึ่งที่ช่วยป้องกันการออกซิเดชันของเซลล์

จนกลายเป็นเซลล์มะเร็งที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย จึงช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งได้ โปรตีนสูง อะโวคาโดเป็นผลไม้ที่มีโปรตีนสูงและเป็นโปรตีนที่ย่อยง่าย มีเส้นใยสูง สามารถช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานมีประสิทธิภาพ ลดอาการท้องผูก ทำให้รู้สึกอิ่มเร็ว มีสารแคโรทีนอยด์ ที่เป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระถึง 11 ชนิดด้วยกัน แคโรทีนอยด์นี้ช่วยป้องกันไม่ให้เซลล์โดนทำลายจากอนุมูลอิสระ เพิ่มความแข็งแรงของภูมิคุ้มกันด้านทานในร่างกาย ลดการเจริญเติบโตและการกลายพันธุ์ของเซลล์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งในส่วนต่างๆ ได้

2.1.2 น้ำมันอะโวคาโด

น้ำมันอะโวคาโดเป็นวัตถุดิบที่ดีที่นำมาใช้สำหรับปรุงอาหารให้มีรสชาติและมีสุขภาพดี เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ กรดไขมันจำเป็น กรดไขมันอิ่มตัว และวิตามิน สามารถใช้น้ำมันอะโวคาโดบำรุงผิวได้ น้ำมันอะโวคาโดมีประโยชน์มากมายสำหรับผิวพรรณ ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้น ทำหน้าที่เป็นครีมกันแดดตามธรรมชาติ ช่วยลดอาการคันจากการแพ้ รักษาผิวแตก ผิวแห้ง ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้น ป้องกันผิวจากรังสี UV บำรุงหนังศีรษะ

2.2 กรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3

กรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 พันธะ (polyunsaturated fatty acids, PUFA) โดยมี linoleic acid (LA, C18 :2n-6) และ α -linolenic acid (ALA, C18 : 3n-3) เป็นกรดไขมันต้นกำเนิดของทั้งสองกลุ่มตามลำดับ แต่เนื่องจากกรดไขมันทั้งสองกลุ่มนี้ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ในร่างกาย เพราะขาดเอนไซม์ delta-12 และ delta-15 desaturases ในการเพิ่มพันธะคู่ จึงทำให้กรดไขมันทั้งสองกลุ่มนี้จัดเป็นกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acids) ต้องได้รับโดยตรงจากการบริโภคอาหารเท่านั้น กรดไขมันทั้งสองชนิดนี้ สามารถสังเคราะห์เป็นกรดไขมันชนิดอื่นได้ โดยกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 ที่สำคัญ ได้แก่ eicosapentaenoic acid (EPA, C20 : 5n-3) และ docosahexaenoic acid (DHA, C22 : 6n-3)

กรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 พบมากในน้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันทานตะวัน เป็นต้น ส่วนกรดไขมัน ชนิดโอเมก้า-3 พบมากในน้ำมันลินซีด ซึ่งมี ALA สูง และ น้ำมันจากปลาทะเลน้ำลึก ซึ่งมี EPA และDHA สูง กรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 มีประโยชน์ต่อ

การพัฒนาของเอ็มบริโอ ช่วยบำรุงระบบสมองและดวงตา ส่วนกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 มีประโยชน์ต่อการทำงานของเอนไซม์ และการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ (สุวิมล, 2557)

2.2.1 บทบาทของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 โอเมก้า-3 และอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันทั้งสองชนิดต่อสุขภาพของผู้บริโภค

อาหาร สิ่งแวดล้อม และพันธุกรรม เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยอาหารเป็นอีกปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา โดยในช่วงยุคก่อนการเกษตร (Hunter Gatherer) อาหารที่มนุษย์บริโภคเป็นอาหารที่ได้มาจากธรรมชาติซึ่งมีความสมดุล ทั้งพลังงาน ไขมัน และวิตามิน อาหารในธรรมชาติมีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 เกือบเท่าๆ กัน แต่เมื่อเทคโนโลยีทางการเกษตรสูงขึ้น เริ่มเข้าสู่ช่วงยุคเกษตร (Agricultural) มนุษย์เริ่มมีการเพาะปลูกอาหารเองโดยเฉพาะพวกรั้วพืช ซึ่งเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต และกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 แต่มีกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 และวิตามินที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ต่ำ และในปัจจุบันซึ่งเป็นยุคอุตสาหกรรม (Industrial) ด้วยวิถีชีวิต และอาหารที่เปลี่ยนแปลง ทำให้ผู้บริโภคได้รับอาหารที่มีสัดส่วนไม่สมดุล ทั้งกรดไขมัน และพลังงาน โดยมีการบริโภคไขมันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจ กรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 มีความจำเป็นต่อร่างกายโดยช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต ช่วยในการทำงานของเซลล์กล้ามเนื้อ และระบบประสาท จึงทำให้เกิดกระแสการบริโภคกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เพิ่มมากขึ้น ซึ่งการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 เป็นที่ยอมรับกันว่ากรดไขมันกลุ่มนี้สามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมากและมะเร็งเต้านม ช่วยลดการเกิดโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด และลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคหัวใจ ซึ่งมีงานวิจัยหลายงานได้ผลการศึกษาที่ตรงกันเกี่ยวกับความสัมพันธ์จากการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 และการป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ นอกจากนี้กรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 เป็นสารตั้งต้นในการผลิต eicosanoids ที่มีผลยับยั้งการอักเสบ การแข็งตัวของเลือด หัวใจเต้นผิดปกติและลดความดัน แต่หากปริมาณกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ไม่สมดุลก็จะได้ประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างเต็มที่ ปัจจุบันมีงานวิจัยรายงานการบริโภคกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 สูงเกินไปเมื่อเทียบกับกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรัง รวมทั้งโรคหัวใจและมะเร็ง ดังนั้นควรเลือกรับประทานไขมันที่เป็นไขมันดี และมีความสมดุลจะเป็นผลดีต่อสุขภาพ โดยสัดส่วนที่เหมาะสมของกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3คือ ไม่เกิน 5 : 1 (Haz et al., 2004)

2.3 ครีมเทียม

ครีมเทียม เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารแห้ง (dried food) ทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drier) มีลักษณะเป็นผง ช่วยเพิ่มกลิ่นและรสชาติให้ชวนดื่มมากขึ้น ส่วนผสมหลัก น้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) ไขมันปาล์ม โซเดียมเคซิเนต สีผสมอาหาร แต่งกลิ่นสังเคราะห์ (flavoring agent) สารป้องกันการเกาะตัว (bulking agent) ครีมเทียมเป็นผลิตภัณฑ์เลียนแบบครีมจากนํ้านมโคที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ครีมเทียมมีราคาถูก สะดวกในการใช้ และเป็นของแห้งทำให้เก็บรักษาไว้ได้นาน ครีมเทียมมีส่วนประกอบคล้ายครีมจากนํ้านมโคคือ มีส่วนประกอบหลักเป็นไขมัน โปรตีนและน้ำตาล นํ้านมโคประกอบด้วยไขมันนมร้อยละ 4.1 ซึ่งเป็นไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสายสั้นๆประมาณร้อยละ 6.9 ของปริมาณไขมันนมทั้งหมด มีโปรตีนนมร้อยละ 3.6 ซึ่งเป็นโปรตีนหลายชนิดผสมรวมกัน โดยมีโปรตีนเคซีน (casein) เป็นโปรตีนหลักประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณโปรตีนนมทั้งหมด และน้ำตาลแล็กโทสซึ่งเป็นน้ำตาลตามธรรมชาติที่พบในนํ้านมประมาณร้อยละ 5.0 ในบางคนที่ไม่มีเอนไซม์ย่อยน้ำตาลแล็กโทส เมื่อดื่มนํ้านมจึงมีอาการท้องอืดเพื่อ ครีมเทียมทำเลียนแบบครีมแท้โดยการนำส่วนประกอบไขมันจากไขมันปาล์ม โปรตีนนมที่แยกออกจากนํ้านมโค น้ำตาลทรายและน้ำ กลับมาผสมรวมกัน โดยต้องมีส่วนประกอบอื่นอีก ในการทำส่วนผสมหลักดังกล่าวสามารถรวมเป็นเนื้อเดียวคล้ายคลึงกับครีมแท้ แล้วจึงนำไปทำให้แห้งเป็นผงละเอียด ส่วนประกอบของครีมเทียม ไขมันจากปาล์มเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด โดยทำให้ครีมเทียมมีสีขาวเมื่อกระจายตัวในน้ำ ให้ความข้น ความมัน และได้เนื้อ ไขมันที่ใช้ต้องมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว จึงนิยมใช้นํ้ามันปาล์ม โปรตีนช่วยเสริมไขมัน ในการทำให้ครีมเทียมมีสีขาวเมื่อกระจายตัวในน้ำและให้ความข้นได้เนื้อ นอกจากนี้ยังให้กลิ่นรสของโปรตีน โปรตีนที่นิยมใช้ คือ โปรตีนที่ได้จากการตกตะกอนโปรตีนนม แล้วทำให้แห้งเป็นผงละเอียด ที่เรียกว่า โซเดียมเคซิเนต น้ำตาลทำหน้าที่ให้รสหวาน และให้ความข้นได้เนื้อ น้ำตาลที่นิยมใช้มี 2 ชนิดผสมกันคือ น้ำตาลทรายเพื่อให้ได้รสหวานผสมกับน้ำตาลที่ได้จากการย่อยแป้งซึ่งให้รสหวานเล็กน้อยแต่ให้ความข้นได้เนื้อ เช่น น้ำตาลจากการย่อยแป้งข้าวโพด (corn syrup) หรือกลูโคสไซรัป (glucose syrup) จากการย่อยแป้งมันสำปะหลัง สารอิมัลซิไฟเออร์ เป็นสารที่ช่วยเชื่อมยึดอนุภาคนํ้ามันกับน้ำที่ล้อมรอบ ทำให้อนุภาคนํ้ามันสามารถกระจายตัวอยู่ได้อย่างสม่ำเสมอในส่วนที่เป็นน้ำ สารอิมัลซิไฟเออร์ที่นิยมใช้ คือมอนोगลิเซอไรด์ร่วมกับพอลิซอร์เบต 60 เกลือช่วยเพิ่มความคงตัว เป็นเกลือที่ช่วยในการกระจายตัวของโปรตีน ได้แก่ เกลือโซเดียม

ฟอสเฟต เกลือโพแทสเซียมฟอสเฟต หรือเกลือโซเดียมอะลูมิเนียมฟอสเฟต สารให้กลิ่นรส คือสารที่ให้กลิ่นรส

2.4 มอลโทเดกซ์ทริน

มอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) คือคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประเภท polysaccharide ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช (starch) บางส่วนให้เป็นสายสั้นๆ ของน้ำตาลกลูโคส (glucose) มีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดสีขาวไม่มีรส หรือมีรสหวานเล็กน้อยสามารถละลายในน้ำได้ดี

2.4.1 กรรมวิธีการผลิตมอลโทเดกซ์ทริน

มอลโทเดกซ์ทริน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์สตาร์ช (starch hydrolysate) วัตถุดิบที่ใช้เพื่อผลิตมอลโทเดกซ์ทรินคือ สตาร์ช (starch) จากพืชต่างๆ เช่น สตาร์ชจากมันสำปะหลัง (tapioca starch) สตาร์ชข้าวโพด (corn starch) สตาร์ชมันฝรั่ง (potato starch) ขั้นตอนแรก คือการเตรียมสารละลายสตาร์ช (starch slurry) และให้ความร้อนจนเม็ดสตาร์ชเกิดการสุก (gelatinization) แล้วจึงย่อยสตาร์ช (starch hydrolysis) ให้มีโมเลกุลเล็กลง ทำได้โดยใช้เอนไซม์อะไมเลส (amylase) ชนิด แอลฟา-อะไมเลสแล้วจึงนำไปกรอง (filtration) และทำให้บริสุทธิ์ จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการทำให้เข้มข้น (concentration) และทำแห้ง (dehydration) ให้เป็นผง ด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drier)

2.4.2 ประเภทของมอลโทเดกซ์ทริน

มอลโทเดกซ์ทริน แบ่งได้ตามค่าสมมูลเดกซ์โทรส (dextrose equivalent, DE) มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 5-20 และมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE สูง แสดงว่าโมเลกุลของสตาร์ชถูกย่อยได้น้ำตาลกลูโคสมาก จะมีความหวานมากกว่ามอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำ

2.4.3 การใช้มอลโทเดกซ์ทรินในอาหาร

มอลโทเดกซ์ทริน ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวาง ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน อาหารไขมันต่ำ ในผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ประเภทอาหารผง เช่น เครื่องดื่มผง เครื่องปรุงรสชนิดผง

การใช้มอลโทเดกซ์ทรินในผลิตภัณฑ์อาหาร

- ใช้ในอาหารเพื่อสุขภาพ โดยจัดเป็น functional food ประเภท prebiotic
 - เพิ่มเนื้อ (bulking agent) เช่น เพิ่มเนื้อในการทำแห้ง (dehydration)
- อาหารแห้ง ประเภท อาหารผง เครื่องดื่มผง ด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย spray drier หรือ drum drier
- ห่อหุ้มสารให้กลิ่นรส (flavor encapsulation)

2.5 กัมอารบิก

กัมอารบิก (gum arabic) เป็นคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) เป็นสารในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ประเภท พอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ประเภทเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ (heteropolysaccharide) ที่ใช้เพื่อเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) กัมอารบิกเป็นยาง (exudate) ที่ได้จากต้นไม้สกุล อะคาเซีย (acacia) เช่น Acacia senegal และ Acacia seyal น้ำยางจะไหลเกาะกันเป็นก้อน เมื่อกระทบกับความชื้นจากแสงแดดจะแห้งแข็งตัว มีลักษณะใสคล้ายแก้วเกาะอยู่ตามกิ่งก้านและลำต้นของพืช มีสีส้มแตกต่างกันไปตั้งแต่สีขาวใส จนถึงสีเหลืองอำพัน รูปทรงมองดูคล้ายหยดน้ำบ้าง ทรงกลมรีบ้าง ผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้ได้จากการนำก้อนยางมาบดให้เป็นผงละเอียดโครงสร้างโมเลกุลของกัมอารบิก เป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ และซับซ้อน ประกอบด้วยน้ำตาลและอนุพันธ์ของน้ำตาล 4 ชนิดคือ น้ำตาลกาแล็กโทส (galactose, 44%) แอราบินโนส (arabinose, 27%) แรมโนส (L- rhamnose, 13%) กรดกลูคูโรนิก (glucuronic acid, 14.5%) นอกจากนี้โมเลกุลยังประกอบด้วยกรดแอมิโน ได้แก่ ไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyproline) และซีรีน (serine)

2.5.1 สมบัติของกัมอารบิก

2.5.1.1 ละลายได้ดีในน้ำ ไม่เกิดการระคายเคือง หรือมีสิ่งตกค้างภายในปาก

2.5.1.2 ความหนืด (viscosity) สารละลายกัมอารบิกจะให้ความหนืดต่ำ เมื่อวัดความหนืดได้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นการไหลแบบ newtonian fluid แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้นสูงกว่าร้อยละ 40 จะให้ความหนืดสูงมากจนมีลักษณะข้นหนืดคล้ายเจล และมีการไหลแบบ non-newtonian fluid ประเภท pseudoplastic fluid

2.5.1.3 ความหนืดของกัมอารบิกจะคงอยู่ได้ที่ระดับค่าพีเอชช่วงกว้าง คือ 4-10

2.5.2 วัตถุประสงค์การใช้กัมฮารบิกในอาหาร

กัมฮารบิกเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่ USFDA จัดเป็น Generally Recognized as Safe แต่ให้ใช้ในปริมาณที่จำกัดในอาหาร (GRAS/FS) ซึ่งกำหนดไว้ในมาตรฐาน กัมฮารบิกเป็นกัมที่ละลายในน้ำได้ดี ไม่ละลายในน้ำมันและสารประกอบอินทรีย์ ให้ความหนืดต่ำ วัตถุประสงค์ของการใช้กัมฮารบิกเพื่อ

- ทำให้มีลชันคงตัว (emulsifier)
- สารเพิ่มความชันหนืด (thickening agent)
- สารเพิ่มความคงตัว (stabilizing agent) ป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล ชะลอการเกิดกลินหิน

2.5.3 การใช้กัมฮารบิกในผลิตภัณฑ์อาหาร

2.5.3.1 ลูกอม ลูกกวาด ช่วยป้องกันการตกผลึก (crystallization) ของน้ำตาล ทำให้เนื้อสัมผัสลูกอมนุ่มเนียนไม่ระคายลัน และทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้อส่วนของผสมที่เป็นไขมันและส่วนที่เป็นของเหลวกระจายตัวอยู่อย่างสม่าเสมอ

2.5.3.2 น้ำผลไม้ (fruit juice) หรือเครื่องดื่มแต่งกลินผลไม้ (fruit drink) กัมฮารบิกจะใช้เป็น clouding agent ช่วยทำให้เกิดความชันคล้ายกับว่ามีเนื้อผลไม้มากขึ้น ใช้ได้ดีทั้งในรูปแบบที่เป็นเครื่องดื่มแบบเหลว และแบบผง

2.5.3.3 ผลิตภัณฑ์สารให้กลิน (flavoring agent) ในการผลิตสารให้กลิน (flavor encapsulation) เช่น ในผงวานิลลา (vanilla powder) พบว่ากัมฮารบิกทำหน้าที่ลดแรงตึงผิว ทำให้เกิดอิมัลชัน (emulsion) ได้ง่าย เกิดการกระจายตัวของสารให้กลินรสได้ดีเมื่อหุ้มอยู่ที่ผิวหน้าของหยดไขมันซึ่งเป็นประจุนิดเดียวกัน จึงทำให้เกิดการผลึกกันอยู่ตลอดเวลา ป้องกันไม่ให้หยดไขมันเข้ามารวมตัวกันเกิดเป็นอิมัลชันที่คงตัว

2.6 เคซีน (casein)

เคซีน เป็นโปรตีน (protein) ชนิดฟอสโฟโปรตีน (phosphoprotein) ที่พบในน้ำนมมีประมาณร้อยละ 80 ของโปรตีนทั้งหมดในน้ำนม เคซีนไมเซลล์ เคซีนรวมตัวกับฟอสฟอรัส และแคลเซียม มีทั้งส่วนที่ชอบน้ำและไม่ชอบน้ำในโมเลกุล แขนงลอยอยู่ในน้ำเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ในรูปแบบไมเซลล์ (micelle) ทรงกลมทำให้น้ำนมมีสีขาวขุ่น แคลเซียมฟอสเฟตมีบทบาทสำคัญในการคงตัวของเคซีน ไมเซลล์

2.6.1 การตกตะกอนเคซีน

โปรตีนเคซีนในน้ำนมสามารถแยกออกจากน้ำนมได้ด้วยการตกตะกอน เป็นขั้นตอนสำคัญของการผลิตเนยแข็ง (cheese) เมื่อแยกเอาตะกอนเคซีนออกแล้ว ส่วนที่เหลือของน้ำนมเรียกว่า เวย์ (whey) การตกตะกอนด้วยกรด ทำโดยการปรับค่า pH ของน้ำนมให้เท่ากับ 4.6-4.7 ซึ่งเป็น isoelectric point ของโปรตีนเคซีน ตกตะกอนด้วยจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแล็กติก (lactic acid bacteria) ตกตะกอนด้วยเอนไซม์เรนนิ (rennin) ซึ่งเป็นเอนไซม์ (enzyme) ชนิดโปรติเอส (protease) สามารถย่อยเคซีนให้มีโมเลกุลเล็กลง ในอุตสาหกรรมอาหารใช้ในผลิตภัณฑ์เนยแข็ง (cheese) โดยเรนนิจะย่อยเคซีน แล้วรวมกับแคลเซียมไอออน แยกตัวออกมาเป็นตะกอนขาวขุ่น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำมันอะโวคาโดสกัดเย็นถูกทำไมโครแคปซูลโดยการอบแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้เวย์โปรตีนไฮโดรไลส (WPI) เพียงอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับมอลโตเด็คซ์ตริน (MD) DE 5 ที่อัตราส่วนต่างๆ (90:10, 50:50 และ 10:90) ผง WPI เท่านั้นหรือ WPI / MD (90:10) ผงเป็นทรงกลมและราบรื่นในขณะที่ผง WPI / MD (50: 50 และ 10: 90) แสดงการยุบตัวของพื้นผิวที่เด่นชัด การเพิ่มอัตราส่วน MD ทำให้ความหนาแน่นและความสามารถในการเปียกสูงขึ้น อาจเป็นเพราะโครงสร้างทางกายภาพที่กะทัดรัดและเมทริกซ์ผนังไฮโดรฟิลิกปริมาณน้ำมันที่ไม่มีพื้นผิวและประสิทธิภาพการ microencapsulation ของผง คือ 11–16% และ 45–66% ตามลำดับและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตัวอย่าง น้ำมันอะโวคาโดดิบที่ใช้ในการศึกษานี้ดูเหมือนจะมีความเสถียรต่อการเกิดออกซิเดชันที่อุณหภูมิเย็นและแวดล้อม ไม่คำนึงถึง microencapsulation อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิสูง 60 ° C ความเสถียรของการออกซิเดชันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ธีระวัฒน์ บุญโสม (2018) ศึกษาการทำไมโครเอนแคปซูเลชันน้ำมันหอมระเหยโดยการพ่นแห้งผลของส่วนประกอบของสารห่อหุ้มและสภาวะการเตรียม น้ำมันหอมระเหยหลังได้รับความนิยมนในตลาดทั้งการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมของกลิ่นและการแต่งกลิ่นอาหาร อุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง แต่น้ำมันหอมระเหยมีข้อจำกัดคือความไม่คงตัวจากแสง ความร้อน อากาศ ความชื้น และสามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิห้อง ทำให้น้ำมันหอมระเหยสูญเสียสภาพและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ปัจจุบันจึงมีการนำเทคนิคทางเภสัชกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความคงตัวของน้ำมันหอมระเหยด้วยการทำเทคนิคไมโครเอนแคปซูเลชัน ของน้ำมันหอมระเหยโดยการพ่นแห้งซึ่งเป็นกระบวนการห่อหุ้มสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวหรือแก๊สด้วย พอลิเมอร์ให้อยู่ในรูปของแคปซูลขนาดเล็ก เรียกว่า ไมโครแคปซูล ที่มีขนาดตั้งแต่ 1 จนถึง 800 ไมโครเมตร จัด เป็น กระบวนการห่อหุ้มสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการระเหย การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และการถูกทำลายโดย ความร้อน แสง ความชื้น และอากาศ โดยมีปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกระบวนการพ่นแห้งที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ของไมโครแคปซูลได้แก่ ส่วนประกอบของสารห่อหุ้มและสภาวะการผลิต เช่นอัตราการป้อน ควรอยู่ในช่วง 1-2 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง ความดัน ควรอยู่ในช่วง 90-120 กิโลปาสกาล และอัตราการไหลของอากาศ ควรอยู่ในช่วง 60-90 ลูกบาศก์เมตร ต่อนาที อุณหภูมิร้อนขาเข้าและขาออก ควรอยู่ในช่วง 150-200°C และ 70-90°C ตามลำดับ ดังนั้นการทำไมโครแคปซูลของน้ำมันหอมระเหยโดยการพ่นแห้ง ช่วยเปลี่ยนสถานะสารจากของเหลวเป็นของแข็ง ส่งผลให้เพิ่มความคงตัว

ธัญนันท์ ฤทธิ์มณ (2018) การเอนแคปซูเลชันแอนโทไซยานินจากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอยการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำที่สกัดได้จากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง และ (2) เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของมอลโตเดกซ์ทรินในการแปรรูปสารสกัดจากชั่งข้าวโพดหวานสีม่วงชนิดผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ ชั่งข้าวโพดหวานสีม่วง นำมาต้มเคี่ยวสกัดให้ได้สารสีแอนโทไซยานิน จากผลการทดลองพบว่า น้ำชั่งข้าวโพดที่สกัดได้มีสีม่วงคล้ำจากสารสีแอนโทไซยานิน ซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานิน 11.26 mg/g และปริมาณคาเทชิน 101.02 mg/kg จากนั้นใช้เทคโนโลยีการเอนแคปซูเลชันด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยการนำมอลโตเดกซ์ทรินมาใช้เป็นสารเอนแคปซูลเล็งด้วยปริมาณ 3, 5 และ 7% (w/v) นำมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพ โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ CRD พบว่า ค่า L* และ

a^* ของตัวอย่างผงซังข้าวโพดหวานสีม่วงด้วยปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน ทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินค่า L^* และ b^* มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่า a^* มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าดัชนีการละลายน้ำของทุกตัวอย่างไม่มีของแข็งเกิดขึ้นในระหว่างการปั่นเหวี่ยง ซึ่งค่าความชื้นและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผงซังข้าวโพดหวานสีม่วงที่มีปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน 3% (w/v) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผงซังข้าวโพดหวานสีม่วงที่มีปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน 5 และ 7% (w/v) โดยค่า a_w ความชื้น ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าลดลงแต่ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่ 3% (w/v) ให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดที่ 6.82 mg/g

พิไลรัก อินธิปัญญา (2557) ศึกษาความเป็นไปได้ของการอบแห้งน้ำหม่อนผสมน้ำผึ้งด้วยวิธีพ่นฝอย โดยศึกษาอัตราส่วนของแข็งในน้ำหม่อนผสมน้ำผึ้งกับมอลโตเดกซ์ทริน 3 ระดับคือ 1.0:1.1, 1.0:1.2 และ 1.0:1.3 การใช้อุณหภูมิลมร้อนเข้า 3 ระดับคือ 150, 160 และ 170 °ซ วางแผนการทดลองสุ่มแบบสมบูรณ์ (CRD) พบว่าอัตราส่วนของแข็งในน้ำหม่อนผสม:มอลโตเดกซ์ทรินที่เหมาะสม คือ 1.0:1.3 การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนเข้าสำหรับการอบแห้งทำให้ปริมาณผลผลิตสูงขึ้น และตัวอย่างผงมีปริมาณความชื้นและค่า a_w ต่ำลง การเพิ่มอุณหภูมิมีผลต่อความสามารถการดูดความชื้น ความสามารถในการละลาย และการกระจายตัวของผลิตภัณฑ์ การอบแห้งที่ 170 °ซ ได้ปริมาณผลผลิตมากที่สุด คือ 24.92 ± 0.57 % โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นร้อยละ 2.85 ± 0.09 %

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

อะโวคาโด พันธุ์พื้นเมืองอำเภอเขาค้อ

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.2.1 เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย mini spray dryer b-290 บริษัท Buchi

3.2.2 ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ บริษัท Memmert

3.2.3 เครื่องสกัดน้ำมัน Oil Press

3.2.4 เครื่องวัดสี Konica Minolta

3.2.5 เครื่องวัด a_w ชนิดพกพา รุ่น Pawkit บริษัท Decagon

3.2.6 Diaphragm Vacuum Pump

3.2.7 โถดูดความชื้น

3.2.8 เครื่องแก้วต่างๆ

3.2.9 อุปกรณ์เครื่องครัว

3.3 สารเคมี

3.3.1 มอลโตเดร็กตริน

3.3.2 กัมอารบิก

3.3.3 Micenar Casein

3.3.4 petroleum ether

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 กระบวนการสกัดน้ำมันอะโวคาโด

3.4.1.1 นำผลอะโวคาโดมาปอกเปลือก แยกเมล็ด นำเนื้อมาหั่นเป็นชิ้นบางๆ หลังจากนั้นนำเนื้ออะโวคาโดมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.4.1.2 นำอะโวคาโดที่อบแห้งแล้ว มาสกัดน้ำมัน โดยใช้เครื่องสกัดน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

3.4.1.3 นำน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดได้มากรองเพื่อขจัดสิ่งแขวนลอยออก

3.4.1.4 วิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันอะโวคาโด

3.4.2 ศึกษากระบวนการห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโด

ในการศึกษากระบวนการห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโด โดยใช้กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย ได้ทำการศึกษาการห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโดร้อยละ 30 ด้วยกัมอาร์บิก 2 ความเข้มข้นคือ ร้อยละ 20 (AG20) และ 30 (AG30) เคซีน 2 ความเข้มข้น คือ ร้อยละ 1 (CA1) และ 2 (CA2) และ ผสมกัมอาร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 20 กับเคซีนร้อยละ 1 (AG20+CA1) เติมนอลโตเด็กซ์ทรินให้ครบร้อยละร้อย นำส่วนผสมน้ำมันอะโวคาโดมาทำการห่อหุ้มด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิเข้า 180 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราการลม 40 บั้ม ร้อยละ 80 แล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆ ของผงอะโวคาโด ดังนี้

3.4.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ

3.4.2.1.1 การหาร้อยละผลได้

3.4.2.1.2 การวิเคราะห์ความชื้น AOAC

3.4.2.1.3 วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (water activity)

3.4.2.1.4 วิเคราะห์สี

3.4.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำผลการวิเคราะห์คุณภาพ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคุณภาพต่างๆ โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 4

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

การศึกษากระบวนการห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโดโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย เริ่มตั้งแต่ นำผลอะโวคาโด มาสกัดน้ำมัน ทำน้ำมันให้บริสุทธิ์ และทำการห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโดด้วยกัมอารบิก 2 ความเข้มข้นคือ ร้อยละ 20 (AG20) และ 30 (AG30) เคซีน 2 ความเข้มข้น คือ ร้อยละ 1 (CA1) และ 2 (CA2) และผสมกัมอารบิกความเข้มข้นร้อยละ 20 กับเคซีนร้อยละ 1 (AG20+CA1) ได้ผล ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลอะโวคาโด

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลอะโวคาโดที่ระยะความแก่ต่างกันต่างๆ ได้ผล ดังตาราง 4.1 จากตารางพบว่า ความแก่ของอะโวคาโดมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี โดยเมื่อมีร้อยละความแก่เพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และพลังงานมีค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้น ในการสกัดน้ำมันอะโวคาโด ให้ใช้อะโวคาโดที่มีระยะความแก่อ่อนเกินแก่เต็มที่แล้ว เนื้อผลมีความนิ่ม ไม่แข็ง แต่ไม่เน่าเสีย

ตาราง 4.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลอะโวคาโดที่ระยะความแก่ต่างกันต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละความแก่อ่อน		
	80	100	120
โปรตีน (g/100 g)	1.76	1.94	2.11
คาร์โบไฮเดรต (g/100 g)	7.30	6.28	6.03
ไขมัน (g/100 g)	9.17	9.56	9.79
เถ้า (g/100 g)	0.82	0.95	1.05
ความชื้น (g/100 g)	80.95	81.27	81.02
พลังงาน (kcal/100 g)	118.77	118.92	120.67

4.2 ผลการศึกษาการสกัดน้ำมันอะโวคาโด

4.2.1 ร้อยละผลได้จากการสกัดน้ำมันอะโวคาโด

จากการนำผลอะโวคาโดสด มาทำการปอกเปลือก แกะเมล็ดออก นำเนื้ออะโวคาโดมาหั่นเป็นชิ้นบางๆ ความหนา 1 มิลลิเมตร จากนั้นนำเนื้ออะโวคาโดมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาสกัดน้ำมันด้วยเครื่องสกัดน้ำมันแบบบีบอัด น้ำมันอะโวคาโดดิบที่ได้ออกมาจะมีสิ่งเจือปนอยู่ จึงต้องมีการนำน้ำมันอะโวคาโดที่บีบอัดออกมาได้นั้น มาทำการกรองด้วยกระดาษกรองก่อน จึงได้น้ำมันอะโวคาโดที่ใสไปใช้ในการศึกษาการห่อหุ้มต่อไป ร้อยละผลได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันอะโวคาโดจากผลอะโวคาโดสดนั้น แสดงดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ร้อยละผลได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันอะโวคาโดจากผลอะโวคาโดสด

ผลได้		ร้อยละผลได้	
ผลอะโวคาโดสด	100.00		
เปลือก	14.13		
เมล็ด	22.64		
เนื้ออะโวคาโดสด	63.64	100	
เนื้ออะโวคาโดแห้ง	7.36	11.56	100
น้ำมันอะโวคาโดดิบ	2.88	4.52	39.13
น้ำมันอะโวคาโดใส	1.88	2.95	25.54

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ร้อยละผลได้ของเนื้ออะโวคาโดสด เนื้ออะโวคาโดแห้ง น้ำมันอะโวคาโดดิบ และน้ำมันอะโวคาโดใส เท่ากับร้อยละ 63.64 7.36 2.88 และ 1.88 ของน้ำหนักผลอะโวคาโดสด ตามลำดับ แสดงว่า หากซื้อผลอะโวคาโดสด 100 กิโลกรัม สามารถผลิต

น้ำมันอะโวคาโดได้ 1.88 กิโลกรัม หรือหากคำนวณร้อยละผลได้จากเนื้ออะโวคาโดสดเป็นฐานพบว่า ร้อยละผลได้ของเนื้ออะโวคาโดแห้ง น้ำมันอะโวคาโดดิบ และน้ำมันอะโวคาโดได้ เท่ากับ ร้อยละ 11.56 4.52 2.95 ของน้ำหนักเนื้ออะโวคาโดสด แต่โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะคำนวณโดยใช้ น้ำหนักแห้งเป็นฐาน ดังนั้นหากคำนวณร้อยละผลได้โดยใช้น้ำหนักเนื้ออะโวคาโดแห้งเป็นฐานพบว่า ร้อยละผลได้ของน้ำมันอะโวคาโดดิบ และน้ำมันอะโวคาโดได้ เท่ากับร้อยละ 39.19 25.54 ของน้ำหนักเนื้ออะโวคาโดแห้ง ซึ่งถือเป็นผลไม้ที่มีปริมาณไขมันสูง

4.2.2 องค์ประกอบของกรดไขมันของน้ำมันอะโวคาโด

นำน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมัน ได้ผล ดังตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบของกรดไขมันของเนื้ออะโวคาโดสด และน้ำมันอะโวคาโด

รายการทดสอบ	เนื้ออะโวคาโดสด	น้ำมันอะโวคาโด
	(g/100g)	(g/100g)
Caprylic acid (C8:0)	0.03	0.02
Lauric acid (C12:0)	Not detected	0.01
Myristic acid (C14:0)	0.01	0.06
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.01	0.02
Palmitic acid (C16:0)	3.17	28.66
Heptadecanoic acid (C17:0)	Not detected	0.04
Stearic acid (C18:0)	0.12	1.02
Arachidic acid (C20:0)	0.02	0.13
Heneicosanoic acid (C21:0)	0.01	0.02
Behenic acid (C22:0)	0.01	0.06

Tricosanoic acid (C23:0)	Not detected	0.02
Lignoceric acid (C24:0)	0.01	0.09
Saturated fat	3.43	30.15
Palmitoleic acid (C16:1n7)	0.53	8.88
Cis-10-Heptadecenoic acid (C17:1n10)	Not detected	0.08
Trans-9-Elaidic acid (C18:1n9t)	0.10	0.02
Cis-9-Oleic acid (C18:1n9c)	2.83	46.72

รายการทดสอบ	เนื้ออะโวคาโดสด (g/100g)	น้ำมันอะโวคาโด (g/100g)
Cis-11-Eicosenoic acid (C20:1n11)	0.01	0.15
Monounsaturated fatty acid	3.48	55.84
Tran-Linolelaidic acid (C18:2n6t)	Not detected	0.19
Cis-9,12-Linoleic acid (C18:2n6)	0.13	12.51
Alpha-Linolenic acid (C18:3n3)	Not detected	1.04
Cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n6)	Not detected	0.02
Cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	Not detected	0.06

Polyunsaturated fatty acid	0.15	13.82
Unsaturated fat	3.63	69.66
Tran fat	0.10	0.21
Omega3	5.48 mg/100g	1041.05 mg/100g
Omega6	139 mg/100g	12570.31 mg/100g
Omega9	2831.93 mg/100g	46721.28 mg/100g

จากการศึกษาองค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันอะโวคาโด พบว่า ในน้ำมันอะโวคาโดมี กรดไขมันอยู่ 4 ประเภทคือ 1. กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) คือกรดไขมันที่ไม่มีพันธะคู่ กรดไขมันอิ่มตัวที่มีมากที่สุดคือ กรดพาลมิติก (palmitic acid: C16) รองลงมา คือ กรดสเตอริก (stearic acid: C18) รวมมีกรดไขมันอิ่มตัว 30.15 g/100g 2. กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acid) คือกรดไขมันที่มีพันธะคู่ 1 พันธะ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่พบมากที่สุดคือ Cis-9-Oleic acid (C18:1n9c) รองลงมาคือ Palmitoleic acid (C16:1n7) รวมมีกรดไขมันเชิงเดี่ยวเท่ากับ 55.84 g/100g 3. กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (polyunsaturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่อยู่บน โครงสร้างคาร์บอนมากกว่า 2 พันธะ พันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีโครงสร้าง 2 แบบ คือแบบ cis และ trans กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่พบมากที่สุดคือ Cis-9,12-Linoleic acid (C18:2n6) รองลงมาคือ Alpha-Linolenic acid (C18:3n3) รวมมีกรดไขมันเชิงซ้อนเท่ากับ 13.82 g/100g และ 4. กรดไขมันทรานส์ (trans fatty acid) มีปริมาณ 0.21 g/100g สัดส่วนของกรดไขมันที่ผสมอยู่ในไขมันแต่ละชนิดนั้น มักจะมีกรดไขมันบางตัวที่มีสัดส่วนสูงกว่ากรดไขมันตัวอื่นๆ ในประเภทเดียวกัน การวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบสัดส่วนกรดไขมันในน้ำมันและไขมันมีประโยชน์ ต่อผู้สุขภาพของบริโภค ช่วยให้สามารถเลือกบริโภคไขมันที่เป็นประโยชน์ได้ เช่น ไขมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ ส่วนกรดไขมันอิ่มตัวและไขมันทรานส์เป็นไขมันที่ส่งผลร้ายต่อสุขภาพ องค์การอนามัยโลกได้ให้ข้อเสนอแนะสัดส่วนของกรดไขมันชนิดต่างๆ ที่ควรมีในน้ำมัน เพื่อใช้ปรุงอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันกลุ่มต่างๆ ที่มีในน้ำมันพืช เปรียบเทียบกับข้อเสนอแนะขององค์การอนามัยโลก

น้ำมันพืชปรุงอาหาร	Saturated fatty acids	Monounsaturated fatty acids	Polyunsaturated fatty acids
WHO recommendation	28.6	42.8	28.6
น้ำมันรำข้าว	18	45	37
น้ำมันถั่วเหลือง	16	24	60
น้ำมันข้าวโพด	13	25	62
น้ำมันปาล์ม	50	39	11
น้ำมันมะกอก	14	77	9
น้ำมันอะโวคาโด*	30.15	55.84	13.82

* ข้อมูลได้จากการวิจัยครั้งนี้

กรดไขมันจำเป็น (essential fatty acids) เป็นกรดไขมันที่ร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ จึงต้องได้จากการรับประทานอาหารเท่านั้น ได้แก่กรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า-6 เช่น Linoleic acid และกรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า-3 เช่น Linolenic acid ซึ่งในน้ำมันอะโวคาโดมีกรดไขมันจำเป็นกลุ่มนี้ กรดไขมันสองกลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในร่างกาย เพราะเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ และยังทำหน้าที่ในการสร้างสารprostaglandins Leukotrienes และ Thromboxanes ซึ่งทำหน้าที่ในการตอบสนองต่อการอักเสบ การทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน และการจับตัวกันของเกล็ดเลือด จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า การแทนที่กรดไขมันอิ่มตัวในอาหารด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว จะสามารถลดความเข้มข้นของ LDL cholesterol ได้ สามารถลดความเสี่ยงจากโรค

หลอดเลือดหัวใจ และไม่ติดต่อกันที่เกิดจากความผิดปกติของเมแทบอลิซึม แต่ถ้าแทนที่ด้วย trans fatty acid จะลด HDL cholesterol (อิริศร์, 2555)

4.3 ผลการศึกษากระบวนการห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโด

ทำการห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโดด้วยกัมอารบิก 2 ความเข้มข้นคือ ร้อยละ 20 (AG20) และ 30 (AG30) เคซีน 2 ความเข้มข้น คือ ร้อยละ 1 (CA1) และ 2 (CA2) และผสมกัมอารบิก ความเข้มข้นร้อยละ 20 กับเคซีนร้อยละ 1 (AG20+CA1) และนำผงอะโวคาโดมาวิเคราะห์คุณภาพ ทางด้านต่างๆ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลวิเคราะห์ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระของผงอะโวคาโด

สิ่งทดลอง	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w)
AG20	$1.74^b \pm 0.14$	$0.11^c \pm 0.00$
AG30	$2.85^a \pm 0.13$	$0.16^a \pm 0.01$
AG20+CA1	$1.97^b \pm 0.42$	$0.14^b \pm 0.00$
CA1	$2.02^b \pm 0.33$	$0.14^b \pm 0.01$
CA2	$1.76^b \pm 0.14$	$0.09^d \pm 0.00$

หมายเหตุ อักษร a,b,c...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 พบว่า เมื่อปริมาณกัมอารบิกเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้น มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากกัมอารบิกช่วยในเรื่องการห่อหุ้มและทำให้ลดการระเหย และ

ยังพบว่าเมื่อเพิ่มเคซีนและมอลโตเดกซ์ตรินสูงขึ้น ยังส่งผลให้ค่า a_w มีค่าลดลงเนื่องจากการเติมสารลดความเหนียวในปริมาณเพิ่มขึ้นจะทำให้โครงสร้างของสารละลายสามารถจับกับอนุภาคของสารลดความเหนียวได้มากขึ้น เกิดเป็นรูพรุนภายในโครงสร้างได้มากกว่า น้ำระเหยได้ง่าย จึงทำให้ค่า a_w ต่ำลง ค่า a_w ยังแปรผันตามปริมาณความชื้น หากค่าความชื้นสูง ค่า a_w ก็จะสูงตาม และการใช้ปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินสูงขึ้นทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำลงเนื่องจากมอลโตเดกซ์ตรินเป็นสารที่ช่วยในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย และช่วยลดคุณสมบัติการดูดความชื้นเข้าหาตัวผลิตภัณฑ์ และพบว่าปริมาณผลผลิตที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 30.77-39.06 การเพิ่มปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินจะทำให้ผลผลิตสูงสุดที่ร้อยละ 39.06 ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของสุนทรีย์ วราอุบล (2546) ที่พบว่าปริมาณผลผลิตของการทำแห้งแบบพ่นฝอยน้ำใบเตยผงมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อมีการใช้มอลโตเดกซ์ตรินในปริมาณที่สูง ผลิตภัณฑ์น้ำอะโวคาโดผงที่ผลิตได้มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.09-0.16 เป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง มีความชื้น (moisture content) ต่ำ สามารถป้องกันและควบคุมการเจริญเติบโตของรา ยีสต์ แบคทีเรียที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียได้ เก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิห้องโดยไม่เน่าเสีย แต่ทั้งนี้ควรเก็บในที่แห้งและเย็น เพื่อรักษาคุณภาพและต้องรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสี L^* a^* b^* ของผงอะโวคาโด

สิ่งทดลอง	ค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
AG20	84.84 ^a ±0.28	-2.75 ^a ±0.01	17.03 ^c ±0.03
AG30	86.11 ^a ±0.32	-2.80 ^a ±0.03	18.11 ^d ±0.15
AG20+CA1	85.68 ^a ±0.12	-3.91 ^c ±0.01	21.94 ^c ±0.07
CA1	78.49 ^c ±0.31	-3.54 ^b ±0.01	25.02 ^b ±0.03
CA2	82.91 ^b ±3.18	-3.94 ^c ±0.08	27.26 ^a ±0.02

หมายเหตุ อักษร a,b,c...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

L^* คือ ความสว่าง (มีค่าระหว่าง 0-100 โดย 0 แสดงถึงสีดำ, 100 แสดงถึงสีขาว)

a^* คือ สีแดง-เขียว ($-a^*$ แสดงถึงสีเขียว, $+a^*$ แสดงถึงสีแดง)

b^* คือ สีเหลือง-น้ำเงิน ($-b^*$ แสดงถึงสีน้ำเงิน, $+b^*$ แสดงถึงสีเหลือง)

จากการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าการเพิ่มกัมอาร์บิกและมอลโตเดกซ์ตรินทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของน้ำอะโวคาโดผงมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 78.49-86.11 ค่าสีแดงลดลงจาก -3.94 เป็น -2.80 จากผลการศึกษามีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการทำแห้งอื่น เช่น การศึกษาการผลิตน้ำมันมะขามผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Bhusari *et al.* 2014) เนื่องจากการใช้ปริมาณสารช่วยทำแห้งเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้นและค่าความเป็นสีแดงลดลง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การสกัดน้ำมันอะโวคาโดจากผลอะโวคาโดสด เริ่มจากนำผลอะโวคาโดมาปอกเปลือก แยกเมล็ด หั่นเนื้ออะโวคาโดเป็นชิ้นเล็กๆ ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน แล้วจึงมาบีบน้ำมัน น้ำมันที่ได้มากรองอีกครั้งหนึ่ง ทำให้เกิดการสูญเสียระหว่างกระบวนการต่างๆ

การห่อหุ้มน้ำมันอะโวคาโดด้วยกัมอารบิก และเคลือบผิวกับมอลโทเดกซ์ตริน ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์น้ำมันอะโวคาโดผง เป็นการรักษาคุณภาพของน้ำมันอะโวคาโดให้คงคุณค่าทางโภชนาการ และมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

บรรณานุกรม

- กลอยใจ เจยกลิ้นเทศ. 2556. การผลิตสีผงสำหรับผสมอาหารจากวัสดุธรรมชาติด้วยวิธีการทำ
แห้งแบบฉีดพ่นฝอย. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์และคณะ. 2545. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้ง
แบบพ่นกระจายและไมโครเวฟสุญญากาศ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 25(3): 257-277
พิไลรัก อินธิปัญญา. 2557. ผลของกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณภาพของน้ำหม่อนผสม
น้ำผึ้งชนิดผง. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนাপนนท์. 2556. กัมอะราบิก. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1914/maltodextrin>.
(7 มิถุนายน 2562)
- เมดไทย. 2560. สรรพคุณและประโยชน์ของอะโวคาโด. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา:
<https://medthai.com>. (7 มิถุนายน 2562)
- วิภาวี เสาหิน อารี วังมณีรัตน์ สุภร สองสีดา และปริมดา เนตรสง่า. 2549. สภาพะการอบแห้งที่
เหมาะสมในการผลิตแคปซูลขิง. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สรวิชัย แสงสุข. 2561. รู้จักอะโวคาโดผลไม้แห่งคุณค่า. หนังสือสุขภาพ. กรุงเทพฯ.
- สโรบล สโรชวิสถิต และชัยรัตน์ ตั้งดวงดี. 2554. ผลของอุณหภูมิการอบแห้งและสารช่วยอบแห้ง
ต่อคุณภาพของน้ำสับปะรดผง โดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.
3. กรกฎาคม - กันยายน 2554.
- สุวิมล พิทักษ์วงษ์. 2557. ผลของสัดส่วนน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลาในอาหาร ต่อ
อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 และโอเมก้า-3 ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่
แดง และระบบภูมิคุ้มกันในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนัก
วิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สุเมต บุญเกิด. 2561. เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยุอุตสาหกรรมเภสัชและผลิตภัณฑ์
ธรรมชาติ. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ปทุมธานี
- เสกสรร ชัยเดช นฐา ชมเสวี อโณทัย พาสมดี. 2543. น้ำแครอทขยละลายพร้อมดื่ม. คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

อริศร์ เทียนประเสริฐ. 2555. *บริโภคไขมันอย่างไรให้สุขภาพดี*. โรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์ กรุงเทพฯ.

Athanasia M Goula & Konstantinos G Adamopoulos. 2551. Effect of Maltodextrin Addition during Spray Drying of Tomato Pulp in Dehumidified Air: II. Powder Properties. *Journal of Microencapsulation*. 26. 726-737.

Bae, E.K. and S. J. Lee. 2008. Microencapsulation of avocado oil by spray drying using whey protein and maltodextrin. *Journal of Microencapsulation*. 25. 549-560.

Haz, L., Arringa, M. D., Cambero, I., and Ordonez, J. A. 2004. Development of an n-3 fatty acid and α -tocopherol enriched dry fermented sausage. *Meat Sci*. 67(3): 485-495.

Mark L Dreher & Adrienne J Davenport. 2013. Hass Avocado Composition and Potential Health Effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 53. 738-750.

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา
Miss Kwanjit Anukulwattana
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3679900165844
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1411
5. ประวัติการศึกษา
วทม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
การพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
 - ปี 2559 ทุนอุดหนุนงานวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประเภทงานวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ เรื่อง “ผลของการแปรรูปต่อสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวดำสำเร็จรูปบรรจุถุงรีทอร์ต”
 - ปี 2558 ทุนอุดหนุนงานวิจัยงบประมาณแผ่นดิน งานวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น เรื่อง “การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงน้ำดอกไม้และปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก”

- ปี 2557 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวญี่ปุ่นจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผิว”
- ปี 2555 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ เรื่อง “ผลของการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของแป้งกล้วยเดี่ยวสำเร็จรูป”
- ปี 2554 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการ
สอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเคมีนิวเคลียร์ของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นปีที่ ๑
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์”
- ปี 2553 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏ
เพชรบูรณ์ เรื่อง “การพัฒนาผงหมักไก่เนื้อนุ่ม”
- ปี 2553 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการ
สอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เรื่อง “การฝึกฝนผู้เรียนให้เป็นนักประเมินคุณภาพอาหารทาง
ประสาทสัมผัสเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในวิชาการประเมินคุณภาพอาหารโดยประสาทสัมผัส”