วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5

คุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและการพาสเจอร์ไรส์

The Quality and Consumer Acceptance of Corn Milk Powder with Sugar Coating and Pasteurized Process

วัชรี เทพโยธิน[1*] นันทัชพร เสนาวงค์[2] และ จุฑาทิพย์ เมืองพรม[2]

[1]อาจารย์ [2]นักศึกษา สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและการพาสเจอร์ไรส์ พร้อมทั้งศึกษาคุณภาพของน้ำนมข้าวโพดโดยทำการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร พบว่า สูตรที่ 1 มีความเหมาะสมที่สุด เมื่อนำสูตรน้ำนมข้าวโพดที่เหมาะสมดังกล่าวมาทำการผลิตน้ำนมข้าวโพดแบบพาสเจอไรส์ โดยผันแปรปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 3 ระดับ คือ 9 10 และ 11 องศาบริกซ์ ตามลำดับ พบว่า น้ำนมข้าวโพดพาสเจอร์ไรส์ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 11 องศา บริกซ์ มีคุณภาพเหมาะสมที่สุด โดย คุณภาพทางกายภาพ เคมี มีค่าสี *L*, a*, b* และค่าความเป็นกรดด่าง* เท่ากับ 74.95 3.21 34.41 และ 7.16 ตามลำดับ มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย ความชื้น เถ้า กรดซิตริก กรดแลกติก และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 2.28 1.48 2.22 68.48 0.26 0.14 0.24 และ 25.18 ตามลำดับ คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบชิมระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 30 คน ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ ความข้นหนืด รสชาติ และความชอบรวม สูงกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อนำน้ำนมข้าวโพดดังกล่าวมาทำให้เป็นผงโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลโดยฉีดพ่นน้ำนมข้าวโพดสกัดลงบนผิวน้ำตาลในอัตราส่วนร้อยละ 50 (ปริมาตรต่อน้ำหนัก) ของน้ำตาล และนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้ มีค่าสี L*, a*, b* เท่ากับ 39.89, -2.10 10.38 ตามลำดับ เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้ำนมข้าวโพดพร้อมดื่มที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) กับน้ำนมข้าวโพดผงคืนรูปที่พัฒนาได้

Abstract

The objective of this research was studied the quality and consumer acceptance of corn milk with sugar coating process and pasturization by selected from three corn milk formula. The first formula was the most appropriate. Then pasteurized corn milk with 3 levels of total soluble solid; 9, 10 and 11 ° Brix, respectively. The suitable total soluble solid for pasteurized corn milk was 11 ° Brix. Physicochemical properties. The color values L *, a *, b *, pH equals 74.95 21.03 34.41 and 07.16, respectively. Protein, fat, fiber, moisture, ash, citric acid, lactic acid, and carbohydrates. Percent 2.28 1.48 2.22 68.48 0.26 0.14 0.24 and 25.18, respectively. An average sensory score of an appearance, viscosity, taste and overall liking from 30 panelists had significant ($p \leq 0.05$) higher than other treatments. The optimum corn milk powder by coating sugar with the ratio of corn milk : sugar was 50 % (by volume/weight) of sugar was dried in tray dryer at 70 °C. The color values L *, a *, b * were 39.89, -2.10 and 10.38, respectively. The sensory acceptance of corn milk from the market was significant ($p \leq 0.05$) higher score than reconstituted corn milk powder.

คำสำคัญ : น้ำนมข้าวโพด การเคลือบผิวน้ำตาล ตู้อบลมร้อนแบบถาด การยอมรับของผู้บริโภค การพาสเจอร์ไรส์
Keywords : Corn milk, Coated sugar, Tray dryer, Consumer acceptance, Pasteurized

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ thanan001@hotmail.com โทร. 0 5434 2548 ต่อ 189 , 08 1472 3916

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* L.) และนมข้าวโพดมีกลิ่นหอมและรสหวาน (อ้างอิงจาก Tri Indrarini, 2548) นมข้าวโพดเป็นเครื่องดื่มที่นิยมมากโดยเฉพาะในหมู่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพเพราะมีประโยชน์ทางโภชนาการ ซึ่งนมข้าวโพด 100 กรัม มีวิตามิน A 24 IU, วิตามิน B_1 0.020 มิลลิกรัม, วิตามิน B_2 0.030 มิลลิกรัม, วิตามิน B_6 0.020 มิลลิกรัม, วิตามินซี 3.7 มิลลิกรัม และไนอาซิน 0.520 มิลลิกรัม นอกจากนี้นมข้าวโพดยังมีไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2524., USDA, 2008) หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวานจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและความหวาน โดยความหวานจะลดลงเนื่องจากน้ำตาลเปลี่ยนเป็นแป้ง (Ryall and Lipton, 1997) เนื่องจากปฏิกิริยาทางชีวเคมี ทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาข้าวโพดหวานเพื่อรอการจำหน่ายได้นาน ดังนั้นการแปรรูปข้าวโพดหวานจึงเป็นหนึ่งในแนวทางการแก้ปัญหาและการแปรรูปที่น่าสนใจในปัจจุบันคือ การแปรรูปข้าวโพดหวานเป็นเครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพด เมื่อนำมาทำเครื่องดื่มสมุนไพรจะช่วยบำรุงหัวใจและช่วยให้เจริญอาหาร มีสารจากธรรมชาติมากมาย ได้แก่ กรดเฟรูลิก ซึ่งช่วยชะล้างสารพิษในร่างกายและเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ลดความเสี่ยงต่อโรคสมองเสื่อม

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความสะดวกในการบริโภค และอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น นมข้าวโพดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอย่างกว้างขวางในประเทศไทยและสามารถทำการผลิตโดยการใช้เทคนิค เช่น การเคลือบผิวน้ำตาล การพาสเจอร์ไรซ์ และการสเตอริไรซ์ ซึ่งเทคนิคเหล่านี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารน้อยมาก (นิธิยา, 2544) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเล็งเห็นความสำคัญของข้าวโพดหวานและทำการศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและการพาสเจอร์ไรส์

2. วิธีการศึกษา

2.1 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมน้ำนมข้าวโพดและการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด จากสูตรพื้นฐาน

1.1 ซื้อข้าวโพดทั้งฝักจากตลาดในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง นำมาปอกเปลือก ล้าง ทำการสกัดน้ำนมข้าวโพด โดยการแยกเนื้อ บดละเอียด และกรองด้วยผ้าขาวบาง จึงนำไปผลิตน้ำนมข้าวโพด 3 สูตร สำหรับการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดที่สกัดได้ โดยตรวจวัดคุณภาพต่างๆ คือ

1.1.1 หาค่าสี ระบบ L*a*b* วัดด้วยเครื่องมือ Color-meter (HunterLab รุ่น ColorQuest XE) โดยใช้โปรแกรม Universal ดัดแปลงวิธีของ Fernandez (2003) ปรับมาตรฐานสีสำหรับการวัดแบบ Reflectance จากนั้นวัดค่าสีของตัวอย่างโดย ค่า L* หมายถึง ค่าความสว่างของสีจาก 0 – 100 (สีดำ – สีขาว) ค่า a* หมายถึง ค่าสีเขียวไปจนถึงสีแดง (ค่า a* เป็นบวก) หมายถึง สีแดง ค่า a* เป็นลบ หมายถึง สีเขียว) ค่า b* หมายถึง ค่าสีน้ำเงินไปจนถึงสีเหลือง (ค่า b* เป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน ค่า b* เป็นบวก หมายถึง สีเหลือง)

1.1.2 หาค่าความเป็นกรด-ด่าง วัดด้วยเครื่องมือ pH meter (METTLER TOLEDO รุ่น MP 220) ดัดแปลงวิธีของ Tuyen and *et al.,* (2010) ปรับมาตรฐานเครื่องวัดกรด-ด่าง ด้วยบัฟเฟอที่มีกรด-ด่าง 7 และ 4 จากนั้นวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำมะม่วงปริมาตร 10 มิลลิลิตร และบันทึกค่าที่วัดได้

1.1.3 หาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ด้วย Hand refractometer (ATAGO รุ่น N-3E) ตามวิธี AOAC (2000)

1.1.4 หาปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติกและซิตริกโดยวิธีการไตรเตรท (AOAC, 2000)

1.1.5 หาปริมาณความชื้นตามวิธี AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างอาหาร 5 กรัม ใส่ในกระป๋องอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่ นำไปอบในตู้อบลมร้อน (Memmert: DIN 12880 – Kl., Germany) ที่อุณหภูมิ 105±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือกระทั่งน้ำหนักคงที่ หาน้ำหนักที่หายไป คำนวณหาร้อยละของปริมาณความชื้น (% wet basis)

1.1.6 หาปริมาณโปรตีนตามวิธี AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ในหลอดย่อย เติม Kjeltabs เพื่อเร่งปฏิกิริยา เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 12-15 มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง ทำ blank อีก 2 หลอด โดยไม่ใส่ตัวอย่างอาหาร ย่อยด้วยเครื่องย่อยโปรตีนและกำจัดไอกรด (FOSS: Digestor & Scrubber 2508, Sweden) อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที กลั่นด้วยเครื่องกลั่นโปรตีนแบบอัตโนมัติ (FOSS: Kjeltec 2200, Sweden) ให้กลั่นหลอดย่อยที่เป็น blank ก่อน ปิด safety door กลั่นลงใน titration flask ซึ่งมีกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 25 มิลลิลิตร ดักจับไอน้ำกลั่นประมาณ 4 นาทีต่อครั้ง จากนั้นนำมาไตเตรทกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริคความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร จนกระทั่งได้สารละลายสีเทาอมน้ำเงิน คำนวณหาร้อยละของโปรตีน (conversion Factor = 6.25)

1.1.7 หาปริมาณไขมันตามวิธี AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ลงใน thimble นำเข้าไปใน Extraction Unit ในเครื่องสกัดไขมัน (Soxtec 2050 Automatic System) (FOSS: SPD-M021, R: 00, Sweden) เติมปิโตเลียมอีเทอร์ประมาณ 50 มิลลิลิตรต่อตัวอย่างลงใน extraction cup ตั้งโปรแกรมควบคุมอุณหภูมิช่วง 135-210 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักหาร้อยละของปริมาณไขมันโดยคำนวณอัตราส่วนของน้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ต่อน้ำหนักตัวอย่างคูณหนึ่งร้อย

1.1.8 หาปริมาณเถ้าตามวิธี AOAC (2000) โดยชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ลงใน Porcelain crucible ที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำไปเผาบน Hot plate จนกระทั่งหมดควัน นำตัวอย่างไปเผาต่อในเตาเผาเถ้า (Muffle furnaces) (KL 04/12/M: Germany) ที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส นาน 4-6 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักเถ้า หาร้อยละของปริมาณเถ้าโดยคำนวณอัตราส่วนของของน้ำหนักเถ้าหลังเผาต่อน้ำหนักตัวอย่างคูณด้วยหนึ่งร้อย

1.2 การคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด จากสูตรพื้นฐานที่แสดงในตารางที่ 1 ทั้งหมด 3 สูตร โดยนำน้ำนมข้าวโพดที่เตรียมจากข้อ 1 มาผลิตตามปริมาณของส่วนผสมในแต่ละสูตร เกณฑ์การคัดเลือกและตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี (ตามวิธีในข้อ 1.1 ได้แก่ ค่าสี L* a* b* ปริมาณกรดซิตริก กรดแลคติก ความเป็นกรด-ด่าง และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด) และการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความข้นหนืด รสชาติ และความชอบรวม ด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด ถึงคะแนน 9 ชอบมากที่สุด) (Lawless, 1998) ดังนี้ เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกสูตร คือ ค่าสี b* (ค่า b* เป็นบวก หมายถึง สีเหลือง) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ซึ่งสัมพันธ์กับคะแนนความชอบจากการประเมินทางประสาทสัมผัส ตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป คัดเลือกให้เหลือเพียง 1 สูตร เพื่อศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้สำหรับการผลิตน้ำนมข้าวโพดแบบพาสเจอร์ไรส์

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด

ส่วนผสม	ปริมาณของส่วนผสมในแต่ละสูตร (ร้อยละ)		
	1	2	3
1 .น้ำนมข้าวโพด	43.40	42.05	41.53
2. น้ำ	43.40	47.30	45.31
3. นมผง	4.00	-	-
4. น้ำตาลทราย	8.68	10.50	9.80
5. เกลือ	0.18	0.20	0.40
รวม	100.00	100.00	100.00

ที่มา : สูตรที่ 1 (ดัดแปลงมาจากวิธีการของวัชรีและคณะ, 2552)
สูตรที่ 2 (ดัดแปลงมาจากวิธีการของสำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551)
สูตรที่ 3 (ดัดแปลงมาจากวิธีการของสุรพล, 2545)

2. การศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสำหรับการผลิตน้ำนมข้าวโพดแบบพาสเจอร์ไรส์

นำสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือก ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 9 10 และ 11 องศาบริกซ์ ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี 9 Point Hedonic Scaling Test ประเมินด้วยผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน และคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีคะแนนความชอบทางจากการประเมินทางประสาทสัมผัส ตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับการผลิตน้ำนมข้าวโพดเคลือบผิวน้ำตาล และน้ำนมข้าวโพดจากท้องตลาดต่อไป

3. การศึกษาวิธีการผลิตน้ำนมข้าวโพดโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาล

การเคลือบผิวน้ำตาลโดยนำน้ำนมข้าวโพดที่เตรียมจากข้อ 1 เคลือบผิวน้ำตาล แบ่งน้ำนมข้าวโพด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 30, 40 และ 50 ตามลำดับ (ปริมาณต่อน้ำหนักของน้ำตาล) ชั่งน้ำตาล 500 กรัม ต่อ 1 ถาด (ถาดอลูมิเนียมขนาด 40×50 เซนติเมตร) เกลี่ยน้ำตาลให้สม่ำเสมอและบางที่สุด (อรทัย, 2547) นำน้ำนมข้าวโพดที่สกัดได้ ใส่ในกระบอกฉีดที่มีขีดบอกปริมาตรที่ 150, 200 และ 250 ตามลำดับ นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลาในการอบประมาณ 30 นาที (ทนง, 2524) และฉีดซ้ำจนน้ำนมข้าวโพดสกัดหมด โดยฉีดประมาณครั้งละ 50 มิลลิลิตร แล้วอบต่อจนผลิตภัณฑ์แห้ง โดยมีความชื้นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ 3 จากนั้นนำเอาน้ำตาลทรายที่ถูกเคลือบด้วยน้ำนมข้าวโพดสกัดมาบดความเร็วระดับ 2 นาน 30 วินาที และบรรจุใส่ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ นำน้ำนมข้าวโพดที่ได้มาตรวจสอบดังนี้

หาค่าสี ระบบ L* a* b* วัดด้วยเครื่องมือ Color-meter (HunterLab รุ่น ColorQuest XE)

หาความสามารถในการคืนรูป (Rehydration) (อ้างอิงจากอรทัย, 2547) โดยชั่งตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดชนิดผง 20 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง จำนวน 20 มิลลิลิตร คนเป็นเวลา 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วอบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักตะกอนและคำนวณหาความสามารถในการคืนรูป จากน้ำหนักที่หายไปของตัวอย่างคูณร้อยและหารด้วยน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

หาความสามารถในการละลาย (Solubility) (อ้างอิงจากอรทัย, 2547) โดยชั่งตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดชนิดผง 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร กวนของผสมทั้งหมดด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็วระดับ 5 จับเวลา (นาที) ที่ใช้ในการละลายของผงจนสมบูรณ์

หาค่าการกระจายตัว (Dispersibity) (อ้างอิงจากอรทัย, 2547) โดยชั่งตัวอย่างน้ำนมข้าวโพดชนิดผง 2 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นอุณหภูมิห้อง จำนวน 100 มิลลิลิตร กวนด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็วระดับ 5 นาน 15 นาที ดูดตัวอย่างออกด้วยกระบอกฉีดยา (syringe) ขนาด 50 มิลลิลิตร นำไป centrifuge 3 นาที ที่ความเร็ว 1,730 รอบต่อนาที นำส่วนใสที่ได้หลังการ centrifuge ออกมาวัดค่าการส่องผ่านของแสง ทำการ

วัดที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer ใช้น้ำกลั่นเป็น blank หาปริมาณความชื้นตามวิธี AOAC (2000)

4. เปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดที่ได้จากการเคลือบผิวน้ำตาลกับน้ำนมข้าวโพดพาสเจอร์ไรส์ที่ได้จากการทดลองและที่ขายตามท้องตลาดอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยใช้วิธี 9 Point Hedonic Scaling Test ประเมินด้วยผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน

การวิเคราะห์ผลทางกายภาพและเคมี วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) และทดสอบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และการวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวอย่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด โดยศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดสด (แสดงดังตารางที่ 2) ด้านคุณภาพทางกายภาพพบว่าน้ำนมข้าวโพดสดมีค่าสี (L*) มีค่าสี (L*) เท่ากับ 77.57 ค่าสี(a*) เท่ากับ 6.19 ค่าสีต่ำ ค่าสี(b*) เท่ากับ 41.51 ซึ่งมีค่าสูงกว่าแสดงว่าน้ำนมข้าวโพดสดมีสีเหลือง ส่วนคุณภาพทางเคมีพบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) จากการศึกษาของวิภาพร (2550) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากที่สุดคือร้อยละ 12.83 องศาบริกซ์ ในงานวิจัยนี้วิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดได้ร้อยละ 16 องศาบริกซ์ ทั้งนี้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดแสดงถึงส่วนประกอบที่ละลายได้ เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน วิตามินที่ละลายน้ำ การสะสมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากขึ้นอยู่กับอายุการเก็บเกี่ยว พบว่าเมื่ออายุการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอาจลดลงเนื่องจากมีการสะสมองค์ประกอบจำพวกแป้งและคาร์โบไฮเดรตเพิ่มมากขึ้นจากงานวิจัยของศยามล (2550) และความเป็นกรดด่างที่วัดได้เท่ากับ 7.20 แสดงว่าน้ำนมข้าวโพดสดมีลักษณะเป็นกรดเล็กน้อย สอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดของน้ำนมข้าวโพดสดมีปริมาณกรดซิตริกเท่ากับ 0.28 และปริมาณกรดแลคติกเท่ากับ 0.21 และปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้าที่สะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของเมล็ดข้าวโพดปนออกมากับน้ำนมข้าวโพดปริมาณมากมีค่าเท่ากับร้อยละ 4.39, 4.57, 17.19 และ 2.60 ตามลำดับ ส่วนความชื้นเท่ากับร้อยละ 75.01 เนื่องมาจากในเมล็ดข้าวโพดที่ยังอ่อน (young kernel) จะมีปริมาณความชื้นอยู่สูง โดยความชื้นจะลดลงเมื่อข้าวโพดมีอายุแก่มากขึ้น (Henry, 1956)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำนมข้าวโพดสด

คุณสมบัติ	น้ำนมข้าวโพด
ทางกายภาพ	
*L**	77.57 ± 0.01
*a**	6.19 ± 0.02
*b**	41.51 ± 0.03
ทางเคมี	
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	4.39 ± 0.00
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	4.57 ± 0.00
ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)	17.19 ± 0.00
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	75.01 ± 0.00
ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	2.60 ± 0.00
ปริมาณกรดซิตริก (ร้อยละ)	0.28 ± 0.00
ปริมาณกรดแลคติก (ร้อยละ)	0.21 ± 0.00
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.20 ± 0.01
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)	16.00 ± 0.00

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ผลการศึกษาการผลิตน้ำนมข้าวโพดสูตรพื้นฐานทั้งหมด 3 สูตร แล้วตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพและเคมี เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้เป็นสูตรต้นแบบในการผลิตน้ำนมข้าวโพด โดยค่าสี (L*) มีค่าสีความสว่างของทั้ง 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3) โดยพบว่าค่าสี (L*) ของสูตรพื้นฐานที่ 1 มีค่ามากสุดคือ 76.60 แสดงให้เห็นว่าสีของน้ำนมข้าวโพดมีค่าความสว่างมากที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 สิ่งทดลองคือสูตรพื้นฐานที่ 2 และ3 มีค่าสี (L*)เท่ากับ 64.63 และ 72.98 ตามลำดับ และค่าสี (a*) ของทั้ง 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่าสี (a*) ของสูตรพื้นฐานที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.17 แสดงให้เห็นว่าสีของน้ำนมข้าวโพดมีค่าสีแตกต่างจากอีก 2 สิ่งทดลองคือสูตรพื้นฐานที่ 2 และ 3 มีค่าสี(a*) เท่ากับ 1.01 และ 2.08 ตามลำดับ เนื่องจากเวลาที่ใช้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีเพียงเล็กน้อย ส่วนค่าสี (b*) มีค่าเป็นสีเหลืองของทั้ง 3 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่าสี (b*) ของน้ำนมข้าวโพดสูตรพื้นฐานที่ 1 มีค่ามากสุดคือ 32.41 แสดงให้เห็นว่าสีของน้ำนมข้าวโพดมีสีออกเหลืองมากที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 สิ่งทดลองคือสูตรพื้นฐานที่ 2 และ 3 มีค่าสี (b*) เท่ากับ 26.34 และ 31.15 ตามลำดับ ทั้งนี้ข้าวโพดมีสีเหลืองเนื่องจากมีแคโรทีนประมาณ 1 ใน 3 และมีแซนโธฟิลล์ประมาณ 2 ใน 3 แคโรทีนอยด์ที่สำคัญได้แก่ ซีแซนทีน คริพโตแซนทีน เบต้า-แคโรทีน และลูเทอิน (นิธิยา, 2551)

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดพาสเจอร์ไรส์ด้านปริมาณกรดได้วิเคราะห์กรดในรูปกรดซิตริก กรดแลคติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของน้ำนมข้าวโพดทั้ง 3 สิ่งทดลองพบว่า แตกต่างกันน้อยมากถึงแม้เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งค่าปริมาณกรดซิตริก กรดแลกติกของน้ำนมข้าวโพดมีค่าไม่สูงมากนัก ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดด่างที่วัดได้แสดงว่าน้ำนมข้าวโพดมีลักษณะเป็นกรดเล็กน้อย ส่วนค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นสูตรพื้นฐานที่ 1 ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้เป็นสูตรต้นแบบในการผลิตน้ำนมข้าวโพด (ดังแสดงในตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำนมข้าวโพดสูตรพื้นฐาน

คุณสมบัติ	สูตร		
	1	2	3
ทางกายภาพ			
*L**	76.60 ± 0.01[a]	64.63 ± 0.01[c]	72.98 ± 0.00[b]
*a**	1.17 ± 0.03[b]	1.01 ± 0.01[c]	2.08 ± 0.00[a]
*b**	32.41 ± 0.02[a]	26.34 ± 0.00[c]	31.15 ± 0.03[b]
ทางเคมี			
ปริมาณกรดซิตริก (ร้อยละ)	0.16 ± 0.01[a]	0.16 ± 0.01[a]	0.14 ± 0.00[b]
ปริมาณกรดแลคติก (ร้อยละ)	0.09 ± 0.02[a]	0.10 ± 0.01[a]	0.07 ± 0.03[b]
ปริมาณความเป็นกรด-ด่าง	7.00 ± 0.00[a]	6.87± 0.00[b]	6.67 ± 0.02[c]
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	13 ± 0.01[c]	18 ± 0.00[a]	15 ± 0.01[b]

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$)
ตัวอักษร a, b , c ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
สูตรที่ 1 (ดัดแปลงมาจากวิธีการของวัชรีและคณะ, 2552)
สูตรที่ 2 (ดัดแปลงมาจากวิธีการของสำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551)
สูตรที่ 3 (ดัดแปลงมาจากวิธีการของสุรพล, 2545)

จากการศึกษาการผลิตน้ำนมข้าวโพดสูตรพื้นฐานทั้งหมด 3 สูตร (ดังแสดงในตารางที่ 4) โดยมีการเตรียมน้ำนมข้าวโพด (ดังภาพที่ 2) แล้วตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้เป็นสูตร

ต้นแบบในการผลิตน้ำนมข้าวโพด พบว่า สูตรพื้นฐานที่ 1 ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน ลักษณะปรากฏ สี ความข้นหนืด รสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด ได้แก่ 8.2, 7.6, 7.0, 7.6 และ 7.4 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนกลิ่นข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) ดังนั้นจึงเลือกสูตรพื้นฐานที่ 1 ศึกษาในขั้นตอนการผลิตน้ำนมข้าวโพดโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและการพาสเจอไรส์

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	สูตร		
	1	2	3
ลักษณะปรากฏ	8.2 ± 0.61[a]	7.3 ± 0.66[b]	7.0 ± 0.51[c]
สี	7.6 ± 0.84[a]	7.3 ± 0.70[b]	7.0 ± 0.67[b]
กลิ่นข้าวโพด[ns]	7.6 ± 0.78	7.6 ± 0.81	7.5 ± 0.67
ความข้นหนืด	7.0 ± 0.95[a]	6.5 ± 0.76[b]	6.5 ± 0.92[b]
รสชาติ	7.6 ± 0.61[a]	7.1 ± 0.61[b]	6.6 ± 0.56[c]
ความชอบรวม	7.4 ± 0.58[a]	6.8 ± 0.83[b]	6.6 ± 0.67[c]

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$)
ตัวอักษร a, b, c ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
สูตรที่ 1 (ดัดแปลงมาจากวิธีการของวัชรีและคณะ, 2552)
สูตรที่ 2 (ดัดแปลงมาจากวิธีการของสำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551)
สูตรที่ 3 (ดัดแปลงมาจากวิธีการของสุรพล, 2545)

ผลการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสำหรับการผลิตน้ำนมข้าวโพดพาสเจอร์ไรส์

จากการศึกษาการคัดเลือกสูตรน้ำนมข้าวโพดที่เหมาะสมที่สุดที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 2.2 ได้แก่สูตรพื้นฐานที่ 1 ทำการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 9 10 และ 11 องศาบริกซ์ แล้วตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี ความข้นหนืด รสชาติ และความชอบรวม มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนลักษณะปรากฏ และกลิ่นข้าวโพด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำนมข้าวโพด และได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี ความข้นหนืด รสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุดเท่ากับ 7.0, 7.3, 7.6 และ 7.2 ตามลำดับ จึงคัดเลือกน้ำนมข้าวโพดที่ 11 องศาบริกซ์ (สิ่งทดลองที่ 3) ศึกษาในขั้นตอนการผลิตน้ำนมข้าวโพดโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาล (ดังแสดงในตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสำหรับการผลิตน้ำนมข้าวโพดพาสเจอร์ไรส์

คุณลักษณะ	สิ่งทดลอง		
	1	2	3
ลักษณะปรากฏ[ns]	7.5 ± 0.69	7.5 ± 0.70	7.6 ± 0.67
สี	7.6 ± 0.84[a]	7.3 ± 0.70[b]	7.0 ± 0.67[b]
กลิ่นข้าวโพด[ns]	7.6 ± 0.78	7.6 ± 0.81	7.5 ± 0.67
ความข้นหนืด	6.9 ± 0.68[b]	6.5 ± 0.74[c]	7.3 ± 0.58[a]
รสชาติ	7.0 ± 0.68[b]	7.0 ± 0.55[b]	7.6 ± 0.64[a]
ความชอบรวม	7.0 ± 0.56[b]	6.9 ± 0.65[b]	7.2 ± 0.53[a]

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$)
ตัวอักษร a, b, c ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

สิ่งทดลอง 1 (น้ำนมข้าวโพดปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 9 องศาบริกซ์)
สิ่งทดลอง 2 (น้ำนมข้าวโพดปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10 องศาบริกซ์)
สิ่งทดลอง 3 (น้ำนมข้าวโพดปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 11 องศาบริกซ์)

ผลการศึกษาวิธีการผลิตน้ำนมข้าวโพด โดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลที่เหมาะสม

จากการศึกษาปริมาณน้ำนมข้าวโพดสกัดได้ นำมาเคลือบผิวน้ำตาล โดยใช้วิธีการฉีดน้ำข้าวโพดลงบนผิวน้ำตาล โดยใช้ปริมาณน้ำนมข้าวโพดสกัด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 30, 40 และ 50 โดยปริมาตรต่อน้ำหนักของน้ำตาลมีสีเหลืองและไม่จับตัวกันเป็นก้อน เมื่อน้ำมาปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 11 องศาบริกซ์ทั้ง 3 สิ่งทดลอง โดยทำการตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพพบว่า น้ำนมข้าวโพดผงค่าสี (L*) ค่อนข้างสว่างทั้ง 3 ระดับซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) (ดังแสดงตารางที่ 5) โดยพบว่าค่าสี (L*) ของน้ำนมข้าวโพดผงที่ใช้ปริมาณน้ำนมข้าวโพดสกัดในการเคลือบผิวน้ำตาลร้อยละ 50 มีค่าสูงสุดคือ 39.89 แสดงให้เห็นว่าสีของน้ำนมข้าวโพดผงมีสีเข้มข้นที่สุด เมื่อเทียบกับอีก 2 สิ่งทดลองพบว่าคุณภาพทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดเคลือบผิวน้ำตาลที่ร้อยละ 30 และ40 มีค่าสี (L*) เท่ากับ 29.69 และ 33.45 ตามลำดับ และค่าสี (a*) มีค่าเป็นสีเขียวทั้ง 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) โดยพบว่าค่าสี (a*)ของน้ำนมข้าวโพดผงที่ใช้ปริมาณน้ำข้าวโพดสกัดในการเคลือบผิวน้ำตาลร้อยละ 50 มีค่าสูงสุดคือ –2.10 แสดงให้เห็นว่าสีของน้ำนมข้าวโพดผงมีสีออกเขียวมากที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 สิ่งทดลอง คือร้อยละ 30 และ 40 มีค่าสี (a*) เท่ากับ -1.36 และ -1.73 ตามลำดับ จากผลการทดลองน้ำนมข้าวโพดผงที่ใช้ปริมาณน้ำข้าวโพดสกัดร้อยละ 50 มีสีเหลืองมากที่สุด อาจเป็นผลมาจากสิ่งทดลองมีการเคลือบน้ำตาลด้วยน้ำข้าวโพดในปริมาณมากที่สุด ส่วนค่าสี (b*) มีค่าเป็นสีเหลืองทั้ง 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$)โดยพบว่าค่าสี (L*) ของน้ำนมข้าวโพดผงที่ใช้ปริมาณน้ำข้าวโพดสกัดในการเคลือบผิวน้ำตาลร้อยละ 50 มีค่าสูงสุดคือ 10.38 แสดงให้เห็นว่าสีของน้ำนมข้าวโพดผงมีสีเข้มข้นที่สุด เมื่อเทียบกับอีก 2 สิ่งทดลองพบว่าคุณภาพทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดเคลือบผิวน้ำตาลที่ร้อยละ 30 และ 40 มีค่าสี (b*) เท่ากับ 3.27 และ 5.07 ตามลำดับ น้ำนมข้าวโพดหลังการคืนรูป

คุณภาพทางเคมีด้านปริมาณโปรตีนทั้ง 3 สิ่งทดลองพบว่าปริมาณโปรตีนน้ำนมข้าวโพดผงที่ใช้ปริมาณน้ำข้าวโพดสกัดในการเคลือบผิวน้ำตาลร้อยละ 50 มีค่าสูงสุดคือ 0.94 และปริมาณไขมันของทั้ง 3 สิ่งทดลองมีปริมาณใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) ค่าความเป็นกรดด่างเปลี่ยนแปลงทางเล็กน้อยแต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$)

คุณภาพด้านการคืนรูปของทั้ง 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) พบว่าปริมาณน้ำข้าวโพดสกัดในการเคลือบผิวน้ำตาลร้อยละ 50 มีค่าสูงสุด คือ 26.19 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเทียบกับอีก 2 สิ่งทดลอง คือ ร้อยละ 30 และ 40 มีค่าเท่ากับ 25.58 และ 21.09 ตามลำดับ ความสามารถในการละลายและการกระจายตัวของทั้ง 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) ทั้งนี้อาจเกิดจากขั้นตอนการทดลองมีไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของการบดให้เป็นผง คือ ไม่ได้กำหนดเครื่องที่ใช้บด แต่กำหนดความเร็วและเวลาในการบดเท่ากัน จึงทำให้ขนาดของอนุภาคน้ำนมข้าวโพดผงต่างกัน จึงส่งผลให้ค่าความสามารถในการคืนรูปและความสามารถในการละลาย ความสามารถในการกระจายตัวของทั้ง 3 สิ่งทดลองมีค่าที่แตกต่างกันทั้งนี้การละลายของเครื่องดื่มผง ขึ้นอยู่กับผิวสัมผัส ขนาด และความหนาแน่นของผง ถ้ามีผิวสัมผัสมากจะดูดน้ำได้ดี จะมีการจมได้เร็ว เมื่อมีการเติมน้ำลงไปทำให้เกิดการกระจายตัวในของเหลวได้ง่ายแต่หากอาหารรวมกันเป็นก้อนใหญ่ ความสามารถในการกระจายตัวอาจลดลง (อรุณี, 2530) ค่าความชื้นของทั้ง 3 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) แต่อยู่ในเกณฑ์ของปริมาณความชื้นที่จะป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ควรจะลดปริมาณความชื้นให้ต่ำลงจนถึงร้อยละ 5 (พรพล, 2545)

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ดังแสดงตารางที่ 10) ของน้ำนมข้าวโพดพร้อมดื่มจากการคืนรูปโดยการนำน้ำนมข้าวโพดผงทั้ง 3 สิ่งทดลองมาละลายน้ำปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 11 องศาบริกซ์ ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน พบว่าปริมาณน้ำข้าวโพดสกัดในการเคลือบผิวน้ำตาลร้อยละ 50โดยปริมาตรต่อน้ำหนักของน้ำตาล มีความชอบสูงที่สุดในคุณลักษณะ สี กลิ่นข้าวโพด รสชาติ และความชอบรวมมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับอีก 2 สิ่งทดลองโดยมีคะแนนเท่ากับ 8.2, 8.0, 8.0 และ 8.0 ตามลำดับ แต่ด้านลักษณะปรากฏและความหนืดไม่มีความกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ของทั้ง 3 สิ่งทดลองโดยมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ (อยู่ในช่วง 7.7-7.9) และคะแนนด้านความหนืด (อยู่ในช่วง 7.5-7.6)

ตารางที่ 6 คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำนมข้าวโพดเคลือบผิวน้ำตาล

คุณสมบัติ	ระดับการเคลือบผิวน้ำตาล (ร้อยละ)		
	30	40	50
ทางกายภาพ			
L*	29.69 ± 0.08^{c}	33.45 ± 0.04^{b}	39.89 ± 0.12^{a}
a*	-1.36 ± 0.03^{a}	-1.73 ± 0.02^{b}	-2.10 ± 0.05^{c}
b*	3.27 ± 0.11^{c}	5.07 ± 0.06^{b}	10.38 ± 0.17^{a}
ทางเคมี			
ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)	0.82± 0.06^{c}	0.85 ± 0.62^{b}	0.94 ± 0.19^{a}
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	0.18± 0.85^{c}	0.21 ± 1.13^{b}	0.26 ± 0.90^{a}
ปริมาณความเป็นกรด-ด่าง	6.93 ± 0.01^{a}	6.60 ± 0.00^{c}	6.73 ± 0.01^{b}
การคืนรูป (ร้อยละ)	25.58 ± 0.02^{b}	21.09 ± 0.01^{c}	26.19 ± 0.01^{a}
การละลาย (นาที)	12.46 ± 0.01^{c}	13.07 ± 0.02^{b}	14.50 ± 0.09^{a}
การกระจายตัว (ร้อยละ)	0.10 ± 0.01^{c}	0.11 ± 0.01^{b}	1.07 ± 0.01^{a}
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	0.24 ± 0.02^{b}	0.41 ± 0.00^{a}	0.41 ± 0.00^{a}
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	11.00 ±0.00	11.00 ±0.00	11.00 ±0.00

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$)
ตัวอักษร a, b, c ที่ต่างนอนในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำนมข้าวโพด และการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณน้ำข้าวโพดสกัดในการเคลือบผิวน้ำตาลที่ร้อยละ 50 ที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 11 องศาบริกซ์ มีสีเหลืองมากที่สุดและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับมากที่สุด ดังนั้นจึงนำน้ำนมข้าวโพดใช้เปรียบเทียบน้ำนมข้าวโพดแบบพาสเจอไรส์ที่ขายตามท้องตลาด

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดที่ได้จากการเคลือบผิวน้ำตาล น้ำนมข้าวโพดพาสเจอร์ไรส์ และน้ำนมข้าวโพดจากท้องตลาด พบว่า เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คนพบว่าที่น้ำนมข้าวโพดแบบพาสเจอไรส์ (สิ่งทดลองที่ 2) มีคะแนนความชอบสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะและมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับอีก 2 สิ่งทดลอง โดยมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นข้าวโพด ความข้นหนืด รสชาติ ความชอบรวม เท่ากับ 7.8, 7.7, 8.0, 7.4, 7.3 และ 7.7 ตามลำดับ ซึ่งอาจเนื่องน้ำนมข้าวโพดแบบพาสเจอไรส์มีรสชาติที่ดี มีกลิ่นหอม หวานมัน และมีคุณค่าทางโภชนาการจึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ปรารถนาและคณะ,2549)

ตารางที่ 7 คุณภาพทางประสาทสัมผัสการผลิตน้ำนมข้าวโพดเคลือบผิวน้ำตาล

คุณลักษณะ	ระดับการเคลือบผิวน้ำตาล (ร้อยละ)		
	30	40	50
ลักษณะปรากฏ ns	7.7 ± 0.70	7.6 ± 0.69	7.9 ± 0.59
สี	6.9 ± 0.59^{c}	7.7 ± 0.77^{b}	8.2 ± 0.67^{a}
กลิ่นข้าวโพด	7.7 ± 0.72^{b}	7.8 ± 0.73^{ab}	8.0 ± 0.53^{a}
ความข้นหนืด ns	7.5 ± 0.08	7.4 ± 0.54	7.6 ± 0.61
รสชาติ	7.1 ± 0.72^{c}	7.4 ± 0.08^{b}	8.1 ± 0.09^{a}
ความชอบรวม	7.4 ± 0.70^{b}	7.5 ± 0.53^{b}	8.0 ± 0.68^{a}

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$)
ตัวอักษร a, b, c ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสการผลิตน้ำนมข้าวโพดเคลือบผิวน้ำตาล น้ำนมข้าวโพดพาสเจอร์ไรส์และน้ำนมข้าวโพดจากท้องตลาด

คุณลักษณะ	สิ่งทดลอง		
	1	2	3
ลักษณะปรากฏ	5.7 ± 1.12^{c}	7.8 ± 0.67^{a}	7.1 ± 0.90^{b}
สี	5.3 ± 1.38^{b}	7.7 ± 0.71^{a}	7.7± 0.98^{a}
กลิ่นข้าวโพด	5.4 ± 1.67^{b}	8.0 ± 0.83^{a}	7.7 ± 0.98^{a}
ความข้นหนืด	5.2 ± 1.71^{b}	7.4 ± 0.87^{a}	7.3 ± 0.66^{a}
รสชาติ	5.5 ± 1.70^{b}	7.3 ± 1.12^{a}	7.3 ± 1.10^{a}
ความชอบรวม	5.4 ± 1.18^{b}	7.7 ± 0.08^{a}	7.4 ± 1.10^{a}

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$)
ตัวอักษร a, b, c ที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
สิ่งทดลอง 1 (น้ำนมข้าวโพดเคลือบผิวน้ำตาล)
สิ่งทดลอง 2 (น้ำนมข้าวโพดพาสเจอไรส์)
สิ่งทดลอง 3 (น้ำนมข้าวโพดจากท้องตลาด)

4. สรุป

4.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษากรรมวิธีและคุณภาพของน้ำนมข้าวโพดโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและการพาสเจอไรส์ พบว่าสูตรพื้นฐานสูตรที่ได้รับการคัดเลือกคือ สูตรที่ 1 เมื่อนำมาทำการผลิตน้ำนมข้าวโพดแบบพาสเจอไรส์ โดยปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 3 ระดับ พบว่า ที่ระดับ 11 องศาบริกซ์ ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ในการผลิตน้ำนมข้าวโพดผงโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาล พบว่า ปริมาตรน้ำนมข้าวโพดสกัดในการเคลือบผิวน้ำตาลร้อยละ 50 มีคุณภาพเหมาะสมและได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสที่ทำการประเมินสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับสิ่งทดลองอื่น และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของน้ำนมข้าวโพดผงแบบเคลือบผิวน้ำตาลคืนรูปและน้ำนมข้าวโพดพร้อมดื่มที่จำหน่ายตามท้องตลาด พบว่า น้ำนมข้าวโพดแบบพาสเจอไรส์ ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และเอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง

6. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2542. **เอกสารวิชาการเล่ม 4 ข้าวโพด.** กรุงเทพ: โรงพิมพ์ธนะประดิษฐ์การพิมพ์.

ทนง ภัครัชพันธ์. 2524. **อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2551. **เคมีอาหาร.** กรุงเทพ: โอเดียนสโตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. **หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น.** ภาควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ปรารถนา ธิติธรรม, จักรกฤษณ์ พิทักษ์ และสุนีย์รัตน์ ศรีจาเมา. 2549. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด** ปัญหาพิเศษ. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง.

พรพล รมย์นุกูล. 2545. **การถนอมอาหาร.** กรุงเทพ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าท์.

วิภาพร สร้อยสม. 2550. **ผลของการพาสเจอไรซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด.** วิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วัชรี เทพโยธิน, อรทัย บุญทะวงศ์ และชณิชา จินาการ. 2552. **เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง.

ศยามล งามละมัย. 2550. **ผลของวัตถุดิบและกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพด**.วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรพล เข้าฉ้อง. 2545. **การผลิตน้ำนมข้าวโพดหวาน.**ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม. 2551. **การผลิตน้ำนมข้าวโพด.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรทัย บุญทะวงศ์.2547. **กรรมวิธีและคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมะเกี๋ยงผงละลายโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาล.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรุณี อภิชาติสรางกูล. 2530.**วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารทั่วไป.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Tri Indrarini Wirjantoro และอภิรักษ์ เพียรมงคล. 2548**. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์,โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด: ผลิตภัณฑ์อาหารเสริม.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 19thed. The Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. 1,298 p.

Fernandez, E., Schebor, C. and Chirife, J. (2003). Glass transition temperature of regular and lactose hydrolyzed milk powders**.** ***Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie***, 36: 547-551.

Lawless, H.T. 1998. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. Chapman & Hall, Inc., New York. 819 p.

Ryall, A. L. and W. J. Lipton, 1997. **Handling, transportation and storage of fruits and vegetables, Vol. 1.** AVI Pub. Co., Westport CT. Saltveit, M.E.

Tuyen C. Kha, Minh H. Nguyen and Paul D. Roach. 2010. Effedts fo spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (Momordica cochinensis) fruit aril powder. ***Food Engineering*****,** 98: 385-392.

USDA Agricultural Research Service. 2008. **Mango, raw**. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21.