



การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด Product Development of Mixed Mangosteen Milk Tablet

สุนิสา ภาษิตร์รักษ์ หนึ่งฤทัย ถนอมธีระนันท์ วรัญญา โนนม่วง กรรณิการ์ เจริญสุข
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

บทคัดย่อ

มังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.) เป็นผลไม้เขตร้อนที่อุดมด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และเส้นใยอาหาร รสหวานตามธรรมชาติ ได้จากน้ำตาลซูโครส และน้ำตาลรีดิวซ์คือฟรักโทสและกลูโคส งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์นมที่มีส่วนผสมของน้ำตาลรีดิวซ์ และมีเส้นใยสูง โดยทำการแปรผันอัตราส่วนระหว่างนมผงสำเร็จรูปต่อเนื้อมังคุดเข้มข้น (65-67 องศาบริกซ์) โดยการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) จำนวน 5 สิ่งทดลอง คือ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 และ 60:40 ตามลำดับ ทำการอบแห้งของผสมที่ได้ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าทั้ง 5 สิ่งทดลองสามารถดกอัดโดยตรงเพื่อขึ้นรูปเป็นเม็ดได้โดยเติมสารหล่อลื่นและสารช่วยยึดเกาะคือแมกนีเซียม สเตียเรท และแป้งข้าวโพดดัดแปรในปริมาณร้อยละ 0.2 และ 5.0 โดยน้ำหนักตามลำดับ และเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อมังคุดเข้มข้นเกินร้อยละ 40 ของผสมที่ได้จับตัวกันเป็นก้อนแข็งยากต่อการทำเป็นผงเพื่อขึ้นรูปเป็นเม็ด

ผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ และเคมีของนมชนิดเม็ดผสมมังคุดให้ผลดังนี้ ปริมาณความชื้น และ น้ำอิสระ (a_w) ของทั้ง 5 สิ่งทดลองไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าในช่วงร้อยละ 3.5-4.2 และ 0.4-0.5 โดยน้ำหนักตามลำดับ ค่าความสว่างและค่าสีพบว่าเมื่อผสมเนื้อมังคุดเข้มข้นในสัดส่วนที่มากขึ้นจะทำให้นมชนิดเม็ดผสมมังคุดมีค่าความสว่างลดลงและให้สีน้ำตาลเข้มขึ้น ขณะที่ปริมาณเส้นใยและเถ้าเป็นไปตามที่คาดหวังไว้ คือปริมาณเส้นใยมีค่าเพิ่มขึ้น และปริมาณเถ้ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามปริมาณเนื้อมังคุดเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยสิ่งทดลองที่ 5 (60:40) ให้ค่าเส้นใยสูงสุดและในทางกลับกันให้ค่าเถ้าต่ำสุดโดยคิดเป็น 1.5 และ 0.7 เท่าของสิ่งทดลองที่ 1 (100:0) ตามลำดับ ส่วนปริมาณวิตามินซีของทั้ง 5 สิ่งทดลองนั้นไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : นมชนิดเม็ด มังคุด



Abstract

Mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) is a tropical fruit that is rich in minerals and vitamins, it is also has sweet taste from the reducing sugar that is fructose and glucose in addition to sucrose. The objective of this study is to develop the milk tablet product which comprises of the reducing sugar and high fiber content. This study investigated the use of concentrated mangosteen (65-67 ° Brix) mix with milk powder in a milk tablet product. A complete Randomized Design (CRD) was used to optimize the levels of the concentrated mangosteen with milk powder in 5 treatments, which the treatment 1-5 are of 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 and 60:40, respectively. It has found that, all the mixers could be directly molded into the tablets, with the addition of lubricant and binder which was made of magnesium stearate and modified corn starch at 0.2 and 5 percent by weight, respectively. As mentioned that, when increase the amount of concentrated mangosteen over 40 percent by weight cause the mixture to become a rocky sheet after drying process.

The physical and chemical analysis of mixed mangosteen milk tablet in each treatment was performed. Percent moisture and water activity (a_w) of all 5 treatments were not significantly different with that those contents in the range of 3.5-4.2 and 0.4-0.5 percent by weight, respectively. However, the brightness (L) value was reduced, and the green (a) and blue (b) value were more negative which indicated that when increasing the amount of concentrated mangosteen into the milk powder caused a dark brown product. The fiber and ash content is, as expected; as the treatment 5 (60:40) provided highest value while its ash content was lowest which was equal to 1.5 times and 0.7 time that of the treatment 1 (100:0), respectively. Vitamin C content of all treatment was indifferent.

Keywords : Milk tablet, mangosteen



บทนำ

มังคุด (Mangosteen) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Garcinia mangos teen* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Guttiferae เป็นพืชเขตร้อนขึ้นลักษณะลำต้นของมังคุดมีขนาดกลางถึงใหญ่ เจริญเติบโตช้า แต่เมื่อโตเต็มที่จะมีความสูงประมาณ 10-25 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25-35 เซนติเมตร อายุ 7-10 ปี จึงจะให้ผลที่มีลักษณะกลมแป้น มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3.5-7.0 เซนติเมตร เปลือกหนาประมาณ 0.8-1.0 เซนติเมตร ผลอ่อนเปลือกจะมีสีเขียว เมื่อสุกจัดเปลือกจะมีสีม่วงดำ เมื่อปอกเปลือกภายในมีเนื้อส่วนที่รับประทานได้สีขาวนวลประมาณร้อยละ 25-30 ของทั้งผล ซึ่งส่วนนี้ประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 80 ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 19.8 มีน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 17.5 ในส่วนนี้ประกอบด้วย น้ำตาลซูโครส และน้ำตาลฟรุคโตส (กลูโคส และฟรุคโทส) ร้อยละ 13.2 และ 4.3 ตามลำดับ นอกจากนี้มังคุดยังเป็นแหล่งของ แร่ธาตุ วิตามินต่างๆ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยอาหารที่มีประโยชน์ (สมศักดิ์ วรรณศิริ, 2541; พงษ์ไพบูลย์, 2556) ซึ่งเส้นใยอาหารที่พบในผักและผลไม้จะรวมกับกรดน้ำดีในลำไส้เล็ก ทำให้การย่อยและดูดซึมไขมันเป็นไปได้ยากส่งผลให้ระดับของคอเลสเตอรอลในเลือดลดลง (Brown et al., 1999) และยังช่วยลดการดูดซึมน้ำตาล (Giacco et al., 2000)

นม (milk) และผลิตภัณฑ์จากนม (milk product) เป็นแหล่งสำคัญของแคลเซียมและโปรตีน ช่วยให้กระดูกเจริญเติบโตและแข็งแรง (Korhonen et al., 2009; Black et al., 2002) แคลเซียมในนมมีส่วนช่วยให้เด็กมีความหนาแน่นของมวลกระดูกมากขึ้น การสะสมแคลเซียมไว้เพียงพอในร่างกายสามารถช่วยลดความเสี่ยงของโรคกระดูกพรุน กระดูกเปราะ และยังช่วยในเรื่องความแข็งแรงของฟันด้วย (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ, 2551) นมผงเป็นรูปแบบหนึ่งในการถนอมรักษาน้ำนมสด ทำให้สามารถเก็บไว้ได้นาน คั้นรูปง่ายและละลายน้ำได้ดี คุณค่าทางโภชนาการของนมผงมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ไขมันร้อยละ 26 โปรตีนร้อยละ 26 แลคโตสร้อยละ 38 เกลือแร่และวิตามินร้อยละ 6 และน้ำร้อยละ 4 ตามลำดับ (วรรณาดังเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวีละ, 2531) นมผงนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ (อรพินชัยประสม, 2546) นมอัดเม็ดหรือนมชนิดเม็ดเป็นการแปรรูปอีกวิธีหนึ่งที่สะดวกต่อการรับประทานเหมาะสำหรับทุกวัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็ก ปัจจุบันได้มีการเพิ่มสารปรุงแต่งเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับนมชนิดเม็ด เช่น ผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดเสริมโปรตีน สำหรับนักเรียนในโรงเรียนชนบทภายใต้โครงการพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (Natvaratat et al., 2007) และ ผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดเสริมโอเมก้า 3 เลซิทีน และสารสกัดจากพืชผักผลไม้ เพื่อเป็นอาหารเสริม

หรือบางครั้งมีการพัฒนานมชนิดเพื่อผู้บริโภคเฉพาะกลุ่ม เช่น ผลิตภัณฑ์นมชนิดนมเนยชนิดเม็ดผสมแคลเซียมสำหรับผู้หญิงวัยหลังหมดประจำเดือน (Devine et al., 1996) เป็นต้น ทั้งนี้ไม่มีเส้นใยอาหารหรือมีในปริมาณต่ำ (Thompson et al., 2005) ดังนั้นผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุดที่พัฒนาขึ้นนี้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์นมให้มีเส้นใยอาหารสูงและให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางอาหารจากนมและผลไม้ในเวลาเดียวกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดที่มีเส้นใยอาหารสูง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

1.1 นมผงสำเร็จรูปและน้ำตาลทรายขาว

นมผงสำเร็จรูปรสจืดชนิดผสมแคลเซียม (calcium) และโฟเลต (folate) (ยี่ห้อแอนลิน) น้ำตาลทรายขาว (ยี่ห้อมิตรผล)

1.2 เนื้อมังคุดเข้มข้น

- คัดเลือกมังคุดสุกพร้อมบริโภคที่ไม่มีรอยตำหนิจากรอยกัดแทะของแมลง ล้างฟอกมังคุดทั้งผลที่มีการตัดแต่งกลีบเลี้ยงดอกออกด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และล้างด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง (Saway, 1978) ตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ที่พบบนผิวเปลือกมังคุดด้วยวิธีดัดแปลงจาก disc diffusion method (Karaman et al., 2003) เปรียบเทียบกับวิธีการล้างมังคุดด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้งและไม่มีการตัดแต่งกลีบเลี้ยงดอกออก

- แยกเอาส่วนเนื้อที่รับประทานได้ซึ่งจะต้องมีสีขาวนวล ไม่เป็นเนื้อแก้ว ไม่พบยางสีเหลืองอยู่ตรงกลางระหว่างกลีบผล และส่วนเนื้อ (puree) ที่ได้หลังจากแยกเอาเมล็ดออกแล้วนำไปเพิ่มความเข้มข้นโดยการระเหยเอาน้ำออก ควบคุมปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ระดับ 65-67 องศาบริกซ์ (Digital Hand Refractometer MASTER M / ATAGO) ตรวจวัดปริมาณวิตามินซี (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000) ค่าความสว่าง (L) และค่าสี โดยใช้ Color meter (ZE 2000 / Nippon) เปรียบเทียบค่าที่ได้ก่อนและหลังการให้ความร้อน

2. การผสมนมผงสำเร็จรูปกับเนื้อมังคุดเข้มข้น

ทำการผสมนมผงสำเร็จรูปรสจืดชนิดผสมแคลเซียม และโฟเลต เข้ากับเนื้อมังคุดเข้มข้นที่ได้จากข้อ 1 และน้ำตาลทรายขาว ร้อยละ 10 ของน้ำหนักของผสม ในเครื่องผสม (kitchen aid-รุ่น K5SS Heavy duty) โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) จำนวน 5 สิ่งทดลอง ดังนี้



สิ่งทดลองที่ 1 (100:0); นมผงสำเร็จรูปไม่ผสมเนื้อมังคุด
เข้มข้น

สิ่งทดลองที่ 2 (90:10); นมผงสำเร็จรูป 90 ส่วน: เนื้อมังคุด
เข้มข้น 10

สิ่งทดลองที่ 3 (80:20); นมผงสำเร็จรูป 80 ส่วน: เนื้อมังคุด
เข้มข้น 20

สิ่งทดลองที่ 4 (70:30); นมผงสำเร็จรูป 70 ส่วน: เนื้อมังคุด
เข้มข้น 30

สิ่งทดลองที่ 5 (60:40); นมผงสำเร็จรูป 60 ส่วน: เนื้อมังคุด
เข้มข้น 40

นำของผสมที่ได้ทั้ง 5 สิ่งทดลอง อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่
อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3. ทำการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด

นำของผสมทั้ง 5 สิ่งทดลองที่ผ่านการอบแห้งในตู้อบลมร้อน
ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเย็นแล้ว
มาบดเป็นผงละเอียด แล้วเติมสารหล่อลื่นและสารช่วยยึดเกาะคือ
แมกนีเซียม สเตียเรท และแป้งข้าวโพดตัดแปรในปริมาณร้อยละ
0.2 และ 5.0 โดยน้ำหนักตามลำดับ มาทำการตอกอัดขึ้นรูป
โดยตรงเป็นนมชนิดเม็ดด้วยเครื่องตอกเม็ดยาแบบสากลเดี่ยว
(NANA-166511) วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

3.1 น้ำหนักเฉลี่ยของนมชนิดเม็ด ตาซัง 4 ตำแหน่ง

3.2 เวลา (ชั่วโมง) ที่ใช้ละลายในสารละลาย 0.4 N HCl
(วาริ ลิมปวิกรานต์, 2556) สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสม
มังคุดมาทำการบดเป็นผง และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ
และเคมีดังนี้

3.3 ความชื้น (เครื่องอินฟราเรด Satorius รุ่น MA 45)

3.4 น้ำอิสระ (aw) โดยใช้เครื่อง AQUA LAB model
series 3 (decagon device Inc, pullman, USA)

3.5 ความสว่าง (L) และค่าสีโดยใช้ Color meter
(ZE 2000 / Nippon)

3.6 เส้นใย (AOAC, 2000)

3.7 เถ้า (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

3.8 วิตามินซี (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

ผลการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมชนิด เม็ดผสมมังคุด

ผลการศึกษาวิธีการล้างทำความสะอาดมังคุดสดทั้งผล
ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1
โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ร่วมกับการตัดแต่งกลีบเลี้ยงดอกของ
มังคุดออก เปรียบเทียบกับวิธีการล้างทำความสะอาดมังคุดสดด้วย
กับการล้างด้วยน้ำสะอาดและไม่มีการตัดแต่งกลีบเลี้ยงดอก

พบว่าวิธีการล้างทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ร่วม
กับการตัดแต่งกลีบเลี้ยงดอกช่วยกำจัดจุลินทรีย์ที่ผิวของมังคุดสด
ได้ทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 1 จึงเลือกวิธีการล้างทำความสะอาดมังคุด
สดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1
โดยน้ำหนักต่อปริมาตรร่วมกับการตัดแต่งกลีบเลี้ยงดอกของมังคุด
ออกในการทดลองขั้นตอนการเตรียมเนื้อมังคุดเข้มข้นต่อไป



ภาพที่ 1 แสดงการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ผิวมังคุดสด (ก)
ล้างมังคุดสดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์

ร่วมกับการตัดแต่งกลีบเลี้ยงดอก (ข) ล้างมังคุดสดด้วยน้ำ
สะอาดและไม่ตัดแต่งกลีบเลี้ยงดอกวัตถุดิบหลักที่ใช้สำหรับ
การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด แสดงดังภาพที่ 2 คือ
นมผงสำเร็จรูป มังคุดสุกในส่วนที่รับประทานได้ และเนื้อมังคุด
เข้มข้น เมื่อทำการวัดค่าปริมาณวิตามินซี ค่าความสว่างและ
ค่าสี แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าปริมาณวิตามินซีในนมผงสำเร็จรูป
มีปริมาณน้อยที่สุดคือ 1.3 มิลลิกรัมในส่วนที่รับประทานได้
100 กรัม ปริมาณวิตามินซีของมังคุดสดในส่วนที่รับประทานได้มี
ปริมาณสูงสุดคือ 8.8 มิลลิกรัม ในขณะที่ในเนื้อมังคุดเข้มข้น
พบปริมาณ 4.1 มิลลิกรัมคิดเป็นประมาณร้อยละ 50 ของปริมาณ
วิตามินซีที่พบในมังคุดสุกในส่วนที่รับประทานได้ ซึ่งคาดว่า
ในขั้นตอนการทำเนื้อมังคุดเข้มข้นมีการให้ความร้อนเพื่อระเหย
เอาน้ำออกนั้นมีผลทำลายวิตามินซี (Deman, 1990; Cruz et al,
2008) นอกจากนี้ความร้อนดังกล่าวยังทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล
ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนสีขาวนวลของเนื้อมังคุดสดเป็นสีแดงเหลือง
ในเนื้อมังคุดเข้มข้น และนอกจากความร้อนแล้วการเปลี่ยนสี
ดังกล่าวยังอาจเกิดได้จากกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส
ในสภาวะที่มีอากาศ (นิธิยา รัตนานนท์, 2553)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของวัตถุดิบหลักที่ใช้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังกุด (ก) นมผงสำเร็จรูป (ข) มังกุดสุกในส่วนที่รับประทานได้ (ค) เนื้อมังกุดเข้มข้น

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณวิตามินซี และค่าสีของวัตถุดิบของหลักที่ใช้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังกุด

ตัวอย่าง	วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม)	ค่าสี
นมผงสำเร็จรูป	1.3	L = 57.4 a = -9.7 b = -19.5
มังกุดสุกในส่วนที่รับประทานได้	8.8	L = 19.1 a = 4.0 b = 3.6
เนื้อมังกุดเข้มข้น	4.1	L = 26.0 a = 5.0 b = 10.4

จากผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของนมผงสำเร็จรูปต่อเนื้อมังกุดเข้มข้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังกุด โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) กำหนดสิ่งทดลองจำนวน 5 สิ่งทดลอง โดยสัดส่วนนมผงสำเร็จรูปต่อเนื้อมังกุดเข้มข้น ดังนี้ 100:0, 90:10, 80:20, 70:30 และ 60:40 ทุกสิ่งทดลองผสมน้ำตาลทรายขาวร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ซึ่งหลังจากทำการผสมนมผงสำเร็จรูปกับเนื้อมังกุดเข้มข้นในเครื่องผสม และนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส พบว่าทั้ง 5 สิ่งทดลองให้ของผสมมีลักษณะเป็นผงแสดงดังภาพที่ 3 ทั้งนี้ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเพิ่มปริมาณเนื้อมังกุดเข้มข้นในสัดส่วนที่มากขึ้น จึงได้ทำการขยายสิ่งทดลองเพิ่มขึ้นในสัดส่วนนมผงสำเร็จรูปต่อเนื้อมังกุดเข้มข้นคือ 50:50 และ 40:60 แล้วพบว่าทั้ง 2 สิ่งทดลองที่เพิ่มมานี้ให้ลักษณะของผสมที่ได้จับตัวเป็นก้อนแข็งเมื่อผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และไม่สามารถบดเป็นผงละเอียดได้ (ไม่ได้แสดงผล)



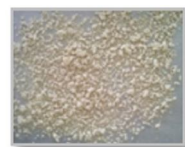
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของของผสมระหว่างนมผงสำเร็จรูปและเนื้อมังกุดเข้มข้น (ก- จ) สิ่งทดลองที่ 1- 5 ตามลำดับ

2. ผลการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังกุด

นำของผสมระหว่างนมผงสำเร็จรูปและเนื้อมังกุดเข้มข้นที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากที่ยืนยันแล้วมาบดละเอียด และผสมกับสารหล่อลื่นและสารช่วยยึดเกาะคือแมกนีเซียม สเตียเรท และแป้งข้าวโพดคั่วแปรในปริมาณร้อยละ 0.2 และ 5.0 โดยน้ำหนักตามลำดับ จากนั้นทำการตอกอัดของผสมดังกล่าวโดยตรงด้วยเครื่องตอกเม็ดยาแบบสากเดียว เพื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังกุด พบว่าทั้ง 5 สิ่งทดลองสามารถอัดขึ้นรูปเป็นเม็ดได้ แสดงดังภาพที่ 4 ทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากทั้ง 5 สิ่งทดลอง เพื่อตรวจสอบค่าน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และเวลา (ชั่วโมง) ที่ใช้ในการละลายเฉลี่ยในสารละลาย 0.4 HCl แสดงดังตารางที่ 2



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด (ก- จ) สิ่งทดลองที่ 1- 5 ตามลำดับ ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ยและเวลาในการละลายของผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด (ก- จ) สิ่งทดลองที่ 1- 5 ตามลำดับ ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ยและเวลาในการละลายของผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด

สิ่งทดลอง	น้ำหนักต่อเม็ด (กรัม)	เวลาที่ใช้ละลายใน 0.4 N HCl (ชั่วโมง)
1 (100:0)	1.1 ± 0.3^b	0.3 ± 0.0^a
2 (90:10)	1.2 ± 0.0^{ab}	0.2 ± 0.0^b
3 (80:20)	1.1 ± 0.1^{ab}	0.2 ± 0.0^b
4 (70:30)	1.2 ± 0.0^{ab}	0.2 ± 0.1^b
5 (60:40)	1.3 ± 0.3^a	0.2 ± 0.0^b

- หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
2. ตัวเลขในวงเล็บแสดงสัดส่วนของนมผงสำเร็จรูปต่อเนื้อมังคุดเข้มข้น

จากผลของน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) และเวลา (ชั่วโมง) ที่ใช้ในการละลายเฉลี่ยในสารละลาย 0.4 N HCl ของผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด (ตารางที่ 2) พบว่าสิ่งทดลองที่ 5 ให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อเม็ดที่ 1.3 ± 0.3 กรัม ซึ่งสูงกว่าสิ่งทดลองที่ 1 ที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อเม็ด 1.1 ± 0.3 กรัม อย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 2-4 ที่น้ำหนักรวมคือสิ่งทดลอง 1 ใช้เวลา 0.3 ชั่วโมงในการละลายในสารละลาย 0.4 N HCl ซึ่งนานกว่าทุกสิ่งทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจสืบเนื่องจากคุณสมบัติของการพองตัวของเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดที่มีเนื้อมังคุดเข้มข้นผสมนั้นอาจช่วยให้การแตกตัวหรือการละลายได้ดีเช่นเดียวกับผลของ Methyl cellulose ในเม็ดยา (Colombo, 1993) ดังนั้นความไม่ปลอดภัยของผู้บริโภคในกลุ่มเด็กเล็กที่อาจกลืนผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมเนื้อมังคุดเข้มข้นลงในกระเพาะอาหารโดยไม่ได้ทำการเคี้ยว จึงไม่สูงกว่าผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดที่ไม่มีส่วนผสมมังคุด

3. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุดทั้ง 5 สิ่งทดลองที่ได้จากการสุ่มหาน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) มาทำการบดเป็นผงละเอียดเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าปริมาณความชื้น และ น้ำอิสระ (a_w) ของทั้ง 5 สิ่งทดลอง

ไม่แตกต่างกัน และอยู่ในช่วงร้อยละ 3.5-4.2 และ 0.4-0.5 โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงค่าที่จุลินทรีย์เจริญได้ดี และสามารถเกิดปฏิกิริยาไลโปติกออกซิเดชันได้ (นิธิยา รัตนพานนท์, 2553) ส่วนค่าความสว่างและค่าสีของทั้ง 5 สิ่งทดลองนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยเมื่อผสมเนื้อมังคุดเข้มข้นในสัดส่วนที่มากขึ้นจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุดมีค่าความสว่างลดลงและให้สีน้ำตาลเข้มขึ้น

ปริมาณเส้นใย และปริมาณเถ้าของทั้ง 5 สิ่งทดลองนั้นมีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณเส้นใยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.8 ถึง 1.2 โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณเส้นใยของผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุดนี้เพิ่มขึ้นแปรผันตามปริมาณหรือสัดส่วนของเนื้อมังคุดเข้มข้นโดยสิ่งทดลองที่ 5 มีปริมาณเส้นใยสูงสุดคิดเป็น 1.5 เท่า ของสิ่งทดลองที่ 1 ส่วนปริมาณเถ้ามีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 4.8-7.1 โดยน้ำหนัก ซึ่งปริมาณเถ้าดังกล่าวนี้แปรผกผันกับปริมาณหรือสัดส่วนของเนื้อมังคุดเข้มข้นโดยสิ่งทดลองที่ 5 มีปริมาณเถ้าต่ำสุดคิดเป็น 0.7 ของสิ่งทดลองที่ 1

ส่วนปริมาณวิตามินซีของทั้ง 5 สิ่งทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน และอยู่ในช่วง 1.2 -1.7 มิลลิกรัมในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม



ตารางที่ 3 แสดงค่าการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์นมชนิดไม่ผสมน้ำตาล

สิ่งทดลอง	ความชื้น ^{ns} (ร้อยละ)	น้ำอิสระ ^{ns} (a _w)	ค่าสี		ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100กรัม)
			L	a			
1 (100:0)	4.2±0.5	0.4±0.0	56.5±0.9 ^a	-9.5±0.6 ^b	-19.8±0.5 ^{ab}	0.8±0.1 ^d	7.1±0.2 ^a
2 (90:10)	4.0±0.9	0.5±0.1	53.5±4.3 ^{ab}	-9.1±0.9 ^{ab}	-19.0±2.2 ^a	0.8±0.0 ^{cd}	6.3±0.1 ^b
3 (80:20)	3.5±0.5	0.5±0.0	53.5±0.3 ^{ab}	-8.4±0.6 ^{ab}	-21.8±0.8 ^c	0.9±0.0 ^{bc}	5.7±0.0 ^c
4 (70:30)	3.5±0.5	0.5±0.1	51.5±1.4 ^{bc}	-9.1±0.5 ^{ab}	-21.4±0.2 ^{bc}	1.0±0.1 ^b	5.0±0.3 ^d
5 (60:40)	3.9±0.9	0.5±0.0	47.9±1.0 ^c	-8.0±0.7 ^a	-22.5±0.1 ^c	1.2±0.0 ^a	4.8±0.1 ^e

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. ตัวเลขในวงเล็บแสดงสัดส่วนของนมผงสำเร็จรูปต่อเนื้อนมสดเข้มข้น



สรุปผลการวิจัย

การล้างทำความสะอาดผลมังคุดตัดแต่งกลีบหมวกดอกออกด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง สดช่วยกำจัดจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากผิวของมังคุดได้ ซึ่งโซเดียมไฮโปคลอไรด์นี้มีการใช้ทั่วไปในงานด้านสุขาภิบาลและการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผักและผลไม้สดทั่วไป (Saway, 1978) วิธีนี้จึงเป็นการทำความสะอาดมังคุดสดทั้งลูกที่เหมาะสมก่อนทำการคว้านเพื่อเอาเนื้อมังคุดสด เนื้อมังคุดสดแยกเอาเมล็ดออกนำไปให้ความร้อนเพื่อระเหยเอาน้ำออกและความคุมปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ระดับ 65-67 องศาบริกซ์ วิธีการให้ความร้อนดังกล่าวทำให้ปริมาณวิตามินซีของเนื้อมังคุดเข้มข้นลดลงประมาณร้อยละ 50 ของปริมาณวิตามินซีที่พบในเนื้อมังคุดสด และได้เนื้อมังคุดเข้มข้นสีแดงเหลือง และเมื่อผสมนมผงสำเร็จรูปและเนื้อมังคุดเข้มข้นเข้าด้วยกันพบว่าสัดส่วนของเนื้อมังคุดเข้มข้นที่ผสมได้สูงสุดร้อยละ 40 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สามารถดองอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องตอกเม็ดยาชนิดสากลเดี่ยวเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุดได้ ผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุดที่ได้นี้มีสีน้ำตาล การแตกตัวหรือการละลายดี มีเส้นใยสูงและเถ้าต่ำ ซึ่งจะแปรผันตามปริมาณหรือสัดส่วนของเนื้อมังคุดเข้มข้น ส่วนปริมาณวิตามินซีไม่ต่างจากนมชนิดเม็ดที่ไม่มีการผสมมังคุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด
2. ศึกษาชนิดบรรจุภัณฑ์ และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมชนิดเม็ดผสมมังคุด

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกและขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม การเกษตร สำหรับอุปกรณ์และสถานที่ทำการศึกษาค้นคว้าวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- นิธิยา รัตนานนท์. 2553. **เคมีอาหาร**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 255 หน้า.
- วรรณดา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. **นมและผลิตภัณฑ์นม**. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์. 267 หน้า. วาริ
- ลิมป์วิกรานต์. 2556. **การละลายของเม็ดยา**. ภาควิชาเภสัชอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ. 25 หน้า.
- สุธิวงศ์ พงษ์ไพบูลย์. 2556. **การแปรรูปมังคุด**. เข้าถึงได้จาก <http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/mangosteen/used/01-02.php> (25 มกราคม 2556).
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ. 2551. **ประโยชน์ของนม**. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaihealth.or.th/partner/blog/5265>. (15 มกราคม 2556).
- สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2541. **มังคุด**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. 62 หน้า.
- อรพิน ชัยประสม. 2546. **บทปฏิบัติการเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์นม**. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ. 87 หน้า.
- Black, R., Williams, S. M., Jones, I. E., Goulding, A. 2002. **Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health**. Am J Clin Nutr 76: pp. 675-80.
- Brown, L., Rosner, B., Willett, W. W., Sacks, F. M. 1999. **Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis**. Am J Clin Nutr 69: pp. 30-42.
- Colombo, P. 1993. **Swelling-Controlled release in hydrogel matrices for oral rout**. Adv Drug Deliv