



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษากระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์และคณะ

19 กุมภาพันธ์ 2552

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษากระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|--|-------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์ | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 2. ดร. ปวีณา น้อยทัพ | มหาวิทยาลัยนเรศวร |

ชุดโครงการ การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

งานวิจัยเรื่อง การศึกษากระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว (Study of the production process of powdered non-dairy creamer from rice bran oil) นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 2) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว และ 3) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยสามารถแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมตัวอย่างน้ำมันรำข้าวสำหรับผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 2) การพัฒนาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยพัฒนามาจากสูตรการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์ม 2 ยี่ห้อ และน้ำมันถั่วเหลือง 1 ยี่ห้อ โดยใช้อุณหภูมิผสมเข้าและความเร็วรอบของปั๊มที่ระดับเดียวกัน เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุด 1 สูตร จากการทดสอบคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทางเคมี ทางกายภาพ รูปร่างและขนาดของเม็ดครีมเทียมผงและการยอมรับของผู้บริโภค 3) การพัฒนากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer) ยี่ห้อ L-8 โดยการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิผสมเข้า 3 ระดับ คือ 140 160 และ 180 องศาเซลเซียส และระดับความเร็วรอบของปั๊ม 3 ระดับ คือ 5 10 และ 15 รอบ/นาที เพื่อคัดเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด 1 กระบวนการ จากการทดสอบคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทางเคมี ทางกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 4) การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อจัดทำฉลากโภชนาการ ยืนยันสูตรและสภาวะที่เหมาะสมโดยเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro และวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิต และ 5) นำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยทั้งหมดมาวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า

การเตรียมน้ำมันรำข้าวที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันรำข้าวดิบที่ได้หลังการบีบน้ำมันยังมีสารที่ไม่พึงประสงค์หลายชนิดที่ส่งผลต่อคุณสมบัติในทางลบของน้ำมันรำข้าวและครีมเทียมผง ดังนั้นจึงต้องมีขั้นตอนในการเตรียมเพื่อกำจัดสารที่ไม่พึงประสงค์ออกก่อน โดยเริ่มต้นจากการนำรำข้าวละเอียดไปบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบน้ำมันรำข้าวแบบบีบเย็นหรือแบบสกรู (cold press or screw press) และกรองผ่านกระดาษ Whatman เบอร์ 91 จากนั้นนำมากรองผ่านชุดกรองละเอียด ซึ่งมีความละเอียดขนาด 1 ไมครอนโดยใช้ระบบสุญญากาศ และผ่านกระบวนการเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็ก นาน 4 ชั่วโมงเพื่อช่วยในการจัดเรียงโมเลกุลของไขมันและเพิ่มความคงตัวของไขมัน จากนั้นนำน้ำมันรำข้าวไปผ่านการกำจัดกัม (degumming) โดยนำน้ำมันรำข้าวปริมาณ 500 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นปริมาณ 25 กรัม นำไปปั่นด้วยเครื่อง Stirrer ที่ 500 rpm นาน 20 นาที นำไปต้มให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำน้ำมันรำข้าวไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง (centrifuge) ที่ 10,000 rpm นาน 1 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เก็บเฉพาะน้ำมันรำข้าวโดยบรรจุลงในขวดพลาสติกและปิดฝาให้สนิทเพื่อรอการนำมาผลิตครีมเทียมผง

ขั้นตอนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีดังนี้ 1) นำกลูโคสไปชงกับน้ำ (900 กรัม) จนละลายหมด 2) นำนมผงพร่องมันเนยผสมกับน้ำ (100 กรัม) จนเป็นเนื้อเดียวกัน 3) เติมกลูโคสไปชงที่ละลายแล้ว (ข้อ 1) น้ำมันรำข้าว และโซเดียมเคซิเนต ในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 30 นาที 4) เติมเลซิตินลงไปเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที 5) เติมมอลโทเดกซ์ทริน ลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที 6) เติมนมผงพร่องมันเนยที่ผสมน้ำแล้ว (ข้อ 2) ลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที 7) นำของผสมออกจากเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และเทใส่ในเหยือกสเตนเลสสำหรับการป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 8) ตั้งค่าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ดังนี้ อุณหภูมิลมเข้า 160 องศาเซลเซียส และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที 9) ทำการอบแห้งจนกระทั่งของผสมในเหยือกหมด ก็จะได้เป็นครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว และ 10) นำครีมเทียมผงมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh ก็จะได้ครีมเทียมผงที่มีลักษณะผงละเอียดสีขาวครีม มีปริมาณความชื้นไม่เกิน 5% และมีปริมาณไขมันไม่ต่ำกว่า 30%

จากการพัฒนาสูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว พบว่า ครีมเทียมผงสูตร A ซึ่งประกอบด้วย 1) กลูโคสไปชง 560 กรัม 2) น้ำมันรำข้าว 360 กรัม 3) นมผงพร่องมันเนย 125 กรัม 4) เลซิติน 109.75 กรัม 5) มอลโทเดกซ์ทริน 25 กรัม 6) โซเดียมเคซิเนต 25 กรัม และ 7) น้ำ 1,000 กรัม เป็นสูตรที่มีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสดีที่สุด

เมื่อนำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร มาศึกษาขนาดและรูปร่างของเม็ดครีมเทียมผงโดยใช้เครื่อง SEM พบว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีอนุภาคที่มีขนาดเล็กและกระจายตัวดี ส่วนสูตร B มีขนาดของอนุภาคขนาดใหญ่ปะปนอยู่กับอนุภาคขนาดเล็ก และสูตร C มีอนุภาคที่ไม่แตกตัวดีเท่าที่ควร โดยรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่และมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ซึ่งขนาด รูปร่างและการกระจายตัวของเม็ดครีมเทียมผงนี้มีผลต่อคุณสมบัติด้านความสามารถในการละลายและการกระจายตัว

จากการศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว พบว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิลมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเนื่องจากครีมเทียมผงที่ได้มีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสดีกว่าที่สภาวะอื่นๆ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกมีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ความชื้น 2.79%, ไขมัน 32.10%, โปรตีน 2.99%, คาร์โบไฮเดรต 60.56%, น้ำตาลทั้งหมด 9.5%, เกลือ 0.64%, โยอาหาร 0.92% และโซเดียม 2.34 มิลลิกรัม และมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า ซึ่งสามารถนำมาทดแทนกันได้ โดยมีต้นทุนการผลิตประมาณ 4 บาท 34 สตางค์ ต่อซองบรรจุขนาด 3 กรัม ซึ่งแพงกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “การศึกษากระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว” สำเร็จลุล่วงด้วยดี
คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยในความสำเร็จดังกล่าวดังนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต อินวงศ์ และทีมงาน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยปรับปรุงแก้ไข
โดยเฉพาะในส่วนของการเสนอโครงการ ตลอดจนความช่วยเหลือด้านอื่นๆ จนงานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์
ที่ตั้งไว้

คุณบุญต่อ มัตยะสุวรรณ จากโรงสีไฟสิงห์วัฒน์ จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย
ตลอดจนคำแนะนำที่มีประโยชน์ต่องานวิจัย

นางสาวชัชฎาภรณ์ โน้มยงค์ นิติระดับปริญญาโท ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยทำการทดลองต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์ ที่ให้คำแนะนำทางเทคนิคที่มีประโยชน์ต่อการบีบน้ำมันรำข้าวและการ
ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันรำให้ดีพอสำหรับการทำครีมเทียมผง

รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพวัน ตันสกุลและเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ทำงานวิจัยที่
ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

รองศาสตราจารย์ ดร. สุคนธ์ชื่น ศรีงาม รองศาสตราจารย์ สมบัติ ขอทวีวัฒนา และ
รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพวัน ตันสกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยปรับปรุงแก้ไขให้โครงการวิจัย
สามารถดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่เสนอไว้

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย
นเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ที่ได้อำนวยความสะดวกสำหรับทำการวิจัยและเจ้าหน้าที่ในการช่วยเหลือด้านเทคนิค
และการวิเคราะห์

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยเรื่อง “การศึกษากระบวนการผลิต
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว”

เหรียญทอง สิ่งห้ามนุสงฆ์

19 กุมภาพันธ์ 2552

ชื่อโครงการ การศึกษากระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
สัญญาโครงการเลขที่ RDG5050114
ชื่อนักวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์
 ดร. ปวีณา น้อยทัพ
 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและ
 สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
Email address pwansri@yahoo.com
ระยะเวลาโครงการ 1 กันยายน 2550 – 30 กันยายน 2551

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยเริ่มต้นจากการบิบน้ำมันจากรำข้าวและเตรียมตัวอย่างน้ำมันรำข้าวให้เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผง จากนั้นพัฒนาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวโดยพัฒนามาจากสูตรการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์ม 2 ยี่ห้อ และน้ำมันถั่วเหลือง 1 ยี่ห้อ โดยใช้อุณหภูมิผสมเข้าและความเร็วรอบของบีมที่ระดับเดียวกัน เพื่อคัดเลือกสูตรเหมาะสมที่สุด 1 สูตร จากการทดสอบคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทางเคมี ทางกายภาพ รูปร่างและขนาดของเม็ดครีมเทียมผงและการยอมรับของผู้บริโภค เมื่อได้สูตรการผลิตแล้ว พัฒนากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 โดยการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิผสมเข้า 3 ระดับ คือ 140 160 และ 180 องศาเซลเซียส และระดับความเร็วรอบของบีม 3 ระดับ คือ 5 10 และ 15 รอบ/นาที เพื่อคัดเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด 1 กระบวนการ จากการทดสอบคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทางเคมี ทางกายภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว เมื่อได้ทั้งสูตรและสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวแล้ว ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อจัดทำฉลากโภชนาการ ยืนยันสูตรและสภาวะที่เหมาะสมโดยเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro และวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิต

จากการพัฒนาสูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร พบว่าครีมเทียมผงสูตร A ซึ่งประกอบด้วย 1) กลูโคสไซรัป 560 กรัม 2) น้ำมันรำข้าว 360 กรัม 3) นมผงพร่องมันเนย 125 กรัม 4) เลซิติน 109.75 กรัม 5) มอลโทเด็กซ์ทริน 25 กรัม 6) โซเดียมเคซิเนต 25 กรัม และ 7) น้ำ 1,000 กรัม เป็นสูตรที่มีคุณสมบัติทางเคมี (ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ค่า TBA และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด) ทางกายภาพ (ค่าสี L^* , a^* และ b^* ความสามารถในการละลายและความสามารถในการกระจายตัว) และทางประสาทสัมผัส (สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง ความสามารถในการละลายของผง สีของกาแฟ รสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวม) ดีที่สุด เมื่อนำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร มาศึกษาขนาดและรูปร่างของเม็ดครีมเทียมผงโดยใช้เครื่อง Scanning Electron

Microscope พบว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีอนุภาคที่มีขนาดเล็กและกระจายตัวดี ส่วนสูตร B มีอนุภาคขนาดใหญ่ปะปนอยู่กับอนุภาคขนาดเล็ก และสูตร C มีอนุภาคที่ไม่แตกตัวดีเท่าที่ควร โดยรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่และมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน จากการศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิผสมเข้าและความเร็วรอบของปั๊ม 9 สภาวะ แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ทางเคมีและกายภาพ พบว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเนื่องจากครีมเทียมผงที่ได้มีคุณสมบัติดีกว่าที่สภาวะอื่นๆ ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า ซึ่งสามารถนำมาทดแทนกันได้ โดยมีต้นทุนการผลิตประมาณ 4 บาท 34 สตางค์ต่อซองบรรจุขนาด 3 กรัม

Project Title: Study of the production process of powdered non-dairy creamer from rice bran oil

Project Code: RDG5050114

Researchers: Assistant Professor Dr. Riantong Singanusong and Dr. Paweena Noitup

Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok

E-mail address: pwansri@yahoo.com

Duration: 1 September 2007 – 30 September 2008

The objectives of this research were to study appropriate formula and process conditions, chemical and physical properties, and consumer acceptance for powdered non-dairy creamer from rice bran oil. The oil was properly pressed from rice bran and well prepared for the process. The powdered non-dairy creamer from rice bran oil was developed from the available commercial powdered non-dairy creamer formula with 2 brands of palm kernel oil and 1 brand of soybean oil using the same inlet temperature and pump velocity in order to select the most appropriate formula by examining its chemical, physical, granules and consumer acceptance. After obtaining the appropriate formula, the suitable process condition for powdered non-dairy creamer using the spray dryer model L-8 was studied by varying 3 inlet temperatures; 140 160 and 180^oC and 3 pump velocities; 5 10 and 15 round/min in order to select the most suitable process condition by examining its chemical, physical and consumer acceptance. After obtaining the appropriate formula and process condition, chemical composition was analyzed in order to prepare the nutritional information, then the appropriate formula and process condition was confirmed by comparing to the powdered non-dairy creamer that processed by using the spray dryer model Niro and finally the production cost was calculated.

The powdered non-dairy creamer from rice bran oil formula A which consisted of 1) glucose syrup 560 g 2) rice bran oil 360 g 3) skim milk powder 125 g 4) lechitin 109.75 g 5) maltodextrin 25 g 6) sodium caseinate 25 g and 7) water 1,000 g was considered the most appropriate formula as its had the best chemical (moisture, lipid, TBA and total soluble solid), physical (colour, solubility and dispersability) and sensory properties (powder colour, fine powder, powder odour, powder solubility, coffee colour, coffee flavour, coffee texture and overall quality). The granules of 3 formula of the powdered non-dairy creamer from rice bran oil were scanned under the Scanning Electron Microscope. It was found that the granules of the powdered non-dairy creamer from rice bran oil formula A were small and well dispersed while formula B had big and round granules dispersely between smaller granules. The formula C had granules that poorly dispersed and clustered into a big lump with varied in shape and size. The suitable process condition was studied by varying the inlet temperature and pump velocity of the spray dryer and

then its chemical, physical and sensory properties were examined. It was revealed that the powdered non-dairy creamer from rice bran oil using condition 2 which consisted of inlet temperature 160°C and pump velocity 5 round/min was the most suitable condition for the production of powdered non-dairy creamer from rice bran oil. This was mainly due to the obtained powdered non-dairy creamer had better properties than that of the other conditions. The selected powdered non-dairy creamer from rice bran oil had similar properties to that of the commercial powdered non-dairy creamer from palm kernel oil which can be replaced one another. The production cost was about 4.34 Baht per pack of 3 g.

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	iii
กิตติกรรมประกาศ	v
บทคัดย่อ	vi
สารบัญ	x
สารบัญตาราง	xiii
สารบัญภาพ	xv
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.2 สมมติฐานการศึกษา	3
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	3
1.4 การนำผลงานไปใช้	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 รำข้าวและน้ำมันรำข้าว	4
2.2 น้ำมันปาล์ม	7
2.3 น้ำมันที่ใช้ในการปรุงอาหาร	7
2.4 ครีมเทียม	9
2.5 เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยที่ใช้สำหรับการผลิตครีมเทียมผง	10
2.6 ส่วนผสมบางชนิดที่ใช้สำหรับการผลิตครีมเทียมผง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	28
3.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำมันรำข้าว	28
3.2 การพัฒนาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	28
3.3 การพัฒนากระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	29
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย	30

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	30
4.1 การคัดเลือกสูตรครีมเทียมผงสูตรพื้นฐานหรือสูตรมาตรฐาน	30
4.2 การแก้ปัญหาหาคไขมันเล็กๆ ที่พบบนผิวหน้า น้ำกาแฟ ความขมและฝาดของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบ	37
4.3 การพัฒนาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	42
4.3.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	43
4.3.2 การศึกษาคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	51
4.3.2.1 คุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	51
4.3.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	53
4.3.3 การศึกษาขนาดและรูปร่างของเม็ดไขมันของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	55
3 สูตร	
4.4 การพัฒนากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	60
4.4.1 การศึกษาคุณลักษณะครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวโดยผู้บริโภค	60
4.4.2 การศึกษาคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	73
4.4.2.1 คุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	73
4.4.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	76
4.4.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐาน	82
4.4.3.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและกระบวนการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก	82
4.4.3.2 การจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐานของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและกระบวนการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก	82
4.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	83

	หน้า
4.5.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	84
4.6 การศึกษาคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	90
4.6.1 คุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	90
4.6.2 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	91
4.6.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	92
4.7 การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	92
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	94
เอกสารอ้างอิง	96
กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์	99
ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ	117
ภาคผนวก	118

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว	4
2	อัตราส่วนของกรดไขมันทั้ง 3 ชนิด ในน้ำมันรำข้าวและน้ำมันปาล์ม	8
3	ตัวแปรที่ทำการศึกษา	29
4	สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	30
5	ลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร	31
6	สูตรพื้นฐาน A ที่มีการปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำ	32
7	สูตรพื้นฐาน A ที่มีการปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำ	32
8	สูตรมาตรฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	33
9	การเปรียบเทียบคุณสมบัติของครีมเทียมผงที่ได้จากการใช้น้ำมันรำข้าวดิบ น้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้าและครีมเทียมผงสูตร A	35
10	ปริมาณความชื้นและไขมันของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบที่เพิ่มปริมาณนม ผงขาดมันเนย	37
11	คุณลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผ่านกรรมวิธี Degumming ทั้ง 2 แบบ	39
12	ความสามารถในการละลายของครีมเทียมผงชนิดต่างๆ	41
13	สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	42
14	องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร	52
15	การวิเคราะห์ทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร	54
16	ค่าสีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	76
17	ส่วนผสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเปรียบเทียบกับครีมเทียม ผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า	79
18	องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ได้รับการคัดเลือก	82
19	ข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐานของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	83
20	องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้ง แบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	91

ตารางที่		หน้า
21	การวิเคราะห์ทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่อง อบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	92
22	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตจากเครื่อง อบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	93
23	ต้นทุนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	93
24	กิจกรรมที่วางแผนไว้ตลอดโครงการ	117
25	ผลการดำเนินงานตลอดโครงการ	117

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สัดส่วนของกรดไขมันที่พบในน้ำมันพืชบางชนิดเปรียบเทียบกับปริมาณที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ	6
2	ส่วนต่างๆ ของเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย	11
3	หัวฉีดแบบแรงดัน	12
4	หัวฉีดแบบหมุน	13
5	หัวฉีดแบบทูลูอิด	13
6	การจำแนกประเภทของหอบแห้งแบบพ่นฝอย	14
7	เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	31
8	เครื่องบีบน้ำมันรำข้าว	34
9	ลักษณะปรากฏของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบ (ซ้าย) และน้ำมันรำข้าวยี่ห้อคิง (ขวา)	36
10	ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบ (ซ้าย) น้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า (กลาง) และครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ขวา)	36
11	ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบที่ผ่านการกรองในห้องเย็นที่ 0°C (ซ้าย) และจากน้ำมันรำข้าวดิบ (ขวา)	38
12	ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบที่ผ่านการ degumming แบบชุด และเพิ่มปริมาณนมพร่องมันเนย 50 กรัม (หน้าซ้าย) 75 กรัม (หน้าขวา) และครีมเทียมผงยี่ห้อ Aro (หลัง)	40
13	ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบที่ผ่านการ degumming แบบต่อเนื่อง และเพิ่มปริมาณนมพร่องมันเนย 50 กรัม (หน้าซ้าย) 75 กรัม (หน้าขวา) และครีมเทียมผงยี่ห้อ Aro (หลัง)	40
14	การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	44
15	การยอมรับของผู้บริโภคด้านความละเอียดของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	45
16	การยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	46

ภาพที่		หน้า
17	การยอมรับของผู้บริโภคด้านการละลายของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	47
18	การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	48
19	การยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	49
20	การยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	49
21	การยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	50
22	การเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร	51
23	ขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลวสูตร A เมื่อส่องด้วยเครื่อง Light Microscope	55
24	ขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลวสูตร B เมื่อส่องด้วยเครื่อง Light Microscope	56
25	ขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลวสูตร C เมื่อส่องด้วยเครื่อง Light Microscope	56
26	ขนาดและรูปร่างของเม็ดไขมันของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A เมื่อส่องด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope	58
27	ขนาดและรูปร่างของเม็ดไขมันของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B เมื่อส่องด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope	59
28	ขนาดและรูปร่างของเม็ดไขมันของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร C เมื่อส่องด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope	59
29	คะแนนด้านสีของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	61
30	คะแนนด้านความละเอียดของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	62
31	คะแนนด้านการละลายของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	63

ภาพที่		หน้า
32	คะแนนด้านสีของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	64
33	คะแนนด้านกลิ่นของน้ำมันรำข้าวในผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	65
34	คะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	66
35	คะแนนด้านรสหวานของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	67
36	คะแนนด้านรสขมของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	68
37	คะแนนด้านรสชาติอื่นๆของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	69
38	คะแนนด้านความกลมกล่อมของกาแฟที่ใช้ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	70
39	คะแนนด้านความนุ่มเนียนของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	71
40	คะแนนด้านคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	72
41	คะแนนคุณลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	72
42	ปริมาณความชื้นของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	73
43	ปริมาณไขมันของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	74
44	ค่า TBA ของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	75
45	ความสามารถในการละลายของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	77
46	ความสามารถในการกระจายตัวของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ	78
47	ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ช่าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว สูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก	80

ภาพที่		หน้า
48	ลักษณะปรากฏของครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกเมื่อละลายในน้ำร้อน	80
49	ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก	81
50	ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก	81
51	การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	84
52	การยอมรับของผู้บริโภคด้านความละเอียดของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	85
53	การยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	85
54	การยอมรับของผู้บริโภคด้านการละลายของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	86
55	การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	87
56	การยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	87
57	การยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	88
58	การยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	89
59	การเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ	90
60	กล่าวรายงานโดยหัวหน้าโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์	110

ภาพที่		หน้า
61	กล่าวเปิดงานโดยหัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร รองศาสตราจารย์ ดร. ชีรพร กองบังเกิด	110
62	การบรรยายโดยวิทยากรรับเชิญ คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์	110
63	ผู้เข้าร่วมการอบรมภาคบรรยาย	111
64	การบรรยายโดยวิทยากร ดร. ปวีณา น้อยทัพ	111
65	การบรรยายโดยวิทยากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จำนุสงค์	111
66	การบรรยายเกี่ยวกับการบีบน้ำมันรำข้าว	112
67	การสาธิตเกี่ยวกับการบีบน้ำมันรำข้าว	112
68	ภาพกลุ่มของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมและวิทยากร	112
69	การรวมกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการบีบน้ำมันรำข้าว	113
70	การบรรยายเกี่ยวกับส่วนประกอบและขั้นตอนการผลิตครีมเทียมผงจาก น้ำมันรำข้าว	113
71	การบรรยายเกี่ยวกับการโฮโมจีไนซ์ส่วนผสมและการตรวจสอบปริมาณ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	113
72	การเตรียมตัวอย่างสำหรับป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	114
73	การบรรยายเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	114
74	ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมและวิทยากรรับประทานอาหารกลางวันร่วมกัน	114
75	แผนที่แสดงนิทรรศการของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร	115
76	รำข้าว น้ำมันรำข้าว และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	115
77	รำข้าว น้ำมันรำข้าว และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	116
78	รำข้าว น้ำมันรำข้าว และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	116

บทที่ 1 บทนำ

ในการสีข้าวจะได้รำข้าวเป็นผลพลอยได้ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 8% ของข้าวเปลือก รำข้าวส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าต่ำ ดังนั้นจึงมีการนำรำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น น้ำมันรำข้าว โปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว และใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารเข้าธัญชาติ เป็นต้น ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าว นอกจากนี้ ยังมีการสกัดสารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูงออกจากส่วนต่างๆ ในรำข้าวและน้ำมันรำข้าว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงกว่าเดิมหลายเท่า ได้แก่ เลซิธิน วิตามินอี แกมมา-ออริซานอล อินซิทอล และไฟทิน เป็นต้น (อรอนงค์, 2547) รำข้าวมีองค์ประกอบทางเคมีที่แสดงให้เห็นว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งสำคัญของวิตามินบีและวิตามินอี มีโปรตีนซึ่งส่วนใหญ่เป็นไลซีนในปริมาณสูงกว่าธัญพืชชนิดอื่นๆ มี hypoallergenic protein ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับสูตรอาหารเด็กทารก (Wang *et al.*, 1999) และมีปริมาณไขมันประมาณ 16-32% โดยที่ไขมันของรำข้าวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด 15-20% และกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด 80-85% ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะชนิดโมโนสามารถป้องกันโรคหัวใจและโรคเมเร็งบางชนิดได้

น้ำมันรำข้าวเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น คือ กรดไลโนเลอิก (linoleic acid; C18:2) 32-38% และกรดไลโนเลนิก (linolenic acid; C18:3) 1-2% ซึ่งอุดมไปด้วยวิตามินเอ ดี อี และเค โดยเฉพาะวิตามินอีรวมมีมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid: MUFA) สูงกว่า 40% ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสามารถลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีหรือ LDL-C (Low Density Lipoprotein Cholesterol) และเพิ่มคอเลสเตอรอลที่ดีหรือ HDL-C (High Density Lipoprotein Cholesterol) และด้วยปริมาณกรดไขมันที่สมดุลนี้เอง องค์การอนามัยโลก สมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติจึงแนะนำว่าเป็นน้ำมันที่เหมาะสมต่อการบริโภค นอกจากกรดไขมันแล้วยังมีวิตามิน และสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกายอีกหลายชนิดทั้งวิตามินอี ออริซานอล โทโคไตรอีนอล ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการอุดตันในผนังหลอดเลือดแดง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่ม หรือคงระดับคอเลสเตอรอลที่ดีที่ช่วยพาคอเลสเตอรอลในเซลล์และกระแสเลือดไปเผาผลาญได้อีกด้วย โดยวิตามินอีกลุ่มโทโคไตรอีนอล ซึ่งพบมากในน้ำมันรำข้าว นอกจากจะมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแล้วยังช่วยขัดขวางการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย และลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular diseases) โดยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการอุดตันในผนังหลอดเลือดแดงและลดการทำงานของเอนไซม์ HMG CoA (3-hydroxyl-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย (Mevalonate Pathway) โดยทั่วไปน้ำมันรำข้าวมีวิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอล 19-40% และกลุ่มโทโคไตรอีนอล 51-81% ส่วนออริซานอลเป็นสารธรรมชาติที่พบในน้ำมันรำข้าวเท่านั้น ไม่พบในน้ำมันพืชชนิดอื่น สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ และไฟโตสเตอรอล พบในน้ำมันรำข้าวมากกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ในน้ำมัน

รำข้าวมีไฟโตสเตอรอลมากกว่า 17,000 ppm ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นในการช่วยลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอล (น้ำมันบริโภคไทย, 2549)

ครีมเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีได้ทำจากนมและมีไขมันอื่นนอกจากมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ หรือครีมที่มีมันเนยผสมอยู่น้อยกว่า 30% ของไขมันทั้งหมด (กระทรวงสาธารณสุข, 2543) ครีมเทียมส่วนใหญ่ทำมาจากน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม มีจำหน่ายในรูปแบบผง ของเหลว และแช่เยือกแข็ง (Herbst, 1995) และมีบทบาทหลักคือทำให้สีของกาแฟและชาอ่อนลงและทำให้รสชาติกลมกล่อมขึ้น ครีมเทียมที่ทำจากน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูง (90% และ 50% ตามลำดับ) ในขณะที่น้ำมันรำข้าวมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวต่ำ (15-20%) ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวนี้ถ้าบริโภคในปริมาณมากก็จะเป็นสาเหตุของโรคหัวใจและโรคเมตาบอลิซึม นอกจากนี้ น้ำมันปาล์มยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศมูลค่าหลายล้านบาทต่อปี เช่น ปี 2547 และ 2548 มีการนำเข้า 1,379 และ 2,607 ตัน คิดเป็นมูลค่า 26 และ 47 ล้านบาทตามลำดับ (กรมศุลกากร, 2549) ในขณะที่รำข้าวสามารถผลิตเองในประเทศไทยประมาณปีละ 2 ล้านตัน ซึ่ง 70% หรือ 1.4 ล้านตัน ของรำข้าว นำไปทำอาหารสัตว์และอีก 15% หรือ 3 แสนตันนำมาสกัดน้ำมันรำข้าว ซึ่งจะได้น้ำมัน 45,000 ตัน/ปี แต่ถ้านำรำข้าวทั้งหมดมาสกัดเป็นน้ำมันก็จะได้น้ำมันรำข้าว 300,000 ตัน/ปี (คมสัน, 2549) ซึ่งมากกว่าปริมาณน้ำมันปาล์มที่นำเข้าประเทศ น้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายในท้องตลาดราคา 30-40 บาท/กิโลกรัม (น้ำมันบริโภคไทย, 2549) ในขณะที่น้ำมันปาล์มดิบราคา 17-25 บาท/กิโลกรัม ซึ่งต้องนำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ก่อนนำมาบริโภค โดยมีราคาจำหน่ายในท้องตลาด 25-30 บาท/กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2549) ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำมันรำข้าว ส่วนการรำข้าวที่เหลือจากการสกัดน้ำมันก็สามารถนำไปทำอาหารสัตว์ได้เหมือนเดิมโดยที่ราคายังเท่าเดิม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำมันรำข้าวสามารถใช้ทดแทนน้ำมันปาล์มได้เป็นอย่างดี ทั้งปริมาณก็มีมากพอสำหรับอุตสาหกรรม และยังมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าน้ำมันปาล์ม

งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาครีมเทียมชนิดผงที่ผลิตมาจากน้ำมันรำข้าว เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากรำข้าว เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าว และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค เครื่องดื่มประเภทกาแฟและชาที่ใส่ใจสุขภาพโดยสามารถเลือกใช้ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่มีกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณที่ต่ำกว่าและมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

1.2 สมมติฐานการศึกษา

น้ำมันรำข้าวสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตครีมเทียมผงแทนน้ำมันปาล์มซึ่งมีการใช้อยู่ในปัจจุบันทางการค้า โดยครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ได้มีสมบัติทางเคมีและกายภาพ และการยอมรับจากผู้บริโภค คล้ายคลึงกับครีมเทียมผงที่มีจำหน่ายทางการค้า

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

เมื่อเสร็จสิ้นโครงการผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ คือ

1. ได้สูตรพื้นฐานของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 1 สูตรและต้นแบบกระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 1 กระบวนการ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับครีมเทียมผงที่มีจำหน่ายทางการค้า
2. ทราบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
3. ทราบการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเทียบกับครีมเทียมผงที่มีจำหน่ายทางการค้า

1.4 การนำผลงานไปใช้

โครงการนี้ได้รับความร่วมมือจากทั้งภาครัฐและเอกชนโดยทำการทดลองที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ส่วนวัตถุดิบ (รำข้าว) นั้นได้รับความอนุเคราะห์จากภาคเอกชนคือ โรงสีไฟสิงห์วัฒน์ ซึ่งเป็นโรงสีข้าวขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกที่มีศักยภาพสำหรับการส่งออกข้าวสารสู่ตลาดโลก เมื่อเสร็จสิ้นโครงการนี้แล้วจะได้ต้นแบบกระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และจะมีการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้สู่โรงสีไฟสิงห์วัฒน์ สถาบันการศึกษา โรงงานหรืออุตสาหกรรมอาหาร หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรืออาจจะขึ้นทะเบียนเป็นทรัพย์สินทางปัญญา

บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 รำข้าวและน้ำมันรำข้าว

รำข้าว หมายถึง ผลพลอยได้หรือส่วนที่ได้หลังจากนำข้าวกล้องมาผ่านการขัดสีชั้นด้านนอกในขั้นตอนการผลิตข้าวขาว รำข้าวประกอบด้วยชั้นต่างๆ ได้แก่ เยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด ชั้นแอลิวโรน บางส่วนของเอนโดสเปิร์ม และคัพละ (Juliano, 1971)

ในการแปรรูปข้าวเปลือกเป็นข้าวสารในสัดส่วนของน้ำหนักข้าวเปลือก 100% จะเป็นส่วนของแกลบ 20% และข้าวกล้อง 80% เมื่อเทียบน้ำหนักข้าวกล้องให้เป็น 100% จะได้ส่วนของรำข้าวประมาณ 10% และเนื้อเมล็ดประมาณ 90% (อรอนงค์, 2547)

องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวแสดงในตารางที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อชนิดและปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว ได้แก่ พันธุ์ข้าว ความหนาของชั้นต่างๆ รูปร่าง ขนาด และความทนทานต่อการแตกหักของเมล็ดข้าว นอกจากนี้ยังมีวิธีการ เครื่องมือ และสภาวะในการขัดสี

ตารางที่ 1. องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว (% โดยน้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
โปรตีน (%)	12.0-15.6
ไขมัน (%)	15.0-19.7
เส้นใยอาหาร (%)	7.0-11.4
คาร์โบไฮเดรต (%)	34.1-52.3
เถ้า (%)	6.6-9.9
แคลเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	0.3-1.2
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	5.0-13.0
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กรัม)	11.5-25.0
ไฟติน ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กรัม)	9.0-22.0
ซิลิกา (มิลลิกรัม/กรัม)	6.0-11.0
สังกะสี (ไมโครกรัม/กรัม)	43.0-258.0
ไทอะมิน (ไมโครกรัม/กรัม)	12.0-24.0
ไรโบฟลาวิน (ไมโครกรัม/กรัม)	1.8-4.3
ไนอะซิน (ไมโครกรัม/กรัม)	267-499

ที่มา : (Juliano, 1971)

รำข้าวเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว โดยสาเหตุหลักเกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสและฟอสโฟไลเปส ซึ่งมีอยู่ในรำข้าวเอง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องรักษาความคงตัวให้กับรำข้าวเพื่อทำลายเอนไซม์ดังกล่าว จุลินทรีย์ หรือแมลง ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียคุณภาพของรำข้าว และเพื่อรักษาองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในรำข้าว โดยทั่วไปการรักษาความคงตัวให้กับรำข้าวนั้นแบ่งออกได้ 2 วิธี คือ การใช้สารเคมี เช่น โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ และการใช้วิธีทางกายภาพ เช่น การเก็บที่อุณหภูมิต่ำ การเก็บในสภาพปรับอากาศ และการใช้ความร้อน การใช้สารเคมีเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร และยังต้องคำนึงถึงความเป็นพิษเนื่องจากสารเคมีอีกด้วย (ศิริวัฒน์, 2545)

ศิริวัฒน์ (2545) ทำการสกัดไขมันในห้องปฏิบัติการโดยใช้อัตราส่วนระหว่างรำข้าวสดต่อ n-hexane (commercial grade) 1:3 (น้ำหนักต่อปริมาตร) สกัดไขมันด้วยเครื่องกวนแบบแท่งแม่เหล็ก ใช้ระยะเวลาในการสกัด 30 นาที จากนั้นเหวี่ยงแยกสกัดด้วยเครื่องแยก Sorvall RC 5C Plus ที่ 4,000 x g อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 10 นาที นำรามาสกัดไขมันซ้ำอีก 1 ครั้ง และเหวี่ยงแยกสกัดเช่นเดียวกับข้างต้น จากนั้นนำรามาใส่ในถาดอะลูมิเนียมขนาด 38 x 30 เซนติเมตร และนำไประเหย n-hexane ในตู้ดูดควันข้ามคืน นำรามาบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนและเก็บที่อุณหภูมิ 5 °C เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไขมันของรำสกัดในห้องปฏิบัติการกับรำสกัดไขมันทางการค้า พบว่า รำสกัดไขมันทางการค้ามีปริมาณไขมันมากกว่ารำสกัดในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากการสกัดไขมันในระดับห้องปฏิบัติการยังสกัดไขมันได้ไม่มากเท่าที่ควร ซึ่งอาจเป็นเพราะการสกัดไขมันในระดับห้องปฏิบัติการนั้นใช้เครื่องกวนแบบแท่งแม่เหล็ก ซึ่งมีประสิทธิภาพในการสกัดค่อนข้างต่ำ แต่รำสกัดไขมันทางการค้าเป็นรำข้าวที่ผ่านการสกัดไขมันจากโรงงาน ซึ่งใช้เครื่องสกัดแบบ Rotocel extractor โดยมีลักษณะการสกัดแบบไหลสวนทางกันหลายชั้น ซึ่งเป็นวิธีการสกัดที่มีประสิทธิภาพสูง (Brennan et al., 1990)

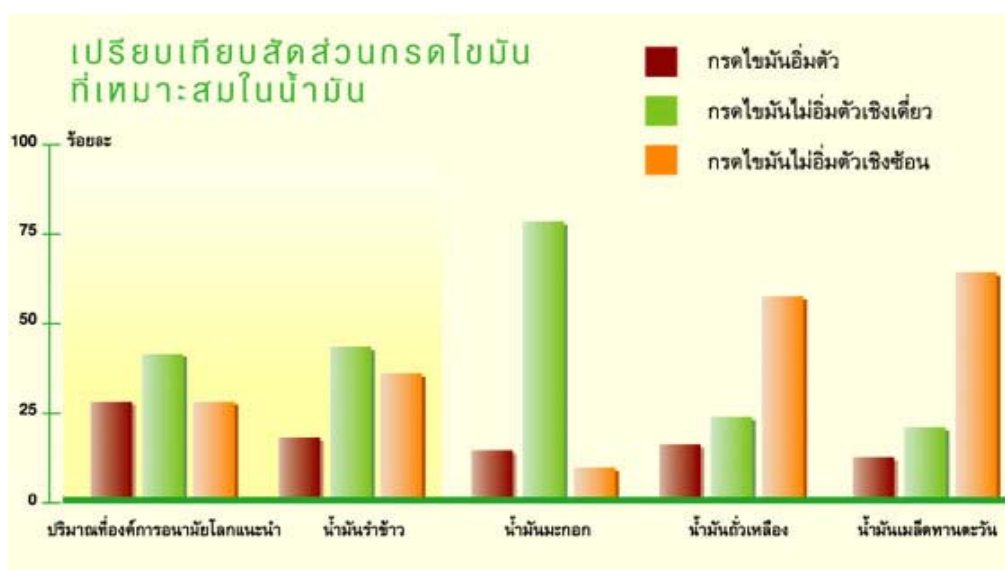
Wang et al. (1999) ทำการสกัดไขมันจากรำข้าวโดยใช้อัตราส่วนระหว่างรำข้าวต่อ hexane 1:3 ทำการสกัด 2 ครั้ง ในเครื่อง T-Line lab stirrer ที่ความเร็ว 250 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที และปั่นเหวี่ยงที่ 4,000 x g เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 23 °C) นำรำข้าวสกัดไขมันมาระเหย n-hexane ในตู้ดูดควันข้ามคืน จากนั้นบดละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่างชนิด Cyclotec แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 80 mesh บรรจุในถุงโพลีเอทิลีนและเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

มีรายงานการวิจัยเป็นจำนวนมากกล่าวถึงประโยชน์ของน้ำมันรำข้าวในการลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดเนื่องจากน้ำมันรำข้าวมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

น้ำมันรำข้าวเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น คือ กรดไขมันไลโนเลอิก (linoleic fatty acid; C18 : 2) 32-38% และกรดไขมันไลโนเลนิก (linolenic fatty acid; C18 : 3) 1-2% ซึ่งอุดมไปด้วยวิตามินอี ดีอี และเค โดยเฉพาะวิตามินอีรวมมีมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid : MUFA) สูงกว่า 40% ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสามารถลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีหรือ LDL-C (Low Density Lipoprotein Cholesterol) และเพิ่มคอเลสเตอรอลที่ดีหรือ HDL-C (High Density Lipoprotein Cholesterol) และด้วยปริมาณกรด

ไขมันที่สมดุลนี้เอง องค์การอนามัยโลก สมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติจึงแนะนำว่าเป็นน้ำมันที่เหมาะสมต่อการบริโภค นอกจากกรดไขมันแล้วยังมีวิตามิน และสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกายอีกหลายชนิด ทั้งวิตามินอี โอรีซานอล (oryzanol) โทโคไตรอีนอล (tocotrienol) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการอุดตันในผนังหลอดเลือดแดง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มหรือคงระดับคอเลสเตอรอลที่ดีที่ช่วยพาคอเลสเตอรอลในเซลล์และกระแสเลือดไปเผาผลาญได้อีกด้วย (น้ำมันบริโภคไทย, 2549)

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food & Agriculture Organization, FAO) และสมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา (American Heart Association, AHA) แนะนำสัดส่วนของกรดไขมันที่เหมาะสมกับการบริโภคคือ กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid, SFA) : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Mono-Unsaturated Fatty Acid, MUFA) : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Poly-Unsaturated Fatty Acid, PUFA) เท่ากับ < 10 : 10-15 : < 10 ของพลังงานที่ได้รับต่อวัน (ภาพที่ 1) ซึ่งน้ำมันรำข้าวมีสัดส่วนกรดไขมันใกล้เคียงที่สุดตามคำแนะนำดังกล่าวเมื่อเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น (น้ำมันบริโภคไทย, 2549)



ภาพที่ 1. สัดส่วนของกรดไขมันที่พบในน้ำมันพืชบางชนิดเปรียบเทียบกับปริมาณที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ

ที่มา : (น้ำมันบริโภคไทย, 2549)

น้ำมันรำข้าวแตกต่างจากน้ำมันพืชประเภทอื่นเพราะมีคุณสมบัติเด่นในการช่วยลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีในร่างกาย มีวิตามินอีกลุ่มโทโคไตรอีนอล โอรีซานอล และไฟโตสเตอรอล ซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่มีบทบาทในการลดระดับคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีได้

วิตามินอี กลุ่มโทโคไตรอีนอล (tocotrienol) พบมากในน้ำมันรำข้าว นอกจากจะมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแล้วยังช่วยขัดขวางการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย และลดการเกิดโรคหลอดเลือด

หัวใจ (cardiovascular diseases) โดยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการอุดตันในผนังหลอดเลือดแดงและลดการทำงานของเอนไซม์ HMG CoA (3-hydroxyl-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย (Mevalonate Pathway) โดยทั่วไปน้ำมันรำข้าวมีวิตามินอี กลุ่มโทโคฟีรอล 19-40% และกลุ่มโทโคไตรอีนอล 51-81%

โอรีซานอล (oryzanol) เป็นสารธรรมชาติที่พบในน้ำมันรำข้าวเท่านั้น ไม่พบในน้ำมันพืชชนิดอื่น โอรีซานอลสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด

ไฟโตสเตอรอล (phytosterol) พบในน้ำมันรำข้าวมากกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ในน้ำมันรำข้าวมีไฟโตสเตอรอลมากกว่า 17,000 ppm ไฟโตสเตอรอลมีคุณสมบัติเด่นในการช่วยลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอล นอกจากนี้ น้ำมันรำข้าวสามารถหาซื้อได้ทั่วไป ราคาอยู่ที่ 30-40 บาทต่อขวด (1,000 มิลลิลิตร) (น้ำมันบริโภคไทย, 2549)

2.2 น้ำมันปาล์ม

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชน้ำมันที่ให้ปริมาณน้ำมันสูงถึง 0.6 – 0.8 ตัน/ไร่/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่น สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหาร และใช้ในการประกอบอาหารเนื่องจากมีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูง ไม่ทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง น้ำมันปาล์มมีราคาค่ากว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ปลอดจากสารตัดแต่งพันธุกรรม (GMOs)

น้ำมันปาล์ม แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. น้ำมันปาล์มดิบ (crude palm oil) สกัดได้จากส่วนเปลือกสดของผลปาล์มน้ำมัน
2. น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (crude palm kernel oil) สกัดได้จากเมล็ดในของผลปาล์มน้ำมัน

การใช้ประโยชน์จากน้ำมันปาล์มในอุตสาหกรรมอาหาร ปาล์มน้ำมันสกัดจากเปลือกเมล็ดปาล์ม จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแยกกรดไขมันอิ่มตัวออกบางส่วน น้ำมันที่ได้จึงมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีประโยชน์สูง กรดไขมันอิ่มตัว 48% กรดไขมันไม่อิ่มตัว 38% น้ำมันปาล์มและน้ำมันเมล็ดในปาล์มประมาณ 80% นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท เช่น น้ำมันทอด น้ำมันปรุงอาหาร มาการีน วานาस्पาดิ ไอศกรีม ครีมเทียม นมเทียม เนยขาว เนยโกโก้ ขนมหั้ว ฯลฯ ซึ่งมีราคาขวดละ 25-30 บาท รวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ เช่น วิตามินอี วิตามินเอ (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

2.3 น้ำมันที่ใช้ในการปรุงอาหาร

น้ำมันที่ใช้ในการปรุงอาหารประกอบด้วยกรดไขมันชนิดต่างๆ ดังนี้

1. กรดไขมันชนิดอิ่มตัว (SFA) เป็นกรดไขมันชนิดร้าย ส่วนใหญ่เป็นไขมันที่ได้จากสัตว์และเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้คอเลสเตอรอลในเลือดสูง กรดไขมันอิ่มตัวนี้พบปริมาณมากในน้ำมันหมู น้ำมันเนย น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว จึงควรหลีกเลี่ยง

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโมโน (MUFA) เป็นกรดไขมันชนิดดี เช่น กรดโอเลอิก สามารถรับประทานได้พอสมควรโดยไม่เพิ่มคอเลสเตอรอลในเลือด กรดไขมันชนิดนี้พบมากในน้ำมันมะกอก พบปานกลางในน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกทานตะวัน อาหารที่เรียกว่า Mediterranean diet เป็นอาหารที่มีข้อมูลว่าช่วยป้องกันโรคหัวใจ ประกอบด้วยผัก อาหารเส้นใยสูง ปลา โยเกิร์ต และใช้น้ำมันมะกอกเป็นหลักในการปรุงอาหาร น้ำมันบางชนิด เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันหมู น้ำมันเมล็ดฝ้าย และน้ำมันรำข้าว แม้จะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโมโนปานกลาง แต่ก็มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวในปริมาณสูงด้วย ทำให้ไม่ได้ผลดีจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโมโน (น้ำมันบริโภคไทย, 2549)

3. กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดพอลิ (PUFA) เป็นกรดไขมันชนิดดีปานกลาง เช่น กรดไลโนเลอิก กรดไลโนเลนิก จะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดลงได้บ้าง ข้อเสียคือ มีกลิ่นหืน ปัจจุบันมีการผลิตเป็นเนยแฉะนำไปใช้ปรุงอาหารแทนเนยซึ่งมีไขมันอิ่มตัวสูง

น้ำมันที่ใช้ในการปรุงอาหารจึงควรมีลักษณะ ดังนี้

- มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโมโนสูง
- มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดพอลิปานกลาง
- มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวต่ำ

น้ำมันปรุงอาหารที่ดี โดยเรียงจากดีมากไปหาดีน้อยที่สุด คือ

- น้ำมันมะกอก (ราคาแพง)
- น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดทานตะวัน (เหมาะสมที่สุดสำหรับคนไทย)
- น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันรำข้าว น้ำมันดอกคำฝอย
- น้ำมันเนย น้ำมันหมู น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว (กลุ่มนี้ไม่ควรใช้)

(น้ำมันบริโภคไทย, 2549)

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนของกรดไขมันในน้ำมันรำข้าวและน้ำมันปาล์ม

ตารางที่ 2. อัตราส่วนของกรดไขมันทั้ง 3 ชนิด ในน้ำมันรำข้าวและน้ำมันปาล์ม

กรดไขมันชนิดต่างๆ	น้ำมันรำข้าว	น้ำมันปาล์ม
กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโมโน (%)	42	39
กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดพอลิ (%)	37	12
กรดไขมันอิ่มตัว (%)	21	45

ที่มา : (น้ำมันบริโภคไทย, 2549)

2.4 ครีมเทียม

ครีม หมายถึง ครีมแท้ ครีมผสม และครีมเทียม ครีมแท้เป็นผลิตภัณฑ์ที่แยกได้จากนม โดยกรรมวิธีต่างๆ และมีมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ครีมผสมเป็นครีมแท้ที่มีไขมันอื่นเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย และครีมเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีได้ทำจากนมและมีไขมันอื่นนอกจากมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ หรือครีมที่มีมันเนยผสมอยู่ไม่น้อยกว่า% 30 ของไขมันทั้งหมด ครีมแบ่งออกเป็น 5 ชนิด ได้แก่ ครีมพว่องมันเนย (Half cream) ครีมธรรมชาติ (Cream หรือ Single cream) วิปปิงครีม (Whipping cream) ดับเบิลครีม (Double cream หรือ Heavy cream หรือ Thick cream) และครีมเปรี้ยว (Sour cream) (กระทรวงสาธารณสุข, 2543)

คุณภาพและมาตรฐานของครีมเทียมที่ทำให้แห้ง ที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข (2543) มีดังนี้

1. มีลักษณะเป็นผง ไม่เกาะเป็นก้อน หรือมีลักษณะตามรูปลักษณะนั้น
2. มีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่า 30% ของน้ำหนัก
3. มีความชื้นไม่เกิน 5% ของน้ำหนัก
4. ตรวจพบแบคทีเรียไม่เกิน 100,000 ในอาหาร 1 กรัม
5. ไม่มีกลิ่นหืน
6. ไม่มีวัตถุกันเสีย
7. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
8. ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ครีมเทียมส่วนใหญ่ทำมาจากน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์ม โดยจะนำเข้ามาในประเทศไทยซึ่งมีต้นทุนสูง มีจำหน่ายในรูปผง ของเหลว และแช่เยือกแข็ง และมีบทบาทหลักคือทำให้สีของกาแฟและชาอ่อนลงและทำให้รสชาติของกาแฟและชาเจือจางลง (Herbst, 1995)

Malundo *et al.* (1992) ศึกษาการผลิตครีมเทียมผงจากถั่วลิสงสกัดโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย ที่สภาวะอุณหภูมิลมร้อนเข้า 200 องศาเซลเซียส ใช้หัวฉีดแบบจานหมุน ที่ความเร็วรอบ 15,000, 25,000 และ 35,000 รอบต่อนาที อัตราการป้อนที่ 0.6, 1.2 และ 1.8 ลิตรต่อชั่วโมง และทำการศึกษาเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงทั่วไปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด โดยทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส คุณสมบัติที่พิจารณา คือ สี ความสามารถในการละลาย และปริมาณความชื้น พบว่าครีมเทียมผงที่ผลิตจากน้ำมันถั่วลิสงสกัดมีคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสต่ำกว่าครีมเทียมผงที่จำหน่ายทั่วไป และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 จากการทดลองยังพบว่า สภาวะที่เหมาะสมต่อการทำครีมเทียมผงจากน้ำมันถั่วลิสงสกัดโดยการอบแห้งแบบพ่นฝอย คือ ที่สภาวะอุณหภูมิลมร้อนเข้า 200 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบหัวฉีดในช่วง 15,000-29,000 รอบต่อนาที และอัตราการป้อนมากกว่า 1.8 ลิตรต่อชั่วโมง

นราธิป (2539) ศึกษาความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ครีมเทียม พบว่าผู้บริโภคที่มีอายุ 25 ปีขึ้นไป มักนิยมบริโภคเครื่องดื่มผสมครีมเทียม โดยเฉลี่ยวันละ 1 ถ้วย ยี่ห้อที่นิยมคือคอฟฟี่เมต ชนิดบรรจุของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมจากโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองพบว่า สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย ไขมันปาล์มไฮโดรจิเนตที่มีจุดหลอมเหลว 42-44°C 10.7% น้ำเชื่อมกลูโคส 14.3% โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 1% โมโนกลีเซอไรด์ 0.16% โพลีซอเบต 60 0.1% ไดโทแทสเซียมฟอสเฟต 0.10% เลซิทีน 0.07% คาร์ราจีแนน กัม 0.04% กลีเซอรอล 0.20% และน้ำ 73.23% โดยนำสารคงตัวและสารที่ละลายน้ำได้ มาละลายรวมกันในน้ำอุณหภูมิ 70°C ให้เข้ากัน นำไปผสมรวมกับไขมัน และสารอิมัลซิไฟเออร์ที่อุณหภูมิเดียวกัน ทำให้เป็นเนื้อเดียวด้วยเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ที่ความดัน 500 และ 2,500 พีเอสไอ ตามลำดับ ผ่านการอบแห้งเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมเข้าและออก 181 และ 107°C ตามลำดับ อัตราการป้อน 1 ลิตรต่อชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้พบว่า มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ครีมเทียมในท้องตลาด และไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค การยอมรับของผู้บริโภคอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในอุณหภูมิเย็นพอใช้ลามิเนต ที่อุณหภูมิปกติได้นานกว่า 2 เดือน

สุพัชนี (2536) ศึกษาการผลิตครีมเทียมโดยใช้โปรตีนจากน้ำมันถั่วเหลืองทดแทนการใช้ Sodium caseinate น้ำมันถั่วเหลืองที่ใช้ได้ผ่านกรรมวิธีกำจัดกลิ่นถั่วด้วยการแช่เมล็ดถั่วเหลือง ในกรด HCl 0.15 มิลลิลิตร 8 ชั่วโมง ผสมน้ำมันถั่วเหลืองกับองค์ประกอบอื่นๆทำการ Homogenize และ Spray dry จากการแปรอัตราส่วนขององค์ประกอบ Total solid และ feed rate ของครีมเทียมเหลวในการ Spray dry พบว่าครีมเทียมเหลวที่มีองค์ประกอบของโปรตีน 3.5% ไขมันปาล์ม 32%, glucose syrup 60%, dipotassium phosphate 2.7%, mono-and diglycerides 1.5%, Na₂CO₃ 0.3% และมี Total solid 25% เมื่อนำมา spray dry ในสภาวะอุณหภูมิอากาศเข้า 200°C และ feed rate 0.24 ลิตร/ชั่วโมง จะให้ครีมผงที่มีลักษณะเป็นผงสีขาวละเอียด ร่วนมีกลิ่นหอมและเมื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบจะให้คะแนนชอบมากที่สุด แต่ความสามารถในการละลายยังไม่ดีพอ ควรได้รับการปรับปรุงต่อไป

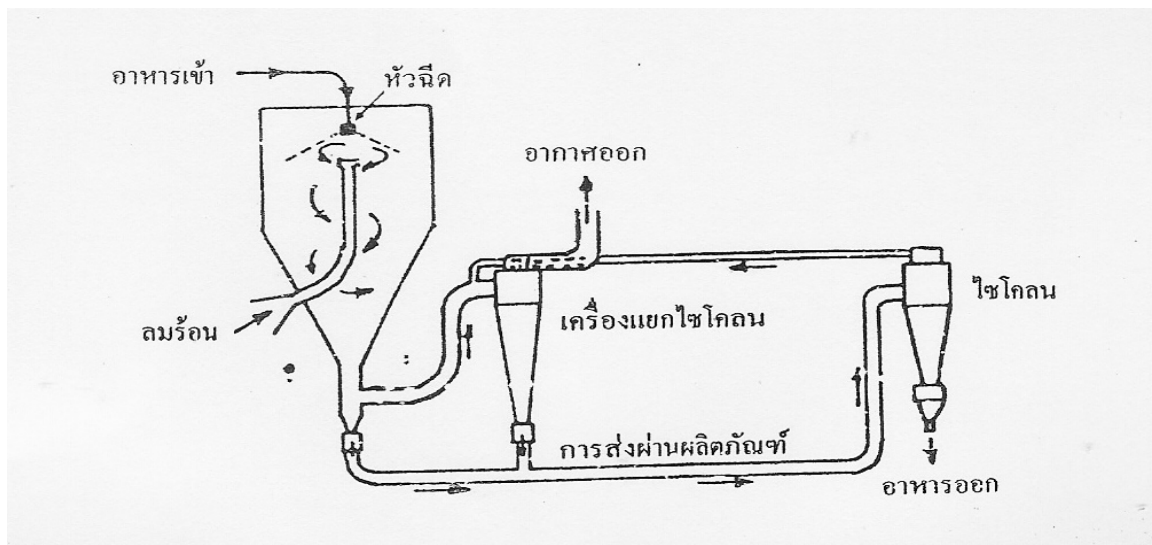
2.5 เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Drier) ที่ใช้สำหรับการผลิตครีมเทียมผง

เป็นเครื่องมือสำคัญที่นิยมใช้ในการทำแห้งอาหารเหลว อาหารจะถูกฉีดให้เป็นฝอยเข้าไปในห้องอบแห้ง สัมผัสกับไอน้ำหรืออากาศร้อนทำให้เกิดการระเหยของน้ำ หยดอาหารเหลวจะมีขนาดเล็กมากอยู่ในช่วง 10-200 ไมโครเมตร จึงใช้เวลาทำแห้งสั้น คือ ระหว่าง 1-10 วินาที เนื่องจากอาหารที่ถูกฉีดพ่นเป็นหยดจะมีสัดส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง จึงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนและมวลสารได้ดี ช่วงเวลาการทำแห้งในห้องทำแห้งนี้จะอยู่ในระยะอัตราคงที่ (constant rate) อุณหภูมิของอาหารจะไม่สูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกของตัวกลางให้ความร้อนที่ใช้มากนัก อาหารที่แห้งแล้วจะลอยอยู่ในตัวกลางคืออากาศ แล้วจึงผ่านเข้าเครื่องแยก ซึ่งจะแยกอาหารออกจากอากาศแล้วเก็บรวบรวมไว้ ขั้นตอนแม้ว่าจะดูง่าย ๆ แต่ในทางปฏิบัติจริงจะซับซ้อนและอาศัยสมดุลทางด้านวิศวกรรมมาก ต้องมีการควบคุมสมบัติด้าน

ต่างๆ ของอาหารที่จะฉีดป้อนเข้าเครื่อง เช่น ความหนืด แรงตึงผิว และองค์ประกอบทางเคมี เป็นต้น ขั้นตอนการฉีดพ่นเป็นฝอย (atomization) ก็เป็นส่วนสำคัญที่จะต้องควบคุม การถ่ายเทความร้อนและมวลสารมีลักษณะซับซ้อน การแยกอาหารแห้งออกจากอากาศจะยุ่งยากและปรับกระบวนการให้มีประสิทธิภาพสูงได้ยาก สภาพที่เหมาะสมในการทำแห้งของผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจขัดกับสภาวะรวมของกระบวนการ เช่น การทำแห้งโปรตีนไฮโดรไลเซต (protein hydrolyzate) ควรจะทำให้ผนังของเครื่องมือเย็นเพื่อลดการเกาะของโปรตีน แต่ทางปฏิบัติจริงจะทำได้ เพราะผนังเครื่องมือจะต้องสัมผัสกับตัวกลางให้ความร้อน ทำให้มีอุณหภูมิสูง ลักษณะความซับซ้อนของการถ่ายเทความร้อนทำให้ยากที่จะอธิบายด้วยสมการทางวิศวกรรมอย่างง่ายๆ ในทางปฏิบัติ การขยายขนาดเครื่องมือจากขนาดทดลองต้นแบบเป็นขนาดใหญ่ที่ใช้จริงทางอุตสาหกรรมก็ทำได้ยากเช่นกัน (กิตติพงษ์, 2545)

แผนภาพของเครื่องมือแสดงได้ดังภาพที่ 2 เครื่องมือจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ

1. ส่วนตัวกลางให้ความร้อนและระบบหมุนเวียน
2. ส่วนพ่นกระจายเป็นฝอย
3. ห้องอบแห้ง
4. ส่วนแยกผลิตภัณฑ์ออกจากอากาศ



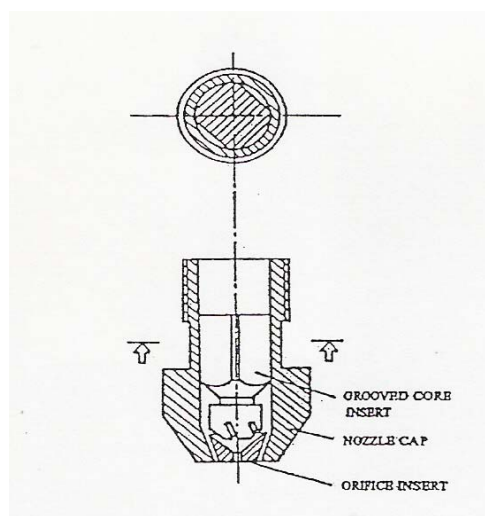
ภาพที่ 2. ส่วนต่างๆ ของเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย

ที่มา: กิตติพงษ์ (2545)

สำหรับการให้ความร้อนนั้น การให้ความร้อนโดยตรงจากการเผาไหม้ของก๊าซจะใช้ในเครื่องมือแบบนี้้น้อยมาก นิยมใช้ความร้อนจากไอน้ำหรือก๊าซร้อนทางอ้อม ความร้อนจากเครื่องกำเนิดความร้อนไฟฟ้าก็มีที่ใช้น้อย ส่วนการหมุนเวียนอากาศภายในเครื่องมือมักใช้พัดลมช่วยให้อากาศเคลื่อนที่ภายในระบบ

การฉีดพ่นอาหารเหลวให้เป็นฝอยมีขนาดสม่ำเสมอตามต้องการ และการทำให้หยดของเหลวเหล่านี้แพร่กระจายอย่างทั่วถึงในกระแสนอากาศร้อนนับเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของเครื่องมือหัวฉีดที่ใช้สำหรับเครื่องอบแบบนี้จะมีอยู่ 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ

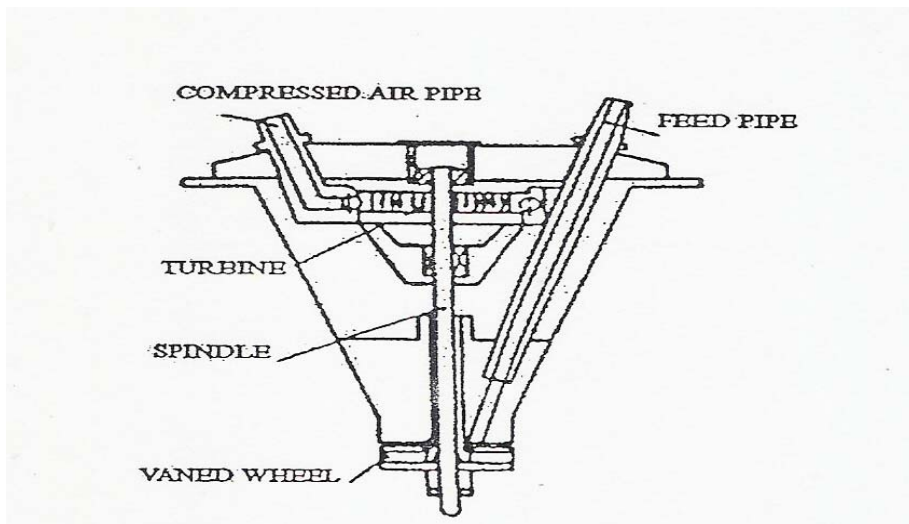
1. หัวฉีดที่ใช้ความดัน (pressure nozzles) หัวฉีดแบบแรงดันนี้จะใช้ความดันสูงอัดให้ของเหลวผ่านช่องเปิดเล็กๆ แรงดันที่ใช้จะอยู่ในช่วง 500-7,000 psig (3.6-4.4 เมกะนิวตัน/ตร.ม.) พลังงานจากความดันสูงจะดันของเหลวให้ออกมาเป็นละอองฝอย หัวฉีดแบบนี้ถ้าควบคุมความดันให้สม่ำเสมอจะได้ละอองที่ละเอียดและสม่ำเสมอ (ภาพที่ 3) ข้อจำกัดคืออาจมีการอุดตันของช่องเปิด หรือถ้าในอาหารมีชิ้นส่วนของแข็งระหว่างใช้งานของแข็งจะอุดช่องเปิด ทำให้เกิดการสึกกร่อน และช่องมีขนาดใหญ่ขึ้น



ภาพที่ 3. หัวฉีดแบบแรงดัน (pressure nozzles)

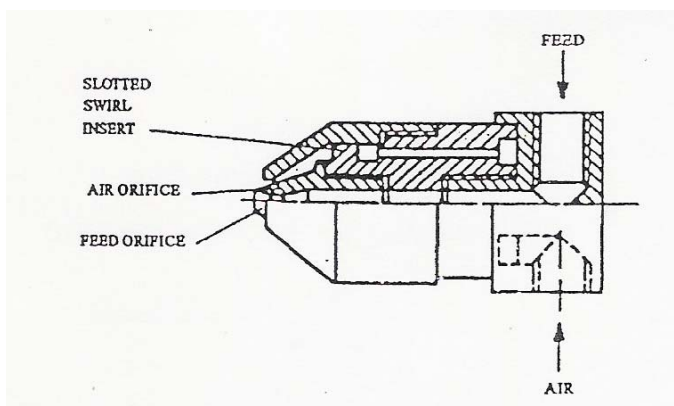
ที่มา: กิตติพงษ์ (2545)

2. หัวฉีดแบบจานหมุน (centrifugal atomizers) จะมีลักษณะเป็นจานหมุนที่ขอบจะมีช่องเปิดอาหารเหลวจะถูกป้อนเข้าตรงกลาง และถูกเหวี่ยงออกมาโดยรอบตามแนวช่องเปิดที่ขอบ (ภาพที่ 4) จานนี้จะมีรูปร่างต่างๆกัน มีขนาดและความเร็วในการหมุนต่างกัน ตั้งแต่ขนาด 2 นิ้ว หมุนด้วยความเร็ว 50,000 รอบ/นาที ไปจนถึงขนาด 30 นิ้วและหมุนด้วยความเร็ว 3,450 รอบ/นาที ถ้าเครื่องมือมีการทำงานถูกต้องจะได้ละอองของเหลวขนาดเล็กสม่ำเสมอ หัวฉีดแบบนี้มีการอุดตันหรือการสึกกร่อนน้อยกว่า และสามารถใช้กับอาหารที่มีความหนืดสูง และไม่ค่อยเป็นเนื้อเดียวกัน



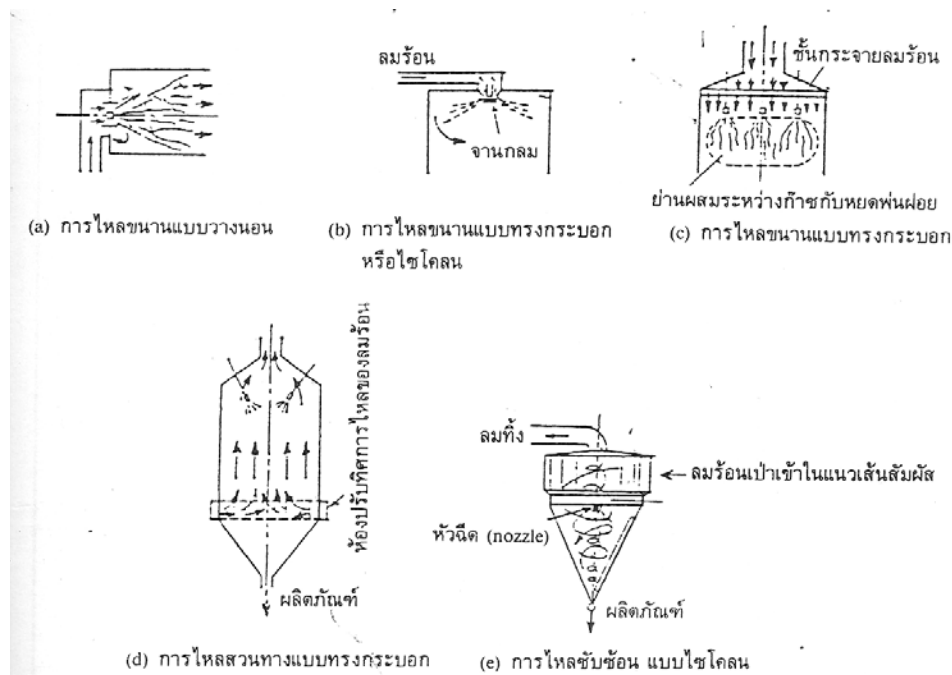
ภาพที่ 4. หัวฉีดแบบหมุน (centrifugal atomizers)
ที่มา: กิตติพงษ์ (2545)

3. หัวฉีดแบบทวิฟลูอิด (two-fluid nozzles) จะมีของไหลชนิดที่สองซึ่งโดยมากมักจะเป็นอากาศหรือน้ำเป็นตัวทำให้อาหารเหลวซึ่งถูกอัดผ่านช่องเปิดเล็กๆ ออกมา ขาดเป็นหยดเล็กๆ แรงดันที่ใช้ดันของเหลวออกมาจะน้อยกว่าในหัวฉีดแบบแรก ดังภาพที่ 5 หัวฉีดแบบนี้จะมีกำลังการทำงานต่ำ และทำให้เกิดหยดของเหลวที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอ จึงไม่ค่อยนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร



ภาพที่ 5. หัวฉีดแบบทวิฟลูอิด (two-fluid nozzles)
ที่มา: กิตติพงษ์ (2545)

ส่วนห้องทำแห้งจะเป็นส่วนที่อากาศร้อนสัมผัสกับหยดอาหารเหลวและเกิดการระเหยของน้ำ ห้องทำแห้งอาจมีลักษณะต่างๆ กันได้หลายแบบ ดังภาพที่ 6 การเลือกแบบของห้องทำแห้งที่เหมาะสมทำได้โดยการทดลองกับเครื่องต้นแบบหรือลองผลิตลองดูกับเครื่องขนาดใหญ่ที่ใช้ในอุตสาหกรรม



ภาพที่ 6. การจำแนกประเภทของหอบแห้งแบบพ่นฝอย

ที่มา: กิตติพงษ์ (2545)

ในการเก็บรวบรวมและแยกผลิตภัณฑ์ที่แห้งแล้วออกจากอากาศ การแยกบางส่วนอาจเกิดขึ้นใน ห้ออบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่อาจตกลงสู่ด้านล่างของห้ออบและถูกขนถ่ายออกมาภายนอก ผลิตภัณฑ์ที่ติดไปกับอากาศร้อนจึงจะถูกนำมาแยกในส่วนนี้ วิธีทั่วไปที่ใช้ในการแยกจะมี 3 วิธี คือ ใช้ ไซโคลน (cyclone separator) ใช้วิธีเวทสครับเบอร์ (wet scrubbers) หรือใช้เครื่องกรอง (filter) การแยกนี้ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำ เพราะนอกจากจะได้ผลิตภัณฑ์กลับคืนมาแล้ว ยังช่วยลดมลภาวะในอากาศที่จะ ปล่อยออกจากเครื่องอีกด้วย

การใช้เครื่องแยกแบบไซโคลน อาศัยการแยกโดยโมเมนตัมและแรงเหวี่ยงอาจใช้ไซโคลนขนาด ใหญ่เพียงตัวเดียว หรือใช้ขนาดเล็กต่อกันเป็นชุด ซึ่งจะให้ผลดีกว่าโดยเฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็กกว่า 50 ไมโครเมตร ไซโคลนเป็นเครื่องมือที่ใช้งานและบำรุงรักษาได้ง่าย และสามารถแยกผลิตภัณฑ์กลับคืนมา ได้ 90-97%

วิธีเวทสครับเบอร์ จะทำโดยผ่านอากาศร้อนที่มีผลิตภัณฑ์หลงเหลืออยู่เข้าไปในของเหลว ของเหลวนี้นักจะเป็นของเหลวก่อนที่จะป้อนเข้าเครื่องอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ติดปะปนมาในอากาศร้อนจะ ละลายกลับเข้าไปอยู่ในของเหลวนี้นอกจากจะช่วยเก็บผลิตภัณฑ์กลับคืนและช่วยให้อากาศร้อนที่จะ ปล่อยทิ้งไปบริสุทธิ์ขึ้นแล้ว ยังเป็นการเพิ่มอุณหภูมิ (preheat) หรือทำให้ของเหลวนั้นเข้มข้นขึ้น (preconcentrate) ทำให้ประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้น วิธีนี้จะแยกผลิตภัณฑ์คืนได้ 95-98% แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ได้ และในผลิตภัณฑ์บางชนิด ผลิตภัณฑ์ที่แยกออกมาจากอากาศ ร้อน เมื่อถูกนำมาทำแห้งในห้องทำแห้งอีกครั้ง อาจเกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อนได้

ส่วนการใช้เครื่องร่อนก็จะช่วยแยกผลิตภัณฑ์กลับคืนมาได้เช่นเดียวกัน แต่วิธีนี้จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการใช้เครื่องแยกแบบไซโคลน 4-6 เท่า ระดับการแยกผลิตภัณฑ์กลับคืนจะได้ 95-98% เหมือนกับวิธีที่สอง ถ้าการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในส่วนนี้ไม่ดีพอ อาจเกิดการอุดตันขึ้นได้

เครื่องทำแห้งบางเครื่องอาจใช้วิธีแยกหลายวิธีประกอบกันไป เช่น แยกด้วยไซโคลนก่อน จากนั้นจึงผ่านไปเข้าเครื่องร่อน เป็นต้น การทำแห้งด้วยวิธีนี้สามารถลดความชื้นของอาหารได้จนเหลือไม่ต่ำกว่า 5% การเสื่อมเสียจากความร้อนมีน้อย แต่อาจมีการเสื่อมเสียได้ในระหว่างเก็บ แรงเฉือนที่เกิดขึ้นที่หัวฉีดอาจมีผลต่อสมบัติของอาหารบางชนิด เช่น คุณภาพในการตี (whipping quality) ของโปรตีน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่กระจายตัวในน้ำได้ยาก เมื่อใส่น้ำอาหารจะจับเป็นก้อนไม่ยอมกระจายอาจช่วยทำให้เกิดการกระจายดีขึ้นโดยให้ความร้อนผลิตภัณฑ์ด้วยไอน้ำในสถานะควบแน่น ซึ่งจะช่วยให้ผิวของเม็ดอาหารเปียกขึ้นเกิดการกระจายตัวได้ดีขึ้น

เมื่อตรวจสอบโครงสร้างของอาหารซึ่งทำแห้งด้วยวิธีนี้ พบว่าโครงสร้างมีลักษณะกลวง จากการตรวจโครงสร้างของนมผงซึ่งใช้เครื่องอบแบบนี้ พบว่าอนุภาคมีลักษณะกลวงเป็นโพรง เปลือกด้านนอกมีโครงสร้างคล้ายแก้ว (glassy structure) เป็น amorphous lactose ซึ่งห่อหุ้มไขมันเอาไว้ ไขมันส่วนที่เหลือจะเป็นอิสระและอยู่ตามผิว

ผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้การทำแห้งวิธีนี้ เช่น นมและผลิตภัณฑ์นม ไข่ ไอศกรีมมิกซ์ อาหารเด็ก ชา กาแฟ ครีมใส่กาแฟ โปรตีน ยีสต์เอกแทรกซ์ ผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลีและข้าวโพด น้ำผักและผลไม้ เป็นต้น การทำแห้งอาจทำภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ (aseptic) เช่น ในอุตสาหกรรมยา

กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยนั้น มีผู้วิจัยและทดลองใช้กับผลิตภัณฑ์หลายชนิด อาทิเช่น

กัลยาณี (2540) ศึกษาการผลิตกล้วยหอมผง โดยการทำแห้งแบบโฟม และแบบพ่นฝอย พบว่า การทำแห้งแบบพ่นฝอยกล้วยระยะการสุก และอัตราส่วนของแข็งในกล้วยตากต่อของแข็งในสารละลายตัวพา ต่างมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของส่วนผสมก่อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย และคุณภาพของกล้วยหอมที่ได้เมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นตัวพา จะให้กล้วยหอมที่มีสีอ่อน มีความชื้นต่ำ และมีกลิ่นกล้วยแรงกว่า เมื่อใช้นมผงขาดมันเนยเป็นตัวพาจะให้ความหนืดสูงกว่าโดยเฉพาะเมื่อสัดส่วนของกล้วยเพิ่มขึ้น

กรมวิทยาศาสตร์การบริการ (2525) ได้ทดลองทำผลิตภัณฑ์อาหารผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ได้แก่ น้ำกระเจี๊ยบผง โดยนำกระเจี๊ยบมาสกัดน้ำ และทำให้เข้มข้นจนถึง 40-42 องศาบริกซ์ ผ่านเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 180°C ส่วนการทำน้ำมะม่วงผง โดยนำมะม่วงสุกเอาเนื้อมาบดให้ละเอียด กรองเอากากออกผ่านเครื่องให้ความร้อนที่ 80°C แล้วผ่านเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 180-190°C และทำน้ำมะเขือเทศผง โดยการคั้นน้ำมะเขือเทศแล้วทำให้เข้มข้น 7-12 องศาบริกซ์ นำเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 180-185°C

ก่องกาญจน์ (2536) ศึกษากรรมวิธีการผลิตวุ้นหางจระเข้ผงเปรียบเทียบกับระหว่างการทำแห้งแบบพ่นฝอย และการใช้ตู้อบแบบถาด โดยนำวุ้นวุ้นหางจระเข้มาปรับปริมาณของแข็งโดยเติมมอลโทเด็กซ์ทริน

ให้น้ำว่านหางจระเข้มีปริมาณของแข็ง 2% และ 3% จากนั้นระเหยน้ำออกจนน้ำว่านหางจระเข้มีปริมาณของแข็งร้อยละ 5 และนำมาอบแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมเข้า 150 และ 200 °C และอุณหภูมิลมออกที่ 95 °C ความเร็วรอบของหัวฉีดเท่ากับ 6,400 รอบ/นาที ส่วนการใช้เครื่องอบแห้งแบบถาดทำที่อุณหภูมิ 50, 55 และ 60 °C พบว่า พงว่านหางจระเข้ที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีความสามารถในการกระจายตัวต่ำ และมีการสูญเสียในระหว่างการทำแห้งมากกว่าการทำแห้งโดยใช้ตู้อบแบบถาด กระบวนการทำแห้งที่เหมาะสมทำได้โดยการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินในน้ำว่านหางจระเข้ให้มีปริมาณของแข็งร้อยละ 2 ระเหยน้ำออกไปบางส่วนแล้วนำไปทำแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 13 ชั่วโมง จะได้ผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้ผงร้อยละ 0.4 ของใบว่านหางจระเข้สด โดยมีความสามารถในการกระจายตัว 77.25% ค่าสี L, a และ b เท่ากับ 88.34, -2.30 และ 14.55 ตามลำดับ ค่าความหนืด 31.38 เซ็นติพอยส์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 285 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม

Al-khatani and Hassan (1990) ได้ศึกษาการทำกระเจียบแดงผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าอุณหภูมิลมเข้าที่เหมาะสมในการทำแห้งคือ 198.5 °C และพบว่าถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายกระเจียบแดงจะทำให้เกิดการติดผนังในห้องอบแห้งได้

Coulter and Breene (1996) ได้ศึกษาการทำกล้วยผงโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้นมสดขาดมันเนยเป็นสารละลายตัวพา มีอัตราส่วนของแข็งทั้งหมดในกล้วยต่อของแข็งในนมสดขาดมันเนยเป็น 50:50 และ 40:60 และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดในของผสมก่อนเข้าเครื่อง 27.4–28.0% พบว่าสัดส่วน 40:60 ให้ผลดีกว่าสัดส่วน 50:50 ทั้งนี้เนื่องจากกล้วยมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบจึงดูดความชื้นกลับได้สูงที่สุด ส่วน 50:50 และพบว่ามีการติดอยู่บริเวณผนังของห้องอบแห้ง

King (1986) ได้ทดลองทำน้ำกล้วยหอมผงโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยมีการผสมนมหรือนมถั่วเหลืองในปริมาณเท่ากับปริมาตรของกล้วยบด เติมน้ำเป็น 1, 2 และ 3 เท่า ของส่วนผสมทั้งหมดนำเข้าเครื่องอบแห้งที่อุณหภูมิลมร้อนเข้า 135-150 °C พบว่า กล้วยบดที่มีการผสมนมหรือนมถั่วเหลืองทำให้ความสามารถในการดูดความชื้นของน้ำกล้วยหอมเพิ่มขึ้น

ชมภูนุช (2544) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ผลไม้เป็นวัตถุดิบในการผลิตมิลค์เชค คือ ส้ม สับปะรด และแครอท โดยมีลค์เชครสผักผลไม้รวมที่ได้ มีสีส้มอมเหลือง รสเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อสัมผัสค่อนข้างหนืดและมีคุณภาพด้านประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับมากที่สุด ส่วนของผลิตภัณฑ์นมได้เลือกใช้วิธีเติมหางนมผงเพื่อเพิ่มปริมาณของแข็งแทนการทำให้นมเข้มข้นผ่านเครื่องระเหย เนื่องจากกรรมวิธีไม่ยุ่งยาก และใช้เวลาสั้นกว่าในการผลิตมิลค์เชคผงโดยใช้อัตราส่วนของแข็งในน้ำผักผลไม้ต่อนม 3 ระดับคือ 30:70 35:65 และ 40:60 โดยกระบวนการทำแห้งแบบโพรมด้วยตู้อบลมร้อนหรือไมโครเวฟ และกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า มิลค์เชคผงที่อัตราส่วน 40:60 ที่ผ่านกระบวนการทำแห้งแบบโพรมด้วยตู้อบลมร้อน จะมีความสามารถในการละลายดีที่สุด มีความชื้น 8.7% ไขมัน 1.97% โปรตีน 22.66% เยื่อใย 1.33% เกลือ 6.49% คาร์โบไฮเดรต 58.83% และมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับมากที่สุด เมื่อนำมาคืนรูปและปั่นผสมน้ำแข็งให้เป็นมิลค์เชคจะมีกลิ่นผักผลไม้และกลิ่นนมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติกับมิลค์เชคที่ใช้ผักผลไม้สด แต่มีลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากมิลค์เชคที่ใช้ผักผลไม้สด

ดวงพร (2543) ได้ศึกษากระบวนการผลิตน้ำผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยและไมโครเวฟแบบสูญญากาศ พบว่า สูตรที่มีการยอมรับจากผู้ทดสอบสูงสุด คือ สูตรที่มีอัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่างน้ำส้ม น้ำแครอท และน้ำมะนาว 49:34:17 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 16 องศาบริกซ์ เมื่อนำเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยพบว่าอุณหภูมิที่ 110°C และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 16% โดยน้ำหนักจะให้ผลิตภัณฑ์ผงที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและประสาทสัมผัสดีที่สุด

ธีรพร (2546) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยไข่อัดเม็ดโดยนำกล้วยไข่ (PCI 4-5) ที่มีความชื้นระหว่าง 70.00–75.27% ค่าความแน่นแข็ง 1.30–1.50 กิโลกรัม ค่า pH 4.98–5.04 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 25–27 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำตาล 7.5–15.5% และปริมาณแป้ง 7.0–13.3% มาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกล้วยไข่ผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย แปรระดับอุณหภูมิ 3 ระดับ (150°C , 160°C และ 170°C) และใช้อัตราส่วนของกล้วยไข่ต่อปริมาณน้ำผสมมอลโทเด็กซ์ทริน 10% ที่ 1:3 1:4 และ 1:5 พบว่าที่ 150°C และอัตราส่วนของกล้วยไข่ต่อปริมาณน้ำผสมมอลโทเด็กซ์ทริน 10% ที่ 1:3 เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด

Bhandari *et al.* (1993) ได้ศึกษาการอบแห้งของน้ำผลไม้เข้มข้นโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 เครื่องเพื่อทดสอบผงที่ได้จากน้ำผลไม้เข้มข้น ได้แก่ blackcurrent, apricot และ raspberry โดยใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็น anticaking โดยศึกษา dextrose equivalent ของมอลโทเด็กซ์ทรินที่ใช้ในการอบแห้งแบบพ่นฝอย และพบว่าอัตราส่วนระหว่างน้ำผลไม้ต่อมอลโทเด็กซ์ทริน ดีอี 6 คือ 65:35 ของ blackcurrent 60:40 ของ apricot และ 55:45 สำหรับ raspberry และอุณหภูมิที่ใช้คือ อุณหภูมิลมเข้า 160°C และอุณหภูมิลมออก 90°C

เบญจรัก (2546) ศึกษาการผลิตมะขามผงสำเร็จปรุงรสโดยใช้วิธีอบแห้ง และศึกษาความเป็นไปได้ในการตอบรับผลิตภัณฑ์มะขามผงของผู้บริโภคทั่วไป ปัจจัยที่ศึกษาในกระบวนการผลิตได้แก่ อุณหภูมิอบแห้ง และปริมาณแป้งที่เติมลงไปในการน้ำมะขามเปียก เพื่อช่วยให้แห้งเร็วขึ้น จากผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิอบแห้ง 70°C – 80°C และปริมาณแป้ง 5–10% ช่วยให้น้ำมะขามเปียกแห้งภายในเวลา 8–10 ชั่วโมง โดยไม่ทำให้คุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ แตกต่างจากมะขามเปียกสด ความชื้นของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 2–3% และปริมาณกรด tartaric อยู่ระหว่าง 17–24 กรัม/100 กรัม อย่างไรก็ตามปริมาณแป้ง 10% จะมีผลต่อการละลายและพบตะกอนขาวของแป้งเมื่อนำผลิตภัณฑ์มาละลายน้ำ เมื่อนำมะขามผงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และเติมแป้ง 5% ไปทดสอบกับผู้บริโภคที่มีเพศ อายุ อาชีพ รายได้ และการศึกษาแตกต่างกันจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้ความเห็นว่า ผลิตภัณฑ์มะขามผงมีความเหมาะสมทั้งในด้านการละลาย กลิ่น และรสชาติ และพึงพอใจในรูปแบบการบรรจุแบบอัดก้อน อย่างไรก็ตามการตัดสินใจซื้อขึ้นอยู่กับราคาของผลิตภัณฑ์

ปริญญ (2543) ได้ศึกษาผลของปัจจัยการแปรรูปต่อคุณภาพของน้ำกะทิอบแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง คือ อุณหภูมิลมเข้า 180°C อุณหภูมิลมออก 90-100°C และความดันหัวฉีดเท่ากับ 2 bar สามารถอบแห้งให้ผลิตภัณฑ์เป็นผง ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของกะทิผง คือ การเตรียมน้ำกะทีก่อนเข้าเครื่องความเร็วของ homogenizer เท่ากับ 13500 รอบ/นาที ระดับมอลโทเด็กซ์ทริน และโซเดียมเคซิเนต 3:1 (% / %) และอุณหภูมิของสารป้อนเท่ากับ 60°C พบว่ามีผลทำให้คุณภาพดีที่สุด

มณฑิรา (2546) ได้ศึกษาการประเมินความเป็นไปได้ทางเทคโนโลยีและทางเศรษฐศาสตร์ของกระบวนการผลิตนมถั่วเหลืองด้วยวิธีบดละเอียด และนมถั่วเหลือง แบบพ่นฝอย โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนาคุณภาพนมถั่วเหลืองผงสำเร็จรูปสำหรับใช้เป็นอาหารเสริมโปรตีนในศูนย์เด็กและโรงเรียนชนบท ในโครงการภายใต้พระบรมราชานุเคราะห์ของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี งานวิจัยนี้แบ่งการทดลองเป็น 4 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกทำการวิเคราะห์คุณสมบัติและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของนมถั่วเหลืองผง ขั้นตอนที่ 2 ศึกษากระบวนการผลิตนมถั่วเหลืองตรา ก แล้วเสนอวิธีการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อให้นมถั่วเหลืองมีคุณภาพดีขึ้น พบว่าควรเปลี่ยนเครื่องกะเทาะเปลือกใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ขั้นตอนที่ 3 ศึกษากระบวนการผลิตและคุณสมบัติของนมถั่วเหลืองผงแบบพ่นฝอย โดยศึกษากระบวนการผลิตนมถั่วเหลืองในอุตสาหกรรมแล้วเพิ่มขั้นตอนสำหรับการทำแห้งแบบพ่นฝอย จากนั้นทดลองผลิตในระดับห้องปฏิบัติการและวิเคราะห์คุณสมบัติของนมถั่วเหลืองผงแบบพ่นฝอย พบว่ามีคุณสมบัติดีกว่านมถั่วเหลืองผงแบบละเอียด ขั้นตอนที่ 4 ทำการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการดำเนินการของการผลิตนมถั่วเหลืองผงได้แก่ การผลิตนมถั่วเหลืองผงตรา ก การผลิตด้วยวิธีบดละเอียดและทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่ามีต้นทุนเท่ากับ 24.84, 40.24 และ 61.42 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ

สุขใจ (2536) ศึกษากระบวนการและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำเสาวรสนิดผง โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่า อุณหภูมิลมเข้าและอุณหภูมิลมออกที่เหมาะสมที่สุดคือ 120 และ 90°C ตามลำดับ และศึกษาอายุการเก็บโดยเก็บในภาชนะบรรจุ PE-Al-PE laminate ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 วัน พบว่า ค่าความเป็นกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และฟิโอสไม่เปลี่ยนแปลง ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บและปริมาณวิตามินซี (โดย HPLC) ลดลงร้อยละ 66.7 ตรวจไม่พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะผงเป็นที่ยอมรับมากที่สุด คือผลิตภัณฑ์ผงที่ได้มาจากน้ำเสาวรสนิดเข้มข้นชนิดหวาน 30 องศาบริกซ์ โดยอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ผง : น้ำ (1:2, 1:3 และ 1:4) ไม่มีผลต่อความชอบของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สุริตา (2541) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มเห็ดหอมผงรวมไปถึงการพัฒนาหาสูตรมาตรฐาน ต้นแบบของเครื่องดื่มเห็ดหอม โดยแปรปริมาณเห็ดหอมแห้ง 4 ระดับ คือ 1% 1.5%, 2% และ 2.5% น้ำหนักโดยปริมาตร พิจารณาผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคยอมรับในระดับ 1.5% จึงเลือกปริมาณเห็ดหอมแห้งที่ระดับ 1.5% มาพัฒนาสูตรมาตรฐานต่อไป เมื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายที่ใช้เป็นสารให้ความหวานในน้ำเห็ดหอม โดยแปรปริมาณน้ำตาล 3 ระดับ คือ 4, 6 และ

8 องค์กรวิจัย พิจารณาผลทางประสาทสัมผัส ด้านรสหวานพบว่า ปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 6 องค์กรวิจัย เป็นที่ยอมรับมากที่สุด เมื่อนำสูตรมาตรฐานไปเตรียมการทำให้เป็นเห็ดหอมผงโดยการเติมเจลาติน 2% และ ซิลิกอนไดออกไซด์ 0.25% หลังจากนั้นนำไปผ่านเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้หัวฉีดแบบ Nozzle อุณหภูมิลมเข้า 200°C และอุณหภูมิลมออก 80°C

สุภารัตน์ (2546) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งเนื้อตาลสุกแบบพ่นฝอยโดยศึกษา ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเตรียมสารละลายน้ำตาล 4 ระดับ คือ ความเข้มข้น 3.0%, 3.5%, 4.0% และ 4.5% ศึกษาระดับอุณหภูมิลมเข้า 4 ระดับ คือ 140, 160, 180 และ 200°C ศึกษาอัตราการป้อนของ สารละลายที่ 3 ระดับ คือ 15, 20 และ 25 รอบ/นาที แบ่งข้าวโพดและแบ่งข้าวเจ้าชนิดละ 3 ระดับ คือ 40:60, 50:50 และ 60:40 พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของเนื้อตาล 4.5% มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการเตรียม สารละลาย สภาวะของการอบแห้งที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิลมเข้า 160°C อัตราการไหลของสารละลาย 0.71 มิลลิลิตร/นาที ความเร็วรอบของปั๊มของเหลว 25 รอบ/นาที ชนิดและอัตราส่วนผสมของ anticaking agent ที่ เหมาะสมคือ มอลโทเด็กซ์ทริน ดีอี 10 แบ่งข้าวโพด และแบ่งข้าวเจ้าที่อัตราส่วน 60:40 และ มอลโทเด็กซ์ทริน ดีอี 17 ที่อัตราส่วน 40:60 ให้ค่าสีเหลืองมากกว่าอัตราส่วนอื่น เมื่อนำผงตาลที่ได้ไปทำ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่าผงตาลที่ใช้แบ่งข้าวเจ้าเป็น anticaking agent มีปริมาณโปรตีน และ คาร์โบไฮเดรตมากที่สุด

สุกฤตย์ (2538) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อผลิต น้ำบับกผงสำเร็จรูป โดยแปรอุณหภูมิลมเข้า 3 ระดับ คือ 135, 155 และ 175°C แปรปริมาณสาร โซโคเดกซ์ทรินในน้ำบับกสดเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยเป็น 9.67, 21.50 และ 33.33 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้การทดลอง Box-Behnken design พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำบับกผง คือ อุณหภูมิลมเข้า 150 องศาเซลเซียส ปริมาณสาร โซโคเดกซ์ทริน 0.665 กรัมต่อน้ำบับกสด 100 มิลลิลิตร และอัตราการ ไหลของน้ำบับกสด 12.77 มิลลิลิตรต่อนาที

2.6 ส่วนประกอบบางชนิดที่ใช้ในกระบวนการผลิตครีมเทียมผง

2.6.1 ตัวพา (carrier)

ตัวพาที่ใช้ในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย หมายถึง สารเคมีที่เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร ทำหน้าที่เป็นตัวขนส่งและกระจายสารเคมีบางอย่างในอาหาร ซึ่งถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน หรือเป็น สารพวกที่ระเหยได้ง่าย เช่น สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของกลิ่น รส สี วิตามิน หรือสารอาหารอื่นๆ ในอาหาร โดยสารตัวพาทำหน้าที่ดักจับและกักเก็บสารเหล่านี้ไว้แทน ทำให้ถูกทำลายด้วยความร้อนหรือ ระเหยได้น้อยลง และเมื่อนำอาหารผงนั้นไปคืนรูปโดยผสมกับน้ำ สีหรือกลิ่นรสของอาหารเหล่านั้นจะถูก ปลดปล่อยออกมา ทำให้ สี กลิ่นรส ของอาหารหลังการคืนตัว มีลักษณะคล้ายวัตถุดิบสดก่อนนำมาทำแห้ง นอกจากนั้นตัวพายังทำหน้าที่เพิ่มปริมาณของแข็งให้กับอาหารก่อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย เพื่อความ

ประหยัดเวลาในการทำแห้ง สารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวพา ได้แก่ มอลโทเด็คซ์ทริน และนมผงพร่องมันเนย เป็นต้น (วัตถุดิบอาหาร, 2551)

2.6.2 กลูโคสไซรัป (Glucose syrup)

กลูโคสไซรัปหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า คอรั่นไซรัป (corn syrup) เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้เตรียมในระยะแรกๆ (ในสหรัฐอเมริกา) คือ ข้าวโพด ปัจจุบันจะเตรียมจากกระบวนการไฮโดรไลซ์แป้งที่บริโภคได้ เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง เพียงบางส่วน โดยผ่านการควบคุมทำให้บริสุทธิ์และทำให้เข้มข้น กลูโคสไซรัปที่ได้จะเป็นสารละลายเนื้อเดียวของ ดี-กลูโคส มอลโตสและโพลิเมอร์อื่นๆ ของกลูโคส จัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญต่อการผลิตลูกกวาดทุกชนิดรองลงมาจากน้ำตาล จึงถูกเปรียบเทียบว่าทำหน้าที่เสมือนเป็นเนื้อของลูกกวาด แต่โดยแท้จริงแล้วหน้าที่สำคัญของกลูโคสไซรัปนี้ คือการทำหน้าที่เป็น “dotor sugar” ทำให้น้ำตาลในลูกกวาดที่อยู่ในสถานะเป็นสารละลายอิมัลชันยังคงไม่ตกผลึกออกมา หรือเกิดผลึกช้าลงหรือน้อยลง นอกจากนั้นยังมีผลต่อรสชาติและอายุการเก็บของลูกกวาดอีกด้วย ขึ้นกับว่ากลูโคสไซรัปนั้นมีองค์ประกอบอย่างไร และถูกใช้ในสัดส่วนเท่าใดในสูตร (สุวรรณ, 2543)

ผู้ที่ค้นพบกลูโคสไซรัปนี้ คือ G.S.C. Kirchoff โดยสามารถสกัดกลูโคสได้ระหว่างการไฮโดรไลซ์แป้งด้วยกรด ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1811 หลังจากนั้นอีกประมาณร้อยกว่าปี คือ ในปี ค.ศ. 1922 จึงเริ่มมีการพัฒนาเทคนิคเพื่อใช้ควบคุมกระบวนการย่อยแป้งได้ ในประเทศจีนมีการผลิตกลูโคสไซรัป โดยการนำข้าวบาร์เลย์หรือข้าวโอ๊ตมาพรมน้ำให้ชื้น ปลอຍให้ออกเป็นดินอ่อน แล้วนำไปบดกับน้ำ สารละลายแป้งและเอนไซม์จะถูกปลดปล่อยออกมาจากเซลล์ที่แตก แป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาล เมื่อกรองและต้มเคี่ยวแล้วจะได้ของเหลวข้นหนืด สีน้ำตาลอ่อนๆ ขุ่นทึบ รสหวานเล็กน้อย เรียกว่า “เบะแซ” สำหรับใช้ทำลูกกวาดได้ ในประเทศไทยเมื่อ 30-40 ปีก่อน (ขณะที่เขียนหนังสือนี้ในปี พ.ศ. 2541) ก็มีการผลิตเบะแซในลักษณะนี้ ต่อเมื่อมีการผลิตกลูโคสไซรัปจากแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งราคาวัตถุดิบถูกมาก และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะขาวใสสะอาด เบะแซอย่างเดิมจึงหายไปจากท้องตลาด

วัตถุดิบที่ใช้ทำกลูโคสไซรัป คือ แป้ง (starch) จะเป็นแป้งชนิดใดก็ได้ ขึ้นกับวัตถุดิบที่ท้องถิ่นนั้นมีอยู่ เช่น ในสหรัฐอเมริกาจะใช้แป้งข้าวโพด ในยุโรปใช้ทั้งแป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่งและแป้งสาลี ส่วนในประเทศไทยจะผลิตจากแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว กระบวนการผลิตที่สำคัญคือ การไฮโดรไลซ์แป้ง ซึ่งมีโครงสร้างเป็นโพลีแซ็กคาไรด์ประกอบด้วยส่วนอะมิโลส (amylose) ซึ่งเป็นโมเลกุลเดี่ยวของกลูโคสต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะไกลโคซิดิก ที่ตำแหน่ง α -1,4 และส่วนอะมิโลเพกติน (amylopectin) ซึ่งเป็นโมเลกุลของกลูโคสต่อกันเป็นกิ่งก้านด้วยพันธะที่ตำแหน่ง α -1,6 การย่อยหรือไฮโดรไลซ์แป้งนี้แต่เดิมสามารถทำได้ด้วยการใช้กรดแร่ เช่น กรดกำมะถัน (กรดซัลฟิวริก หรือ H_2SO_4) โดยกวนแป้งในน้ำให้กระจายตัว ผสมกับกรดทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงแล้ว มักพบว่าเกลือซัลเฟตบางตัวไม่ละลายน้ำ จึงได้เปลี่ยนไปใช้กรดเกลือ (HCl) ซึ่งมีข้อจำกัดในการหาวัสดุที่จะใช้ทำภาชนะเพราะเป็นกรดที่มี

ความกัดกร่อนสูง จนเมื่อมีการใช้เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ที่มีคุณภาพดี ปัญหานี้จึงหมดไป แต่การใช้กรดโดยลำพังทำให้ไม่สามารถกำหนดชนิดของผลลัพท์ได้ กล่าวคือ แป้งจะถูกย่อยเป็นกลูโคสได้ 30-55 ส่วนเท่านั้น ทำให้มีปัญหาในการนำไปใช้งาน จึงมีการพัฒนามาใช้เอนไซม์ในการย่อยแป้งแทนกรด เพราะเอนไซม์จะมีความจำเพาะเจาะจงมากกว่า ทำให้สามารถควบคุมกระบวนการย่อยแป้งได้ดีขึ้นมาก ทั้งยังอาจใช้ร่วมกับกรดก็ได้ ในปัจจุบันกระบวนการย่อยแป้งให้เป็นผลิตภัณฑ์ต่างชนิดสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตลูกกวาด

กรรมวิธีในการผลิต เริ่มจากการเจลาติไนซ์แป้งในภาวะที่เหมาะสมกับการย่อย เติมตัวเร่งปฏิกิริยา เติมกรดหรือเอนไซม์ ตรวจเช็คปริมาณน้ำตาลตามขั้นตอนจนได้ผลผลิตตามต้องการ แยกส่วนที่ไม่ละลายออกโดยการปั่นหมุนเหวี่ยง หรือกรอง หรือทำทั้งสองอย่าง กำจัดสิ่งสกปรก (impurities) ด้วยถ่านกัมมันต์ (activated carbon) หรือใช้วิธีการแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) ระบายส่วนที่กรองได้จนมีความเข้มข้นตามต้องการ ถ้าเป็นสารละลายกลูโคสใช้รูปบริสุทธิ์ เมื่อระเหยน้ำจนได้ความเข้มข้นเกินจุดอิ่มตัวแล้ว ตกผลึกจะได้กลูโคสบริสุทธิ์ ซึ่งจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ ผลึกที่มีน้ำ (monohydrate) และผลึกปราศจากน้ำ (anhydrous dextrose) การตรวจผลผลิตของการย่อยสลายแป้ง จะทำโดยการวัด reducing power ถือว่ามีกลูโคสเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด บอกเป็นค่า DE (Dextrose Equivalent) กำหนดว่า DE คือ % โดยน้ำหนักแห้งของน้ำตาลรีดิวซ์ ถ้าการย่อยแป้งทำให้โมเลกุลของแป้งกลายเป็นสายตรงทั้งหมด (เรียกว่า เดกซ์ทริน) ผลผลิตจะมีค่า DE เป็นศูนย์ และถ้าย่อยแป้งจนได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวทั้งหมด ผลผลิตจะมีค่า DE เป็น 100 ปกติกลูโคสใช้รูปที่ผลิตได้ จะมีค่า DE อยู่ในช่วงกว้างมาก จึงแบ่งเป็น 5 ชนิดตาม DE ที่ผลิตได้ คือ ชนิด DE ต่ำ (low conversion) DE 20-38 ชนิด DE ปกติ (regular conversion) DE 38-48 ชนิด DE ปานกลาง (intermediate conversion) DE 48-58 ชนิด DE สูง (high conversion) DE 58-68 และชนิด DE สูงมาก (extra high conversion) ซึ่งมีค่า DE มากกว่า 68 ขึ้นไป กลูโคสใช้รูปที่ขายกันทั่วไป จะมีความเข้มข้นประมาณ 43°Be' หรือประมาณ 80°Be' และชนิด 45°Be' หรือประมาณ 85°Be' ไม่นิยมใช้ที่ความเข้มข้นสูงกว่านี้ เพราะจะหนืดและไหลได้ยาก ขนย้ายลำบาก ราคาจะแพงและเปลืองพลังงานในการขนถ่ายมาก การเก็บรักษาไม่สู้มีปัญหา เพราะสามารถทนอากาศร้อนได้ แต่ต้องระวังไม่ให้มีน้ำปนเข้าไป (สุวรรณ, 2543)

สุพัชรี (2536) ศึกษาการผลิตครีมเทียมโดยใช้โปรตีนจากน้ำมันถั่วเหลืองทดแทนการใช้ Sodium caseinate น้ำมันถั่วเหลืองที่ใช้ได้ผ่านกรรมวิธีกำจัดกลิ่นถั่วด้วยการแช่เมล็ดถั่วเหลือง ในกรด HCl 0.15 มิลลิลิตร 8 ชั่วโมง ผสมน้ำมันถั่วเหลืองกับองค์ประกอบอื่นๆทำการ Homogenize และ Spray dry จากการแปรอัตราส่วนขององค์ประกอบ Total solid และ feed rate ของครีมเทียมเหลวในการ Spray dry พบว่าครีมเทียมเหลวที่มีองค์ประกอบของโปรตีน 3.5%, ไขมันปาล์ม 32%, glucose syrup 60%, dipotassium phosphate 2.7%, mono-and-diglycerides 1.5%, Na₂CO₃ 0.3% และมี Total solid 25% เมื่อนำมา spray dry ในสภาวะอุณหภูมิอากาศเข้า 200°C และ feed rate 0.24 ลิตร/ชั่วโมง จะให้ครีมผงที่มีลักษณะเป็นผงสีขาวละเอียด ร่วนมีกลิ่นหอมและเมื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบจะให้คะแนนชอบมากที่สุด แต่ความสามารถในการละลายยังไม่ดีพอ ควรได้รับการปรับปรุงต่อไป

วรรณิ (2545) ศึกษากระบวนการทำแห้งน้ำมะนาวได้ทดลองทำมะนาวผงโดยใช้วิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยการทดลองได้ศึกษาการลดปริมาณความชื้นของน้ำมะนาวโดยนำผลมะนาวไปตากที่อุณหภูมิ 100°C นาน 1 นาที ก่อนคั้นน้ำมะนาว พบว่าช่วยลดความชื้นจากสารให้รสขมที่เปลือกมะนาวลงได้ การศึกษาสารตัวพาที่เหมาะสมต่อการทำแห้งแบบพ่นฝอย 3 ชนิด คือ มอลโทเด็กซ์ทริน กัมอารบิก และน้ำเชื่อมกลูโคสไซรัป พบว่าการทำแห้งมะนาวผงโดยใช้สารตัวพาคือน้ำเชื่อมกลูโคสในสัดส่วนของน้ำมะนาวต่อน้ำเชื่อมกลูโคส DE 26 100:30 ให้ผลิตภัณฑ์มะนาวผงที่ดี แต่มะนาวผงที่ได้ต้องทำการเติมกลิ่นมะนาวโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะนาวซึ่งได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำโดยเติมลงในผลิตภัณฑ์หลังการทำแห้ง โดยได้ทำการศึกษาการเติมกลิ่นลงในมะนาวผงในสัดส่วนร้อยละ 0.1, 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ พบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมคือ 0.3% ในการทดลองผลิตมะนาวผงในระดับอุตสาหกรรม ผลผลิตในการทำแห้งมะนาวผงคิดเป็น 20.6% สามารถผลิตมะนาวผงได้ 1.65 กิโลกรัม/1 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์มะนาวผงที่ได้ทำการบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ภายใต้ระบบสุญญากาศ การใช้ประโยชน์ของมะนาวผงได้ทดลองผลิตมะนาวผงพร้อมดื่มซึ่งมีส่วนประกอบ 3 ชนิดคือมะนาวผง น้ำตาล และเกลือ พบว่าสัดส่วน 1:3:0.2 เป็นสัดส่วนที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด ในด้านอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พบว่ามะนาวผงสามารถเก็บได้ไม่ต่ำกว่า 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4°C โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังมีคุณภาพดี สำหรับการทดสอบผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยพบว่ากลุ่มตัวอย่าง 72% คิดว่ามะนาวผงสามารถทดแทนมะนาวสดได้ และ 69% มีความพึงพอใจที่จะนำมะนาวผงไปใช้ และ 46% ยินดีซื้อผลิตภัณฑ์มะนาวผงในราคาของละ 3 บาท ปริมาตร 20 กรัม/ซอง ซึ่งต้นทุนการผลิตมะนาวผงเท่ากับ 93.5 บาท ต่อ 1 กิโลกรัม ในราคามะนาวผลละ 20 สตางค์

2.6.3 มอลโทเด็กซ์ทริน (Maltodextrin)

มอลโทเด็กซ์ทรินถูกตั้งชื่อเรียกก่อนที่จะมีการผลิตและใช้เป็นการค้าตั้งแต่ช่วงปี 1950 ซึ่งหมายถึง กลุ่มโมเลกุลใหญ่ๆ มอลโทเด็กซ์ทริน $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n \cdot \text{H}_2\text{O}$ คือสายโพลิเมอร์ของแซคคาไรด์ ที่มีคุณค่าทางอาหารประกอบด้วย D-glucose ยูนิตหลายๆยูนิตต่อกันด้วยแขน (glycosidic bonds) ชนิด alpha 1-4 และมีค่าสมมูลเดกซ์โตรส (dextrose equivalent หรือ DE) ต่ำกว่า 20 เตรียมได้จากการไฮโดรไลซ์สตาร์ชข้าวโพดโดยกรดหรือเอนไซม์ มอลโทเด็กซ์ทรินที่มีลักษณะเป็นสีขาว มีความหวานเล็กน้อยหรือไม่หวานเลยขึ้นอยู่กับค่า DE มีความชื้น 3-5% มีความหนาแน่นปรากฏ (bulk density) อยู่ในช่วง 0.31-0.61 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถใช้มอลโทเด็กซ์ทรินได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับชนิดของอาหารและหน้าที่ของมอลโทเด็กซ์ทรินในอาหารนั้น

มอลโทเด็กซ์ทรินสามารถละลายได้ในน้ำอุณหภูมิห้อง สารละลายที่ได้จะใสหรือขุ่นขึ้นอยู่กับชนิดของมอลโทเด็กซ์ทรินที่นำมาใช้ สารละลายที่ได้จะมีคุณสมบัติทางด้านความเป็นเนื้อและมีความหนืดที่สม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสเรียบเนียนมีความสามารถในการดูดความชื้นต่ำและสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้

เป็นอย่างดี ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นน้ำตาลน้อยมาก นอกจากนี้ยังสามารถละลายได้ในอาหารที่เป็นของเหลว เช่น นม น้ำผลไม้ เป็นต้น (วัตถุดิบอาหาร, 2551)

กัลยาณี (2540) ศึกษาการผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟม และแบบพ่นฝอย พบว่าการทำแห้งแบบพ่นฝอยกล้วยระยะการสุก และอัตราส่วนของแข็งในกล้วยลวกต่อของแข็งในสารละลายตัวพา ต่างมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของส่วนผสมก่อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย และคุณภาพของกล้วยหอมที่ได้ เมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นตัวพาจะให้กล้วยหอมผงที่มีสีอ่อน มีความชื้นต่ำ และมีกลิ่นกล้วยแรงกว่า เมื่อใช้นมผงขาดมันเนยเป็นตัวพาจะให้ความหนืดสูงกว่าโดยเฉพาะเมื่อสัดส่วนของกล้วยเพิ่มขึ้น

ณัฐริพร (2547) ศึกษากระบวนการผลิตน้ำบ๊วยผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยการหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำบ๊วยผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย และศึกษาคุณภาพของเครื่องดื่มน้ำบ๊วยผงที่ได้จากการอบแห้งแบบพ่นฝอย ผลการศึกษาพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำบ๊วยผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย คือ ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 10% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และลมร้อนเข้าอุณหภูมิ 180°C จะได้เครื่องดื่มน้ำบ๊วยผงที่มีสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสดีที่สุดสำหรับอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มน้ำบ๊วยผงสำเร็จรูป คือ อัตราส่วนของเครื่องดื่มน้ำบ๊วยผงต่อน้ำตาลทรายเท่ากับ 21.74% ต่อ 78.26% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และอัตราส่วนที่เหมาะสมในการชงละลายของเครื่องดื่มน้ำบ๊วยผงสำเร็จรูปต่อน้ำอุ่นเท่ากับ 1 ต่อ 5 ซึ่งได้รับคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมสูงสุด เครื่องดื่มน้ำบ๊วยผงสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.51% และค่า aw เท่ากับ 0.42 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งประเภทเครื่องดื่มน้ำบ๊วยผงสำเร็จรูป

2.6.4 โซเดียมเคซีเนต (Sodium Caseinate)

โซเดียมเคซีเนตเป็นโปรตีนนมและยังเป็นวัตถุป้องกันการรวมตัวเป็นก้อนซึ่ง หมายถึง สารที่เติมลงในอาหารผงแห้งเพื่อช่วยเก็บหรือดูดความชื้นไว้โดยที่สารนี้ไม่ขึ้น สารนี้อาจไปรวมตัวกับน้ำในผลิตภัณฑ์อาหาร หรือจับน้ำจากบรรยากาศที่เก็บอาหารได้ สารเคมีที่ใช้ได้แก่ แคลเซียมซิลิเกต โซเดียมเคซีเนต แมกนีเซียมสเตียเรต แมกนีเซียมไตรซิลิเกต ไตรแคลเซียมโมโนฟอสเฟต

อาหารประเภทผงแห้งต่างๆ เช่น เครื่องดื่มผง กาแฟผง ครีมเทียมผง ชุบผง มักพบปัญหาการรวมตัวเป็นก้อนแข็ง เมื่อเติมน้ำจะไม่ละลายหรือละลายได้ยาก (วัตถุดิบอาหาร, 2551)

กรพกา (2539) ทำการปรับอัตราการป้อนน้ำกะทิเข้าเครื่องแยกครีมให้ช้าลง และหรือปรับให้ท่อทางออกของหัวกะทิแคบลง ทำให้ปริมาณไขมันในหัวกะทิที่แยกได้เพิ่มขึ้น เมื่อเอาหัวกะทิที่มีไขมัน 41.31 - 78.89% ไปเก็บที่อุณหภูมิ -9, 0, 5 และ 14°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาละลายที่อุณหภูมิห้อง (30°C) เพื่อทำลายอิมัลชัน พบว่าหัวกะทิที่มีปริมาณไขมัน 50.63% มีน้ำมันแยกตัวออกมามากที่สุดทำการแทนที่น้ำมันมะพร้าวในน้ำกะทิ 50% ด้วยน้ำมันถั่วเหลือง ข้าวโพด เมล็ดทานตะวัน เมล็ดคำฝอย รำข้าว และรำข้าวผสมเมล็ดคำฝอย (7:3) แล้วบรรจุกระป๋อง ผ่านการฆ่าเชื้อ พบว่า น้ำมันทานตะวันและเมล็ดคำฝอยให้

น้ำกะทิแปลงไขมันที่มีความหนืดสูงสุด คือ 18.0 cps. ที่ 30°C ทดสอบกลิ่นและ รสชาติของน้ำกะทิแปลงไขมันโดยการทดสอบชิมแบบจัดอันดับ ใช้ผู้ชิม 13 คน พบว่ามีความแตกต่างของกลิ่นและรสชาติของน้ำกะทิแปลงไขมันกับตัวอย่างควบคุม แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่าง น้ำกะทิแปลงไขมัน การทดลองแทนที่น้ำมันมะพร้าวในน้ำกะทิ 20, 30, 40 และ 50% ด้วยน้ำมันเมล็ดทานตะวัน ทดสอบกลิ่นโดยการทดสอบแบบจัดอันดับ ใช้ผู้ชิม 15 คน พบว่าไม่มีความแตกต่างที่ ระดับการแทนที่ต่างกัน การใช้อิมัลซิไฟเออร์ 3 ชนิด คือ Tween 60 ที่ระดับ 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5% โซเดียมเคซิเนตที่ระดับ 0.6, 0.9, 1.2 และ 1.5% และ CMC ที่ระดับ 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4% กับน้ำกะทิแปลงไขมันที่แทนน้ำมันมะพร้าว 50% ด้วยน้ำมันรำข้าว พบว่า Tween 60 ให้ลักษณะน้ำกะทิที่มี สีขาว เนื้อเรียบเนียน และที่ระดับ 0.3% ให้ลักษณะปรากฏ ดีที่สุด และความหนืดสูงสุด (8.5 cps. ที่ 30°C) โซเดียมเคซิเนตให้ลักษณะน้ำกะทิที่มีก้อน curd จับตัวกัน ค่อนข้างแน่นและแข็ง มีสีคล้ำเล็กน้อย ปริมาณก้อน curd เพิ่มขึ้น และความหนืดลดลงตามปริมาณโซเดียมเคซิเนตที่ใช้ ส่วน CMC ให้ลักษณะน้ำกะทิที่มีก้อน curd ลักษณะอ่อนและ ยืดหยุ่นขนาดต่าง ๆ ปะปนกัน ไม่สามารถกรองได้หมด ความหนืด เพิ่มขึ้นตามปริมาณ CMC ที่ใช้การแยกชั้นของน้ำกะทิแปลงไขมัน บรรจุกระป๋อง เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ในเวลา 20, 14 และ 8 วัน ที่ 4°C เมื่อใช้ Tween 60, โซเดียมเคซิเนต และ CMC ตามลำดับ

พินดา (2541) พัฒนาฟิล์มเคลือบบริโภคได้ชนิดฟิล์มประกอบ สำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ปลาเส้น ในขั้นแรกศึกษาสมบัติของสารละลายฟิล์มและสมบัติของผลิตภัณฑ์ ปลาเส้นที่ชุบเคลือบด้วยสารละลายฟิล์มที่ผลิตจากโซเดียมคาร์บอเนต-โซเดียมเคซิเนต (CMC, เพิ่มขึ้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1% โดยน้ำหนัก) โซเดียมเคซิเนต (เข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10% โดยน้ำหนัก) และอิมัลชันจากโซเดียมเคซิเนต-แอซิติเลทเตดโมโนกลีเซอไรด์ (เข้มข้น 10% โดยน้ำหนัก ที่อัตราส่วน 10:0, 8:2, 5:5 และ 2:8) เลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมโดยวัดค่าความหนืดปรากฏและน้ำหนักที่ดูดซับต่อหน่วยพื้นที่ของสารละลายฟิล์ม ผลผลิตจากการย่าง ปริมาณความชื้น ค่าสี (L*, a*, b*) สมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัส (ความทนแรงดึง ความยืดตัวและมอดูลัส) และทดสอบทางประสาทสัมผัส (การพองฟู สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม) เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่เคลือบ แล้วศึกษาฟิล์ม ประกอบชนิดอิมัลชันจากโซเดียมเคซิเนต-แอซิติเลทเตดโมโนกลีเซอไรด์-CMC (เข้มข้น 10% โดยน้ำหนักที่อัตราส่วนโซเดียมเคซิเนต-แอซิติเลทเตดโมโนกลีเซอไรด์ 5:5, 4:6, 3:7 และ 2:8 และ CMC 0.2, 0.4 และ 0.6% โดยน้ำหนักของ สารละลายฟิล์ม) เลือกสูตรสารละลายฟิล์มประกอบที่ดีที่สุดโดยใช้เกณฑ์เช่นเดียวกับการศึกษาในตอนต้น และสุดท้ายได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นที่เคลือบฟิล์มประกอบ ซึ่งบรรจุในถุง OPP/PP ที่ความดันบรรยากาศ และเก็บที่อุณหภูมิ 27-31°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ จากผลการทดลอง พบว่า สารละลายฟิล์ม CMC มีความหนืดปรากฏ 36.90-913.49 มิลลิพาสคาล.วินาที และน้ำหนักที่ดูดซับต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อค่า ความหนืดปรากฏสูงขึ้น การเพิ่มความเข้มข้นของ CMC ทำให้การพองฟูเพิ่มขึ้น แต่คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลดลงที่ความเข้มข้น 1% สารละลายฟิล์มโซเดียมเคซิเนตมีความหนืดปรากฏ 1.91-741.51 มิลลิพาสคาล.วินาที การเพิ่มความเข้มข้น

ของโซเดียมเคซีนทำให้ให้น้ำหนักที่ดูดซับต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้นและที่ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักผลิตภัณฑ์มีผลผลิตจากการย่าง ความชื้น ความทนแรงดึง ความยืดตัว และมอดูลัสเพิ่มขึ้น แต่คุณภาพทางประสาทสัมผัสลดลง อิมัลชันของโซเดียมเคซีน-แอซิดเลทเต้ดมอโนกลีเซอไรด์ เข้มข้น 10% โดย น้ำหนักที่อัตราส่วน 10:0, 8:2, 5:5 และ 2:8 มีค่าความหนืดปรากฏ 789.47, 41.43, 10.57 และ 5.35 มิลลิพาสคาล. วินาที ตามลำดับ เมื่อปริมาณแอซิดเลทเต้ดมอโนกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักที่ดูดซับต่อหน่วย พื้นที่ลดลง ขณะที่คุณภาพการพองฟูของตัวอย่างที่เคลือบดีกว่าตัวอย่างที่ไม่เคลือบ สำหรับอิมัลชันจากโซเดียมเคซีน-แอซิดเลทเต้ดมอโนกลีเซอไรด์ และ CMC พบว่า ที่ทุกอัตราส่วนของโซเดียมเคซีน-แอซิดเลทเต้ดมอโนกลีเซอไรด์ เมื่อความเข้มข้น CMC เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความหนืดปรากฏ, น้ำหนักที่ดูดซับต่อหน่วย พื้นที่, ผลผลิตจากการย่าง, ความชื้นและค่าสี (a^* , b^*) ของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น และสูตรฟิล์มประกอบที่เหมาะสมสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ปลาเส้นประกอบด้วย โซเดียมเคซีน-แอซิดเลทเต้ดมอโนกลีเซอไรด์-CMC ที่อัตราส่วนองค์ประกอบ 2:8:0.4% ตัวอย่างที่เคลือบมีอัตราการเสียน้ำต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่เคลือบ เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น แต่มีสีเข้มกว่าขณะที่ค่า TBA และคุณภาพด้านกลิ่นใกล้เคียงกัน ผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดเก็บได้อย่างน้อย 3 เดือน โดยคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2.6.5 นมผงพร่องมันเนย (Skim milk)

นมผงพร่องมันเนย หรือ Skim milk คือนมที่แยกไขมันออกจนเหลือไขมันน้อยกว่า 1.5% ทำให้สัดส่วนของโปรตีนและน้ำตาลแลคโตสสูงขึ้น เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้ของการผลิตเนยหรือครีม (สุภาพกรบวรจร, 2551)

เพ็ญขวัญ (2550) ศึกษาการใช้โปรตีนสกัดจากแป้งถั่วลิสงซึ่งสกัดโดยวิธีตกตะกอนโปรตีนแล้วนำมาเข้าเครื่องทำแห้งแบบ spray drier โปรตีนสกัดที่ได้มีสีขาวนวล ละลายในน้ำได้ดี มีปริมาณโปรตีนสูงในการเตรียมไอศกรีมซึ่งใช้โปรตีนสกัดแทนนมผงปราศจากไขมันทั้งหมด (skimmed milk) ใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (factorial) ชนิด 3×3 มี 2 ตัวแปร แต่ละตัวแปร มี 3 ระดับ คือ โปรตีนสกัดปริมาณ 25, 30, 35 กรัม และกะทิผงปริมาณ 21, 24, 27 กรัม มีไอศกรีมทั้งหมด 9 สูตร การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมใช้วิธี Ratio Profile (RPT) แล้วนำผลที่ได้นำมาวิเคราะห์หาจุดพอเหมาะที่ใกล้เคียงกับจุดที่ผู้ต้องการโดยใช้วิธี response surface(RSM) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ นำสูตรที่ดีที่สุดมาพัฒนาโดยเดิมทุเรียนผง ขนุน และผงโกโก้ เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าไอศกรีมยังมีปัญหาเรื่องกลิ่นถั่วลิสง ส่วนเนื้อสัมผัสและความมันของไอศกรีมที่ยอมรับได้ คือ สูตรที่มีส่วนผสมของกะทิผง 21 กรัม (5.02%) และโปรตีนสกัด 32.5 กรัม (7.77%) ไอศกรีมรสทุเรียนได้รับความนิยมสูงสุดเนื่องจากสามารถลดกลิ่นถั่วลิสงได้มาก ส่วนไอศกรีมขนุนมีปัญหาเรื่องเนื้อสัมผัส มีลักษณะเป็นแป้น จากการศึกษาผู้บริโภค 45 คน พบว่าผู้บริโภครู้สึกชอบเล็กน้อยต่อไอศกรีมรสทุเรียน ซึ่งการศึกษาเบื้องต้นครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้โปรตีนสกัดจากถั่วลิสงแทนนมผง

พว่องมันเนยนั้นมีความเป็นไปได้ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากถั่วลิสงอีกวิธีหนึ่ง นอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้บริโภคที่มีปัญหาเรื่องท้องเสียเมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์นมสามารถบริโภคไอศกรีมได้อีกด้วย

2.6.6 เลซิธิน (Lecithin)

เลซิธิน (lecithin) คือสารประกอบของไขมันและฟอสฟอรัส เรียกว่า ฟอสโฟลิปิด (phospholipid) มีสารสำคัญคือ ฟอสฟาติดิล โคลีน (phosphatidyl choline) ฟอสฟาติดิล เอทานอลามีน (phosphatidyl ethanolamine) ฟอสฟาติดิล อินอซิทอล (phosphatidyl inositol) และกรดฟอสฟาติก (phosphatidic acid) ผลิตภัณฑ์ของเลซิธินมีลักษณะทั้งที่เป็นของเหลว ชัน เหนียว และเป็นของแข็ง ซึ่งขึ้นกับปริมาณสารสำคัญทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวข้างต้น

แหล่งของเลซิธิน

เลซิธินพบมากทั้งในไข่แดง นม สมอ ตับ ไต ถั่วเปลือกแข็ง ปลา ธัญพืช น้ำมันพืช และสัตว์ต่างๆ ในไข่แดงมีเลซิธินประมาณร้อยละ 6 - 8 สำหรับในพืช พบว่าถั่วเหลืองมีเลซิธินสูงที่สุดประมาณ ร้อยละ 1.1 - 3.2 ในข้าวโพดมี ร้อยละ 1.0 - 2.4 และในเมล็ดฝ้ายพบเพียงร้อยละ 0.7 เดิมการผลิตเลซิธินเพื่อการค้าจะผลิตจากไข่แดง เนื่องจากปริมาณสูง แต่มีปัญหาที่สำคัญคือ มีต้นทุนการผลิตสูง ภายหลังพบว่าสามารถผลิตเลซิธินได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันถั่วเหลือง ทำให้มีต้นทุนการผลิตลดลง และเลซิธินที่ได้จากถั่วเหลืองมีคุณภาพดีกว่าจากไข่แดง เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ดังนั้นเลซิธินที่สกัดจากถั่วเหลืองจึงเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

เลซิธินที่สกัดแยกออกจากน้ำมันถั่วเหลืองที่อยู่ในรูปของเหลว จะมีส่วนประกอบของไขมันประเภทไตรกลีเซอไรด์สูงถึงร้อยละ 37 และมีโคลีนอยู่ร้อยละ 15 ส่วนเลซิธินที่อยู่ในรูปผงได้มาจากเลซิธินในรูปของเหลวจึงมีโคลีนสูงถึงร้อยละ 23 และมีไตรกลีเซอไรด์เหลือเพียงร้อยละ 3 สารเลซิธินสังเคราะห์ที่วางขายในท้องตลาดมี 3 รูปแบบคือ แบบของเหลว แบบแคปซูล และแบบผง คุณภาพของเลซิธินที่ดีจะต้องมีสารประกอบอื่นๆ เช่น น้ำมัน คาร์โบไฮเดรต ปะปนมาในปริมาณน้อย แต่ต้องมีส่วนประกอบของฟอสโฟลิปิดในปริมาณสูงโดยเฉพาะฟอสฟาติดิล โคลีน เลซิธินที่สกัดได้จะมีสีแตกต่างกัน ตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล ถ้าต้องการเลซิธินสีอ่อนอาจใช้สารเคมี เช่น ไฮโดรเจน เพอร์ออกไซด์ ช่วยในการฟอกสีให้ได้สีตามต้องการ

ประโยชน์ของเลซิธิน

1. เลซิธินกับอุตสาหกรรม

เลซิธินถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม เช่น

- ในอุตสาหกรรมการผลิตมาการีนจะมีการเติมเลซิธินลงไป เพื่อให้สามารถรวมตัวได้กับน้ำมัน และยังช่วยป้องกันการกระเด็นของน้ำมัน เมื่อใช้มาการีนทอดอาหาร
- ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มโกโก้ เลซิธินจะช่วยทำให้ส่วนผสมที่ไม่ค่อยละลายน้ำ ให้ละลายในน้ำได้เร็ว

- ในอุตสาหกรรมลูกกวาด โดยเฉพาะลูกกวาดที่มีความนุ่ม เช่น คาราเมล จะมีการเติมไขมันเพื่อลดความเหนียวแข็ง ทำให้ลูกกวาดนุ่มขึ้น และตัดเป็นชิ้นไม่ติดกัน

2. เลซิตินกับสุขภาพ

จากคุณสมบัติของไขมัน หรือ คอเลสเตอรอลที่ไม่ละลายรวมกับน้ำ ทำให้คอเลสเตอรอลไม่ละลายในเลือดและจะจับตัวเป็นก้อนตกตะกอนอยู่ในเส้นเลือด เลซิตินจะช่วยทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ให้ไขมันหรือคอเลสเตอรอลและน้ำรวมตัวกันได้ ทำให้ไขมันหรือคอเลสเตอรอลไม่เกาะติดกับผนังเส้นเลือด และเกิดการอุดตัน นอกจากนั้นกรดไขมันที่พบในเลซิตินส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น กรดไลโนลิก กรดไขมันดังกล่าวจะช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคหัวใจได้อีกด้วย นอกจากนั้นเลซิตินยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพในด้านอื่น ๆ เช่น

- ช่วยสลายนิ่วที่เกิดจากสารคอเลสเตอรอลในถุงน้ำดีและป้องกันไม่ให้เกิดนิ่ว
- ช่วยเสริมสร้างสุขภาพของไต
- ช่วยบำรุงสมองและระบบประสาท
- ช่วยบำบัดโรคตับและช่วยป้องกันไม่ให้ตับทำงานผิดปกติ
- ลดการเสื่อมของหลอดเลือดแดง

3. เลซิตินกับการเป็นอาหารเสริม

สำหรับผู้ที่มีสุขภาพดี อาจเลือกรับประทานเลซิติน จากอาหารที่มีเลซิตินเป็นองค์ประกอบ เช่น ไข่แดง พืชตระกูลถั่ว และธัญพืชที่ไม่ได้ขัดสีเปลือกออกหมด ในกรณีที่มีปัญหาสุขภาพข้างต้น อาจรับประทานเลซิตินเป็นอาหารเสริมควบคู่กับการรับประทานอาหารหลัก เช่น ข้าว เนื้อสัตว์ ผักและผลไม้ ประกอบกับการออกกำลังกาย ตลอดจนการมีอารมณ์ที่แจ่มใส จะช่วยให้ร่างกายแข็งแรงอยู่เสมอ ถึงแม้ว่าเลซิตินจะมีประโยชน์หลายประการ แต่การรับประทานเลซิตินในปริมาณที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดผลข้างเคียงได้ เช่น อาจทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน น้ำลายหลังออกมาก เบื่ออาหาร เหงื่อออกมาก ดังนั้นผู้บริโภคควรระมัดระวังในการใช้เลซิตินสังเคราะห์ ควรรับประทานอาหารที่มีเลซิติน ตามธรรมชาติก็จะได้ประโยชน์ เช่นเดียวกัน (เรื่อนำรู้ของเลซิติน, 2551)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำมันรำข้าว

ในงานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์รำข้าวละเอียดที่ได้จากการสีข้าวใหม่จากโรงสีไฟสิงห์วัฒน์ จังหวัดพิษณุโลก โดยนำรำข้าวละเอียดไปบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบน้ำมันแบบบีบเย็น (cold press, screw type expeller) และกรองผ่านกระดาษ Whatman เบอร์ 91 จากนั้นนำมารองผ่านชุดกรองละเอียด ซึ่งมีความละเอียดขนาด 1 ไมครอน โดยใช้ระบบสุญญากาศ และผ่านกระบวนการเหนียวน้ำด้วยสนามแม่เหล็ก นาน 4 ชั่วโมงเพื่อช่วยในการจัดเรียงโมเลกุลของไขมันและเพิ่มความคงตัวของไขมัน (พรเทพ, 2551) จากนั้นนำน้ำมันรำข้าวไปผ่านการกำจัดกัม (degumming, ภาคผนวก 1) โดยนำน้ำมันรำข้าว 500 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 25 กรัม นำไปปั่นด้วยเครื่อง Stirrer ที่ 500 rpm นาน 20 นาที นำไปต้มให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 80°C แล้วปล่อยให้ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำน้ำมันรำข้าวไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง (centrifuge) ที่ 10,000 rpm นาน 1 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิ 20°C จากนั้นเก็บเฉพาะน้ำมันรำข้าวโดยบรรจุลงในขวดพลาสติกและปิดฝาให้สนิทเพื่อรอการนำมาผลิตครีมเทียมผงต่อไป

3.2 การพัฒนาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

โดยปรับเปลี่ยนส่วนประกอบที่สำคัญคือ กลูโคสไซรัป น้ำมันรำข้าว นมผงพร่องมันเนย และ โซเดียมเคซิเนต และพัฒนามาจากสูตรการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์ม 2 ยี่ห้อ คือ A และ C และ น้ำมันถั่วเหลืองยี่ห้อ B โดยใช้อุณหภูมิผสมเข้าและความเร็วรอบของปั๊มที่ระดับเดียวกัน เพื่อคัดเลือกสูตรเหมาะสมที่สุด 1 สูตร จากการทดสอบคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดังนี้

- ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไขมัน ความชื้น (AOAC,1995) และค่า Thiobarbituric acid (TBA) ด้วยวิธี acid hydrolysis ตามวิธีของ Kirk & Sewyer (1991) (ภาคผนวก 1)
- ทางกายภาพ ได้แก่ สี (ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Model DP 9000 S/N 90905) ความสามารถในการละลาย (Solubility) ดัดแปลงจากวิธีของ Al – khatani & Hassan (1990) และความสามารถในการกระจายตัว (Dispersibility) ดัดแปลงจากวิธีของ Al – khatani & Hassan (1990) (ภาคผนวก 1)
- การยอมรับของผู้บริโภค โดยวิธี Hedonic scale 9 points ทดสอบลักษณะต่อไปนี้ สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง ความสามารถในการละลายของผง สีของกาแฟรสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวม

3.3 การพัฒนากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

โดยการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิลมเข้า 3 ระดับ คือ 140 160 และ 180°C และระดับความเร็วรอบของปั๊ม 3 ระดับ คือ 5 10 และ 15 รอบ/นาที (ตารางที่ 3) เพื่อคัดเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด 1 กระบวนการ จากการทดสอบคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดังนี้

- ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไขมัน ความชื้น (AOAC, 1995) และค่า Thiobarbituric acid (TBA) ด้วยวิธี acid hydrolysis ตามวิธีของ Kirk & Sewyer (1991)
- ทางกายภาพ ได้แก่ สี (ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Model DP 9000 S/N 90905) ความสามารถในการละลาย (Solubility) คัดแปลงจากวิธีของ Al – khatani & Hassan (1990) (ภาคผนวก 2) และความสามารถในการกระจายตัว (Dispersibility) คัดแปลงจากวิธีของ Al – khatani & Hassan (1990)
- ลักษณะทางประสาทสัมผัสของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยวิธี Rating scale โดยใช้ผู้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส 15 คน โดยทดสอบลักษณะดังต่อไปนี้ สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง ความสามารถในการละลายของผง สีของกาแฟ รสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวม เพื่อคัดเลือกสภาวะการผลิตที่เหมาะสมที่สุด 1 กระบวนการ

ตารางที่ 3. ตัวแปรที่ทำการศึกษา

สภาวะที่	อุณหภูมิลมเข้า (องศาเซลเซียส)	ระดับความเร็วรอบของปั๊ม (รอบ/นาที)
1	140	5
2	160	5
3	180	5
4	140	10
5	160	10
6	180	10
7	140	15
8	160	15
9	180	15

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

นำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทำการทดลอง 3 ซ้ำและสรุปผลการทดลอง พร้อมทั้งประเมินต้นทุนการผลิต

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 การคัดเลือกสูตรครีมเทียมผงสูตรพื้นฐานหรือสูตรมาตรฐาน

สูตรพื้นฐานที่ใช้สำหรับการพัฒนาครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว พัฒนามาจากสูตรการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า 2 ยี่ห้อ ได้แก่ A, และ C และจากน้ำมันถั่วเหลือง 1 ยี่ห้อ คือ B โดยใช้ไขมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้าแทนน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง (เนื่องจากยังไม่ได้เครื่องบีบน้ำมันรำข้าว) ในอัตราส่วนแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4. สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ส่วนผสม	สูตร (กรัม)		
	A (ทางการค้า)	B (ทางการค้า)	C (ทางการค้า)
กลูโคสไซรัป (DE 30-40°Brix)	560	625	600
น้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า	360	310	340
นมผงขาดมันเนย	50	0	0
โซเดียมเคีเนต	25	25	23
น้ำ	1,000	1,000	1,000
ปริมาณทั้งหมด	1,995	1,960	1,963

ขั้นตอนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ขั้นตอนการผลิตครีมเทียมผงมีดังนี้

1. นำกลูโคสไซรัปไปต้มกับน้ำ (900 กรัม) จนละลายหมด
2. นำนมผงขาดมันเนยผสมกับน้ำ (100 กรัม) จนเป็นเนื้อเดียวกัน
3. เติมกลูโคสไซรัปที่ละลายแล้ว (ข้อ 1) และน้ำมันรำข้าวในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
4. เติมนมผงขาดมันเนยที่ผสมน้ำแล้ว (ข้อ 2) ลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที

5. เติมโซเดียมเคซีนลงไปเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
6. นำของผสมออกจากเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และเทใส่ในเหยือกสแตนเลสสำหรับการทำแห้งแบบพ่นฝอย
7. ตั้งค่าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (ภาพที่ 7) ดังนี้
 - 7.1 อุณหภูมิลมเข้า 140°C
 - 7.2 ระดับความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที
8. ทำการอบแห้งจนกระทั่งของผสมในเหยือกหมด ก็จะได้เป็นครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
9. สังเกตลักษณะของผงครีมเทียมและชั่งน้ำหนัก ผลแสดงดังตารางที่ 5



ภาพที่ 7. เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

ตารางที่ 5. ลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

สูตร	ลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า	ผลผลิตครีมเทียมผง (%)
A	ผงสีขาว แห้ง ละเอียด มีขนาดเล็กแต่ไม่สม่ำเสมอ	15.1
B	ผงสีขาวอมเหลือง แห้ง ละเอียด มีขนาดเล็กแต่ไม่สม่ำเสมอ	5.2
C	ผงสีขาวอมเหลือง แห้ง ละเอียด มีขนาดเล็กแต่ไม่สม่ำเสมอ	5.2

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าสูตร A ได้ปริมาณครีมเทียมผงมากกว่าสูตรอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสูตร A นั้นมีการเติมนมผงขาดมันเนยที่ให้ปริมาณเนื้อแก่ครีมเทียมผง และให้ลักษณะของผงเป็นสีขาวซึ่งเป็น

ลักษณะที่ดีของครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า อย่างไรก็ตาม จากสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร พบว่า ของผสมมีลักษณะเหลว ซึ่งควรจะลดปริมาณน้ำที่เติมให้น้อยลง

ทดลองผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้าสูตร A ตามวิธีการข้างต้นโดยปรับปริมาณน้ำให้น้อยลง และทำการผลิตโดยลดปริมาณของผสมทั้งหมดให้เหลือครึ่งหนึ่งเพื่อความเร็วในการทำการทดลองและประหยัดพลังงานและส่วนผสมต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6. สูตรพื้นฐาน A ที่มีการปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำ

ส่วนผสม	สูตร (กรัม)
กลูโคสไซรัป	280
น้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า	180
นมผงขาดมันเนย	25
โซเดียมเคซีเนต	12.5
น้ำ	125

ผลการทดสอบพบว่า เนื้อครีมเทียมเหลวมีความเหนียวหนืดสูง มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 47°Brix และครีมเทียมผงที่ได้มีสีขาว ละเอียดย

จากการทดสอบครีมเทียมผงดังสูตรในตารางที่ 6 พบว่าของผสมนั้นมีความเหนียวหนืดมาก ซึ่งนอกจากปริมาณน้ำแล้ว ระยะเวลาในการปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์อาจจะมีผลด้วย ดังนั้นจึงทำการทดลองสูตรพื้นฐานเหมือนที่แสดงในตารางที่ 6 อีกครั้งหนึ่ง แต่ลดระยะเวลาการปั่นทุกขั้นตอนจาก 5 นาที เป็น 3 นาที พบว่า เนื้อครีมเทียมเหลวมีความเหนียวหนืดลดลง มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 47°Brix และครีมเทียมผงที่ได้มีสีขาว ละเอียดย

จากนั้นทำการเพิ่มปริมาณน้ำโดยที่ระยะเวลาในการปั่นยังคงเป็น 3 นาที สูตรแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7. สูตรพื้นฐาน A ที่มีการปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำ

ส่วนผสม	สูตร (กรัม)
กลูโคสไซรัป	280
น้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า	180
นมผงขาดมันเนย	25
โซเดียมเคซีเนต	12.5
น้ำ	230

พบว่าเนื้อครีมเทียมเหลวมีความหนืดลดลงแต่ก็ยังเป็นอุปสรรคต่อการป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (อุณหภูมิห้อง) มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 37°Brix และครีมเทียมผงมีสีครีม แห้ง ผงละเอียดแต่ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น จึงทำการปรับสูตรโดยการเพิ่มปริมาณน้ำจาก 230 กรัม เป็น 500 กรัม พบว่า เนื้อครีมเทียมเหลวมีความหนืดลดลงมากกว่าเดิม มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 31°Brix และครีมเทียมผงมีสีครีม แห้ง ผงละเอียดแต่ไม่สม่ำเสมอ

จากการเพิ่มปริมาณน้ำเป็น 500 กรัม ครีมเทียมเหลวยังคงมีความหนืดสูงอยู่ จึงคิดปรับความเร็วรอบของปั๊มเพื่อให้การป้อนของผสมเข้าเครื่องอบแห้งนั้นสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยปรับความเร็วรอบของปั๊มจาก 5 รอบ/นาที่ เป็น 10 รอบ/นาที่ พบว่า เนื้อครีมเทียมเหลวมีความหนืดเท่าเดิม มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 31°Brix และครีมเทียมผงมีสีขาว แห้ง ผงละเอียดแต่ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นการปรับความเร็วรอบของปั๊มจาก 5 รอบ/นาที่ เป็น 10 รอบ/นาที่ ไม่มีผลที่ชัดเจนต่อครีมเทียมผงที่ได้และยังอุณหภูมิห้องเหมือนเดิม

จากนั้นทำการปรับสูตรอีก โดยการเพิ่มปริมาณน้ำจาก 500 กรัมเป็น 1,000 กรัม และปรับขั้นตอนการผลิตโดยนำกลูโคสไซรัปที่ละลายแล้วผสมกับน้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า เติมนโซเดียมเคซิเนตลงไปและปั่นนาน 2 นาที เติมนมผงขาดมันเนยที่ละลายน้ำแล้ว และปั่นต่ออีก 2 นาที นำของผสมออกจากเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และเทใส่ในเหยือกสเตนเลสสำหรับการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าครีมเทียมเหลวมีความหนืดพอเหมาะกับการป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 36°Brix ครีมเทียมผงที่ได้มีสีขาว ละเอียด ปริมาณ 500 กรัมก่อนร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh และ 150 กรัมหลังการร่อนที่เหลือจะเกาะตัวกันเป็นก้อนเล็ก ๆ ซึ่งไม่สามารถผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh ได้

จะเห็นได้ว่า สูตรที่ใช้นี้ให้ผลที่น่าพอใจ ดังนั้นจึงใช้เป็นสูตรมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมในอัตราส่วนที่แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8. สูตรมาตรฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ส่วนผสม	สูตร (กรัม)
กลูโคสไซรัป	560
น้ำมันรำข้าว	360
นมผงขาดมันเนย	50
โซเดียมเคซิเนต	25
น้ำ	1,000

ขั้นตอนการผลิตครีมเทียมผงที่เหมาะสม คือ นำกลูโคสไซรัปที่ละลายแล้วผสมกับน้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า เดิมโซเดียมเคซิเนตลงไปและปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 2 นาที เดิมนมผงขาดมันเนยที่ละลายน้ำแล้ว และปั่นต่ออีก 2 นาที นำของผสมออกจากเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และเทใส่ในเหยือกสแตนเลสสำหรับการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้ความเร็วรอบของปั่น 5 รอบ/นาที อุณหภูมิลมเข้า 140°C และมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 35-40°Brix

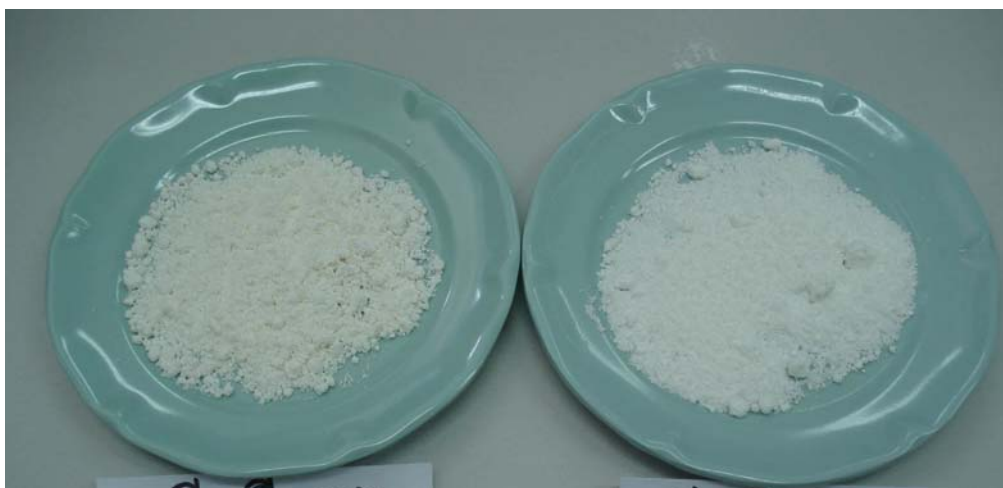
ผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบ (ที่ได้จากการบีบอัดด้วยเครื่องบีบน้ำมัน ภาพที่ 8) และจากน้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า เพื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของครีมเทียมผงที่ได้ และเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดหรือสูตรมาตรฐานที่ใช้ นั่นคือ สูตร A โดยใช้สูตรมาตรฐานและวิธีการที่เหมาะสมข้างต้น ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 9 และภาพที่ 9 และ 10



ภาพที่ 8. เครื่องบีบน้ำมันรำข้าว

ตารางที่ 9. การเปรียบเทียบคุณสมบัติของครีมเทียมผงที่ได้จากการใช้น้ำมันรำข้าวดิบ น้ำมันรำข้าวที่
จำหน่ายทางการค้า และครีมเทียมผงสูตร A

ลักษณะที่ทดสอบ	ครีมเทียมผงจากน้ำมัน รำข้าวดิบ	ครีมเทียมผงจากน้ำมัน รำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า	ครีมเทียมผงที่จำหน่าย ทางการค้าที่ใช้สูตรเดียวกัน
ค่าของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมด	36°Brix	36°Brix	-
ปริมาณผงหลังจากร่อน ผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh	160 กรัม	150 กรัม	-
สี	สีครีม	สีขาว	สีขาว
ความละเอียดของผง	ละเอียดแต่ดูเปียก จึงจับตัว เป็นก้อนขนาดเล็กๆ บีบได้	ละเอียดแต่ดูเปียกน้อยกว่า น้ำมันรำข้าวดิบ	ละเอียด ไม่ชื้น
ลักษณะที่ทดสอบ	ครีมเทียมผงจากน้ำมัน รำข้าวดิบ	ครีมเทียมผงจากน้ำมัน รำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า	ครีมเทียมผงสูตร A
การละลาย	เมื่อนำมาชงในน้ำกาแฟร้อน พบว่าเป็นวาวหรือหยดน้ำมัน เล็กๆ เกาะอยู่บนผิวน้ำกาแฟ และจับตัวกันเป็นก้อน ไม่ ละลายทั้งหมด ทำให้กาแฟมีสี น้ำตาลเข้ม	เมื่อนำมาชงในน้ำกาแฟร้อน พบว่าเป็นหยดน้ำมันเล็กๆ เกาะ อยู่บนผิวน้ำกาแฟ และจับตัว กันเป็นก้อน ละลายได้ดีกว่า น้ำมันรำข้าวดิบแต่ไม่ละลาย ทั้งหมด ทำให้กาแฟมีสีน้ำตาล อ่อนกว่าน้ำมันรำข้าวดิบ	เมื่อนำมาชงในน้ำกาแฟร้อน พบว่าเป็นหยดน้ำมันเล็กๆ เกาะอยู่บนผิวน้ำกาแฟ แต่ น้อยมาก ผงละลายได้ ทั้งหมด ทำให้กาแฟมีสี น้ำตาลอ่อนมาก
รสชาติ	รสชาติขมและฝาดมากกว่า น้ำมันรำข้าวที่จำหน่าย ทางการค้า นอกจากนี้ กาแฟ ไม่มีรสชาติมันและมีกลิ่นรำ ข้าวชัดเจน	รสชาติขม ฝาด และมัน เล็กน้อย ไม่มีกลิ่นรำข้าว	รสชาติมัน อร่อย กลมกล่อม และไม่ขม



ภาพที่ 9. ลักษณะปรากฏของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวคิบ (ซ้าย) และน้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า (ขวา)



ภาพที่ 10. ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงที่ผลิตจากน้ำมันรำข้าวคิบ (ซ้าย) น้ำมันรำข้าวที่จำหน่ายทางการค้า (กลาง) และครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ขวา)

จากนั้นทำการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวคิบตามสูตรมาตรฐานและวิธีการที่เหมาะสม เพื่อทดสอบปริมาณความชื้นและไขมัน ผลที่ได้พบว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวคิบมีปริมาณความชื้น 1.39% โดยวิธี AOAC (1995) และมีปริมาณไขมันโดยวิธี AOAC (1995) 22.70% ซึ่งมาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 208 พ.ศ. 2543 เรื่องครีม กำหนดไว้ว่า ครีมเทียมผงจะต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกิน 5% และปริมาณไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่า 30% จะเห็นได้ว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวคิบมีปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าเกณฑ์ ดังนั้นจึงเพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนยจำนวน 50 กรัม และ 100 กรัม และเพิ่มปริมาณน้ำ 100 กรัมในสูตรมาตรฐาน ส่วนผสมอื่นๆ ยังคงเช่นเดิม และขั้นตอนการผลิตก็เหมือนเดิม พบว่า ครีมเทียมเหลวมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 36°Brix ครีมเทียมผงที่ได้มีสีครีม

ละเอียด ละลายน้ำได้ดี ปริมาณ 130 กรัม น้ำครีมเทียมผง (ได้จากเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย) มาทดสอบ ปริมาณความชื้นก่อนอบในตู้อบลมร้อนที่ 60°C นาน 36 ชั่วโมง (เนื่องจากครีมเทียมผงที่ได้ดูเปียก) และความชื้นหลังอบ ปริมาณไขมัน และความสามารถในการละลาย ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10. ปริมาณความชื้นและไขมันของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบที่เพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนย

ครีมเทียมผงจากน้ำมัน รำข้าวที่เพิ่มปริมาณ นมผงขาดมันเนย (กรัม)	ปริมาณ (%)			ความสามารถใน การละลาย
	ความชื้นก่อนอบ	ความชื้นหลังอบ	ไขมัน	
50	3.73	3.55	16.62	1 นาที
100	2.48	1.86	19.84	40 วินาที

จากตารางที่ 10 พบว่า ปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแต่ปริมาณไขมันต่ำกว่าเกณฑ์และต่ำกว่าสูตรที่ไม่ได้เพิ่มนมผงขาดมันเนย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้นมผงขาดมันเนยซึ่งไม่มีไขมันเป็นส่วนประกอบจึงทำให้มีปริมาณไขมันต่ำ

4.2 การแก้ปัญหาหยาบไขมันเล็กๆ ที่พบบนผิวหน้าน้ำกาแฟ ความขมและฝาดของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบ

เนื่องจากผู้วิจัยสันนิษฐานว่า ไขมันเล็กๆ ที่พบบนผิวหน้าน้ำกาแฟ ความขมและฝาดของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบนั้นเป็นผลมาจากการที่น้ำมันรำข้าวดิบไม่ได้ผ่านกระบวนการรีไฟน์เหมือนน้ำมันรำข้าวยี่ห้อคิง และคิดว่ากัมที่มีในน้ำมันรำข้าวดิบส่งผลต่อรสชาติขมและฝาด ดังนั้นจึงต้องการกำจัดกัมที่มีอยู่ในน้ำมันรำข้าวดิบด้วยการกรองน้ำมันรำข้าวดิบในห้องเย็นที่ 0°C ซึ่งพบว่า น้ำมันรำข้าวดิบหลังจากการกรองมีลักษณะเหนียวหนืด และมีสีน้ำตาลอ่อน (เดิมที่มีสีน้ำตาลเข้ม) เมื่อนำออกจากห้องเย็นและทิ้งไว้ให้ละลาย สียังคงเป็นสีน้ำตาลอ่อนเหมือนเดิม และเมื่อนำมาผลิตครีมเทียมผง ได้ผงสีครีม ละเอียด เมื่อนำไปชงกับกาแฟพบว่า มีหยาบไขมันเล็กๆ มากกว่าน้ำมันรำข้าวดิบที่ไม่ผ่านการกรองในห้องเย็น (ภาพที่ 11) มีรสชาติขมและฝาด และมีกลิ่นรำข้าวเหมือนเดิม ดังนั้นจึงควรปรับปรุงวิธีการ degumming นำครีมเทียมผงที่ได้ไปตรวจทดสอบความสามารถในการละลาย พบว่า มีค่า 20 วินาที



ภาพที่ 11. ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบที่ผ่านการกรองในห้องเย็นที่ 0°C (ซ้าย) และจากน้ำมันรำข้าวดิบ (ขวา)

ทำการกำจัดกัม (degumming) อีก 2 วิธี คือ แบบเป็นชุดและแบบต่อเนื่อง (ภาคผนวก 1) แต่ครั้งนี้ใช้นมผงพร่องมันเนยแทนนมผงขาดมันเนย เนื่องจาก นมผงขาดมันเนยขาดตลาด ทั้งนี้เป็นแนวทางสำหรับการเพิ่มปริมาณไขมันทั้งหมดในครีมเทียมผงด้วย โดยทำการเพิ่มนมผงพร่องมันเนยปริมาณ 50 กรัม และ 75 กรัม แล้วผลิตครีมเทียมผงโดยใช้สูตรมาตรฐานและปรับปริมาณน้ำทั้งหมดเป็น 1,100 กรัม ใช้ความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที อุณหภูมิผสมเข้า 140°C และค่าความหวาน $35\text{-}40^{\circ}\text{Brix}$ ผลการทดสอบที่ได้แสดงดังตารางที่ 11 และภาพที่ 12 และ 13

จากตารางที่ 11 สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบที่เพิ่มปริมาณนมผงพร่องมันเนยปริมาณ 75 กรัมและผ่านการ degumming แบบต่อเนื่อง ให้ครีมเทียมผงที่มีคุณลักษณะดีกว่าสถานะอื่นๆ ถึงแม้ว่าปริมาณครีมเทียมผงที่ได้จะน้อยกว่าการ degumming แบบชุด นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าครีมเทียมผงที่ได้จากทุกสถานะมีปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

ตารางที่ 11. คุณลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผ่านกรรมวิธี Degumming ทั้ง 2 แบบ

ลักษณะที่ทดสอบ	Degumming แบบชุด		Degumming แบบต่อเนื่อง	
	เพิ่มนมผงพร่อง มันเนย 50 กรัม	เพิ่มนมผงพร่อง มันเนย 75 กรัม	เพิ่มนมผงพร่อง มันเนย 50 กรัม	เพิ่มนมผงพร่อง มันเนย 75 กรัม
ครีมเทียมเหลวก่อน ป้อนเข้าเครื่องอบแห้ง	เนื้อครีมไหลสะดวก ไม่เหนียว	เนื้อครีมไหลสะดวก ไม่เหนียว	เนื้อครีมไหลสะดวก ไม่เหนียว	เนื้อครีมไหลสะดวก ไม่เหนียว
ปริมาณผงที่ร่อนผ่าน ตะแกรงขนาด 40 mesh	150 กรัม	155 กรัม	50 กรัม	80 กรัม
ปริมาณความชื้นหลัง อบ	1.19%	1.28%	1.35%	1.10%
ปริมาณไขมัน	31.45%	33.03%	32.18%	32.91%
สี	ผงสีครีม	ผงสีครีม	ผงสีครีม	ผงสีครีม
ความละเอียดของผง	ละเอียด	ละเอียด	ละเอียด	ละเอียด
การละลาย	เมื่อนำไปชงกับกาแฟ พบว่า มีหยดไขมัน ขนาดใหญ่ลอยอยู่ มี ไขมันติดรอบข้างแก้ว	เมื่อนำไปชงกับกาแฟ พบว่า มีหยดไขมัน ขนาดใหญ่ลอยอยู่ มี ไขมันติดรอบข้างแก้ว ละลายค่อนข้างดี มีสี น้ำอ่อนกว่าการ degumming แบบชุด ที่เพิ่มนมผงพร่องมัน เนย 50 กรัม	เมื่อนำไปชงกับกาแฟ พบว่า มีหยดไขมัน ขนาดเล็กๆ ลอยอยู่ น้อยกว่า การ degumming แบบชุด และหยดไขมันเล็ก กว่าแบบชุด	เมื่อนำไปชงกับกาแฟ พบว่า มีหยดไขมัน ขนาดเล็กๆ ลอยอยู่ น้อยกว่าการ degumming แบบชุด ลักษณะเนื้อของน้ำ กาแฟมากกว่า และ ละลายค่อนข้างดี
รสชาติ	รสชาติขมและฝาด มีกลิ่นรำข้าว	รสชาติขมและฝาด มีกลิ่นรำข้าว	รสชาติขมและฝาด มีกลิ่นรำข้าว	รสชาติขมและฝาด น้อยกว่าการ degumming แบบต่อเนื่อง ที่เพิ่ม นมผงพร่องมันเนย 50 กรัม มีกลิ่นรำข้าว



ภาพที่ 12. ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบที่ผ่านการ degumming แบบชูด และเพิ่มปริมาณนมพร่องมันเนย 50 กรัม (หน้าซ้าย) 75 กรัม (หน้าขวา) และครีมเทียมผงที่กำหนดทางการค้า (หลัง)



ภาพที่ 13. ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบที่ผ่านการ degumming แบบต่อเนื่อง และเพิ่มปริมาณนมพร่องมันเนย 50 กรัม (หน้าซ้าย) 75 กรัม (หน้าขวา) และครีมเทียมผงที่กำหนดทางการค้า (หลัง)

ทดสอบความสามารถในการละลาย (ภาคผนวก 1) ของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวดิบและครีมเทียมผงที่มีจำหน่ายทางการค้า ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12. ความสามารถในการละลายของครีมเทียมผงชนิดต่างๆ

ลำดับที่	ครีมเทียมผง	ความสามารถในการละลาย
1	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่กรองผ่าน ห้องเย็นที่ 0°C	20 วินาที
2	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่เพิ่มนมผง ขาดมันเนย 100 กรัม	40 วินาที
3	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่เพิ่มนมผง ขาดมันเนย 50 กรัม	1 นาที
4	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่เพิ่มนมผง พร่องมันเนย 75 กรัม และผ่านการ degumming แบบชุด	1 นาที 20 วินาที
5	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่เพิ่มนมผง พร่องมันเนย 50 กรัม และผ่านการ degumming แบบชุด	1 นาที 30 วินาที
6	ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้ายี่ห้อ C	1 นาที 30 วินาที
7	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่เพิ่มนมพร่อง มันเนย 75 กรัมและผ่านการ degumming แบบต่อเนื่อง	1 นาที 35 วินาที
8	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่เพิ่มนมพร่อง มันเนย 50 กรัมและผ่านการ degumming แบบต่อเนื่อง	1 นาที 40 วินาที
9	ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้ายี่ห้อ A	1 นาที 45 วินาที

หมายเหตุ

1. ปริมาณน้ำที่เติมลงไปในสูตรมีผลต่อกระบวนการผลิตครีมเทียมผง นั่นคือ ถ้าใส่น้ำปริมาณน้อยทำให้ครีมเทียมเหลวมีความข้นหนืดมากซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการป้อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย และทำให้หัวฉีดอุดตัน แต่ถ้าใส่น้ำปริมาณมากเกินไปทำให้ครีมเทียมเหลวมีลักษณะเป็นของเหลวมากเกินไป
2. เวลาที่ใช้ในการปั่นส่วนผสมของครีมเทียมเหลว ถ้าใช้เวลานานเกินไปทำให้เนื้อครีมเทียมเหลวข้นหนืดเกาะกันเป็นก้อน ซึ่งทำให้ไม่สามารถป้อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยได้ แต่ถ้าใช้เวลาน้อยเกินไปก็ทำให้ส่วนผสมไม่รวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันและเนื้อไม่เนียน

3. ขั้นตอนในการเติมส่วนผสมของครีมเทียมเหลวขณะปั่นผสมนั้นสำคัญมากเพราะถ้าใส่ไม่ถูกลำดับก็จะทำให้ได้ของผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน หรือเป็นก้อน หรือมีลักษณะที่ไม่เหมาะสมสำหรับป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

4.3 การพัฒนาสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร ที่พัฒนามาจากสูตรครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์ม 2 ยี่ห้อ และน้ำมันถั่วเหลือง 1 ยี่ห้อ โดยใช้ไขมันรำข้าวแทนที่น้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง เพื่อคัดเลือกเป็นสูตรพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อไป โดยสูตรที่ใช้แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13. สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ได้รับการปรับปรุงสูตรแล้ว

ส่วนผสม	สูตร (กรัม)		
	A	B	C
กลูโคสไซรัป	560	625	600
น้ำมันรำข้าว	360	310	340
นมผงพร่องมันเนย	125	0	0
เลซิติน	109.75	109.75	109.75
มอลโทเดกซ์ตริน	25	25	25
โซเดียมเคซีเนต	25	25	23
น้ำ	1,000	1,000	1,000
ปริมาณทั้งหมด	2,204.75	2,094.75	2,097.75

เนื่องจากการได้รับการแนะนำจากบริษัทผู้จำหน่ายสารเคมีและผู้ทรงคุณวุฒิในการใช้สารเคมีเพื่อช่วยในการทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ และสารป้องกันการรวมตัวกันเป็นก้อน ดังนั้นจึงได้มีการทดลองใช้เลซิตินและมอลโทเดกซ์ตริน จนกระทั่งได้ปริมาณที่เหมาะสมในการเติมดังแสดงในตารางที่ 13

ขั้นตอนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ขั้นตอนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีดังนี้

1. นำกลูโคสไซรัปไปต้มกับน้ำ (900 กรัม) จนละลายหมด
2. นำนมผงพร่องมันเนยผสมกับน้ำ (100 กรัม) จนเป็นเนื้อเดียวกัน

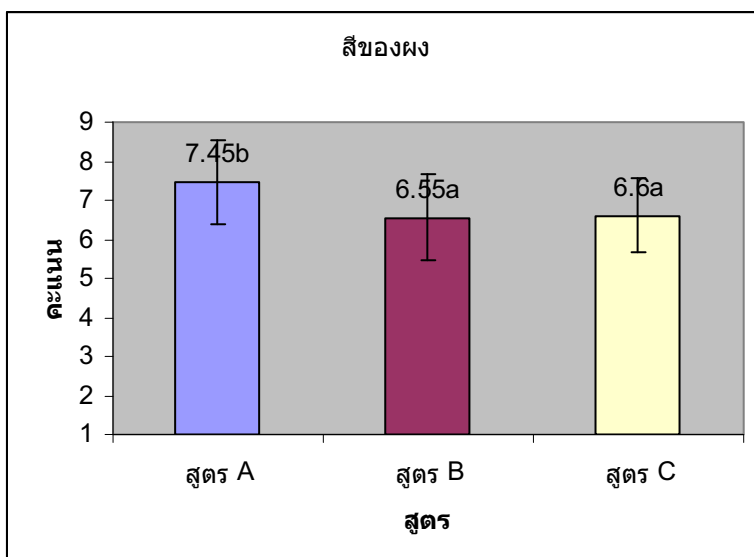
3. เติมกลูโคสไซรัปที่ละลายแล้ว (ข้อ 1) น้ำมันรำข้าว และโซเดียมเคซิเนต ในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 30 นาที
4. เติมเลซิตินลงไปเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
5. เติมมอลโทเดกซ์ตรินลงไปเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
6. เติมนมผงพร่องมันเนยที่ผสมน้ำแล้ว (ข้อ 2) ลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
6. นำของผสมออกจากเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และเทใส่ในเหยือกสเตนเลสสำหรับการป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย
7. ตั้งค่าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ดังนี้
 - 7.1 อุณหภูมิลมเข้า 140 องศาเซลเซียส
 - 7.2 ระดับความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที
8. ทำการอบแห้งจนกระทั่งของผสมในเหยือกหมด ก็จะได้เป็นครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
9. นำครีมเทียมผงมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh และบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์

4.3.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานสำหรับการพัฒนาครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว ซึ่งพัฒนามาจากสูตรครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า 2 ยี่ห้อ คือ A และ C และน้ำมันถั่วเหลือง 1 ยี่ห้อคือ ยี่ห้อ B โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 40 คน และวิธี Hedonic scale 9 points ทำการทดสอบคุณลักษณะด้าน สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง การละลายของผง สีของกาแฟรสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และความชอบโดยรวม

4.3.1.1 สีของผง

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A (ภาพที่ 14) ได้รับคะแนนความชอบด้านสีของผงสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากมีสีครีมสว่างกว่าสูตรอื่นๆ อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าสี L^* (ตารางที่ 14) มีระดับความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B ได้รับคะแนนความชอบด้านสีของผงไม่แตกต่างจากสูตร C อย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) และมีระดับความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B และ C ไม่เติมนมผงพร่องมันเนยจึงทำให้ผงมีสีเหลืองเข้มกว่าครีมเทียมผงทั่วไปจึงดูไม่น่ารับประทาน

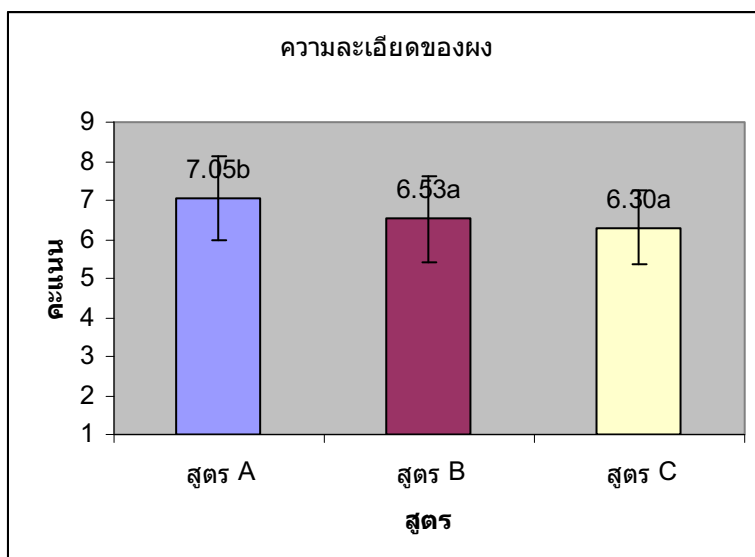


ภาพที่ 14. การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.3.1.2 ความละเอียดของผง

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ได้รับคะแนนความชอบด้านความละเอียดของผงระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (ภาพที่ 15) ซึ่งสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B ได้รับคะแนนความชอบด้านความละเอียดของผงระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ซึ่งไม่แตกต่างจากสูตร C อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ถึงแม้ว่าครีมเทียมผงที่นำมาทดสอบทุกสูตรผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 40 mesh เหมือนกัน แต่ครีมเทียมผงสูตร B และ C นั้นมีความชื้นสูงกว่าสูตร A จึงทำให้ลักษณะของผงดูชื้นและเกาะตัวกันเป็นก้อนเล็กๆ ประปราย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ตารางที่ 14) ที่พบว่า ครีมเทียมผงสูตร B มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด รองลงมาคือ สูตร C และ A ตามลำดับ

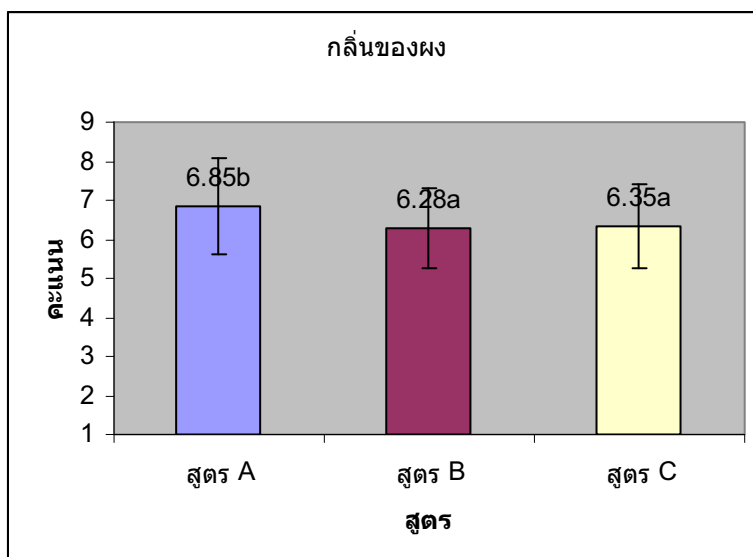


ภาพที่ 15. การยอมรับของผู้บริโภคด้านความละเอียดของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.3.1.3. กลิ่นของผง

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นของผงสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) (ภาพที่ 16) ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นของผงไม่แตกต่างจากสูตร C อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ใช้สูตร B และ C ไม่เติมนมผงพร่องมันเนยจึงทำให้มีกลิ่นของน้ำมันรำข้าวที่ชัดเจนกว่าสูตร A ซึ่งถึงแม้ว่าจะใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวมากกว่าสูตร B และ C ก็ตาม (ตารางที่ 13) อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นของผงระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากครีมเทียมจากน้ำมันรำข้าวมีกลิ่นของรำข้าวที่ค่อนข้างชัดเจนซึ่งผู้บริโภคไม่คุ้นเคยจึงทำให้ได้รับคะแนนความชอบไม่สูงเท่าที่ควร

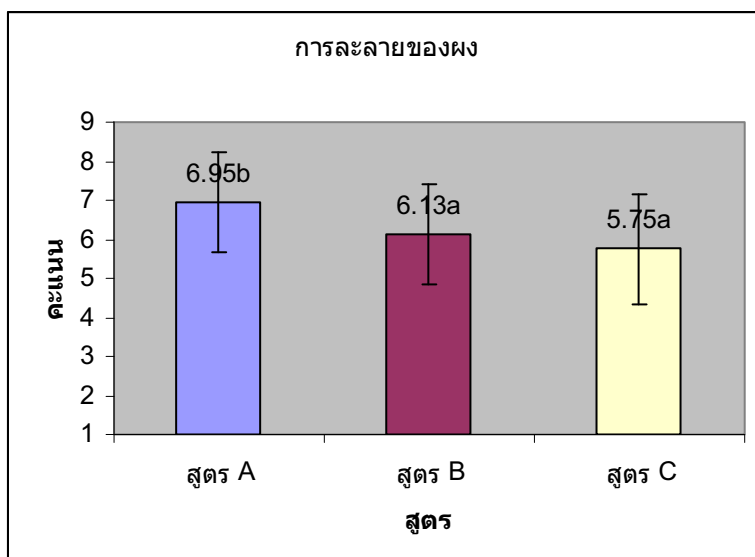


ภาพที่ 16. การยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.3.1.4 การละลายของผง

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ได้รับคะแนนความชอบด้านการละลายของผงสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B ได้รับคะแนนความชอบด้านการละลายของผงไม่แตกต่างจากสูตร B อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (ภาพที่ 17) ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสามารถในการละลายของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว ที่พบว่า ครีมเทียมผงสูตร C ใช้เวลาในการละลายน้อยกว่าสูตร B และ A ตามลำดับ (ตารางที่ 15) ความสามารถในการละลายจะเป็นน้ำหนักของของแข็งทั้งหมดในสารละลายที่สามารถละลายน้ำได้ที่แยกออกจากส่วนของเม็ดแป้งที่พองตัว นั่นคือน้ำหนักของแป้งที่ละลายน้ำได้ (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2550) ดังนั้นเนื่องจากครีมเทียมผงสูตร C มีปริมาณกลูโคสไซรี่ปมากที่สุด รองลงมาคือสูตร B และ A ตามลำดับ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ละลายได้ไม่ดีเท่าสูตรอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตรได้รับคะแนนความชอบด้านการละลายของผงระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

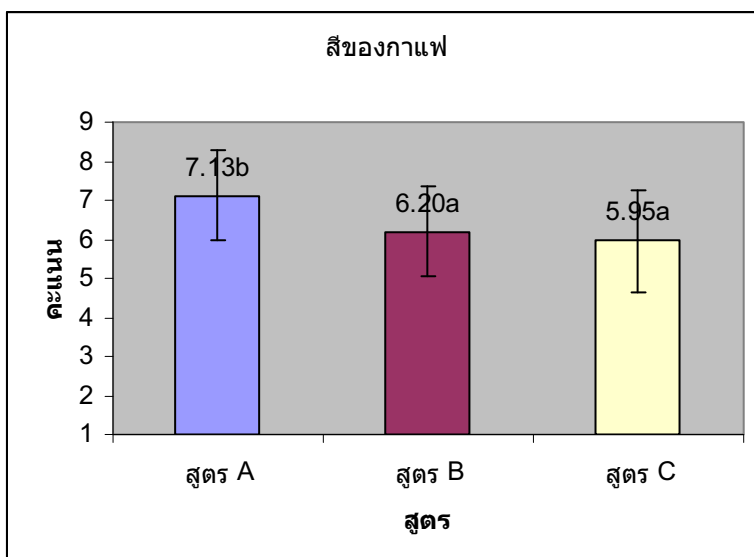


ภาพที่ 17. การยอมรับของผู้บริโภคด้านการละลายของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

4.3.1.5 สีของกาแฟ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ได้รับคะแนนความชอบด้านสีของกาแฟระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (ภาพที่ 18) ซึ่งสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากสีของกาแฟของผลิตภัณฑ์ที่ได้คล้ายกับครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้าซึ่งเป็นที่คุ้นเคยและนิยมทั่วไป ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ใช้สูตร B ได้รับคะแนนความชอบด้านสีของกาแฟระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางซึ่งไม่แตกต่างจากสูตร C อย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครีมเทียมผงสูตร B และ C นั้นไม่ได้เติมนมผงพร่องมันเนยลงไปจึงทำให้กาแฟมีสีน้ำตาลเข้มมากกว่าสูตร A

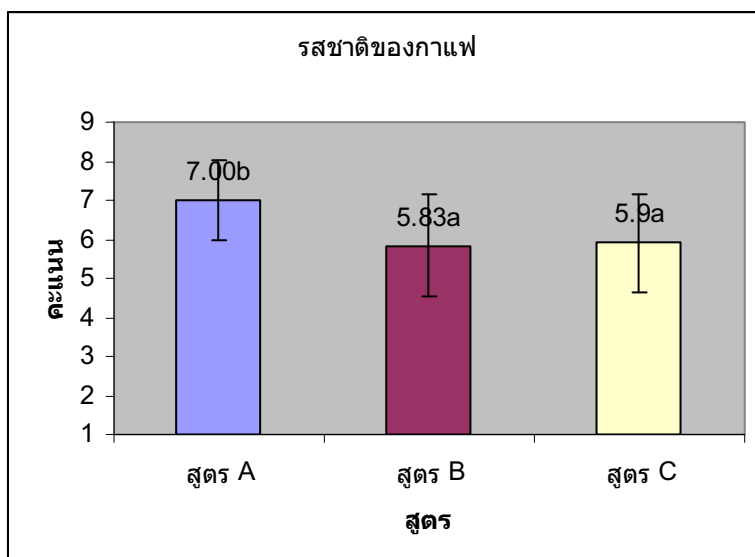


ภาพที่ 18. การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.3.1.6 รสชาติของกาแฟ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติของกาแฟระดับชอบปานกลางซึ่งสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) (ภาพที่ 19) ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ใช้สูตร B ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติของกาแฟระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อยซึ่งไม่แตกต่างจากสูตร C อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ใช้สูตร B และ C นั้นไม่ได้เติมนมผงพร่องมันเนยลงไปจึงทำให้กาแฟมีรสชาติที่ไม่มันข้นและกลมกล่อมเท่าสูตร A

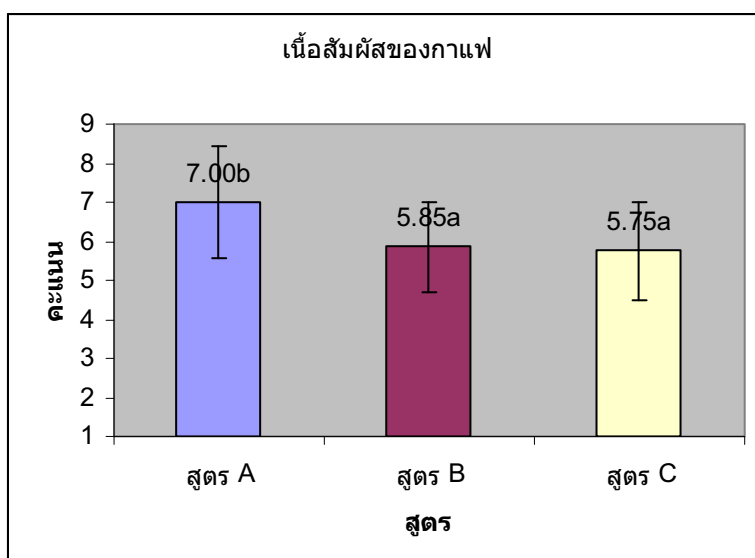


ภาพที่ 19. การยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.3.1.7 เนื้อสัมผัสของกาแฟ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของกาแฟระดับชอบปานกลาง (ภาพที่ 20) ซึ่งสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของกาแฟระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อยซึ่งไม่แตกต่างจากสูตร C อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ใช้สูตร B และ C นั้นไม่ได้เติมนมผงพร่องมันเนยลงไปจึงทำให้กาแฟมีเนื้อสัมผัสที่ไม่นุ่มและลื่นคอเหมือนสูตร A

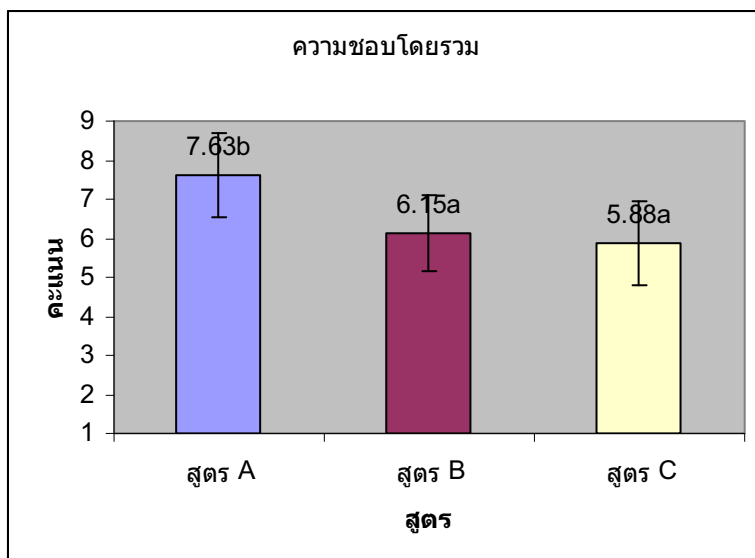


ภาพที่ 20. การยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.3.1.8 ความชอบโดยรวม

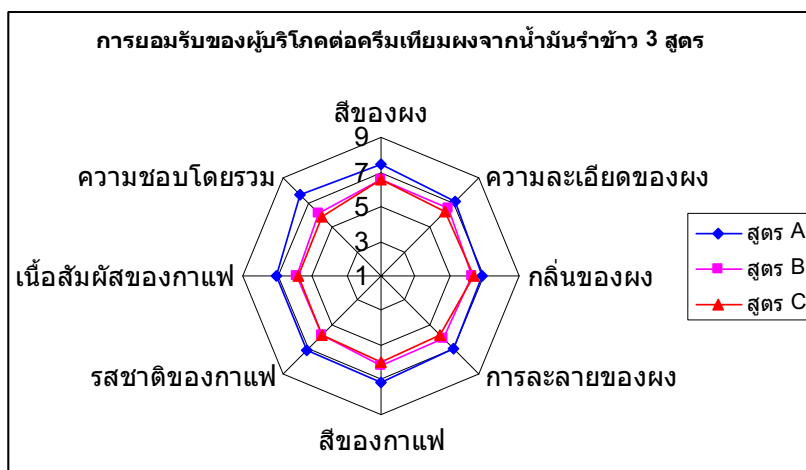
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ได้รับคะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (ภาพที่ 21) ซึ่งสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) เนื่องจากมีคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความละเอียด และความสามารถในการละลายของผง สีของกาแฟรสชาติของกาแฟและเนื้อสัมผัสของกาแฟคล้ายคลึงกับครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้าซึ่งเป็นที่คุ้นเคยและนิยมทั่วไปมากกว่าสูตรอื่นๆ ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ใช้สูตร B ได้รับคะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวมระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางซึ่งไม่แตกต่างจากสูตร C อย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B และ C นั้นไม่ได้เติมนมผงพร่องมันเนยลงไปจึงทำให้คุณลักษณะต่างๆ ของครีมเทียมผง และกาแฟไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเท่าที่ควร



ภาพที่ 21. การยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตรด้าน สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง การละลายของผง สีของกาแฟ รสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และ ความชอบโดยรวม เมื่อนำทุกคุณลักษณะที่ทดสอบมาพลอตเป็นกราฟใยแมงมุมทำให้เห็นการเปรียบเทียบได้ชัดเจนขึ้นและสามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ได้รับคะแนนการยอมรับทุกคุณลักษณะที่ทดสอบสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) (ภาพที่ 22) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นสูตรเดียวที่มีการเติมนมผงพร่องมันเนย ซึ่งมีผลในทางบวกต่อคุณลักษณะด้านต่างๆ ของครีมเทียมผงและกาแฟที่ทดสอบ ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตร A สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวต่อไป



ภาพที่ 22. การเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.3.2 การศึกษาคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร

นำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตรมาทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเพื่อใช้ประกอบการคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมควบคู่กับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.3.2.1 คุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตรพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ของค่าเฉลี่ยของทุกๆ คุณสมบัติทางเคมีที่ทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.2.1.1 ปริมาณความชื้น

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับสูตร C (ตารางที่ 14) แต่มีปริมาณต่ำกว่าสูตร B อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากในสูตร A มีนมผงพร่องมันเนยซึ่งเป็นตัวพาที่ทำหน้าที่เจือจางปริมาณน้ำตาลให้มีความเข้มข้นลดลงจึงทำให้ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีความชื้นน้อยที่สุด นอกจากนี้สูตร A มีปริมาณวัตถุดิบเริ่มต้นมากกว่าสูตรอื่นๆ ต่อปริมาณน้ำที่เท่ากันทั้ง 3 สูตร (ตารางที่ 13) ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตรมีปริมาณความชื้นเป็นไปตามค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 5%) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 208 (พ.ศ. 2543) เรื่องครีม

4.3.2.1.2 ปริมาณไขมัน

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีปริมาณไขมันสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 14) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B มีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากในสูตร A มีปริมาณน้ำมันรำข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตครีมเทียมผง

มากกว่าสูตรอื่นๆ นอกจากนี้สูตร A เป็นสูตรเดียวที่มีการเติมนมผงพร่องมันเนยซึ่งช่วยเพิ่มปริมาณไขมันจึงทำให้ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีปริมาณไขมันมากที่สุด เมื่อพิจารณาเกณฑ์มาตรฐานเกี่ยวกับปริมาณไขมันสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2543) พบว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A และสูตร C มีปริมาณไขมันเป็นไปตามข้อกำหนดนั้นคือไม่น้อยกว่า 30%

4.3.2.1.3 ค่า TBA

เมื่อนำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ที่ได้หลังจากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมาทดสอบ พบว่ามีค่า TBA ต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 14) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B มีค่า TBA สูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากครีมเทียมผงสูตร B มีปริมาณความชื้นสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) จึงสามารถเกิดการเหม็นหืนได้เร็วกว่าสูตรอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ค่า TBA ที่วิเคราะห์ได้นั้นมีค่าต่ำมากจนสามารถสรุปได้ว่าแทบจะไม่มีเกิดการเหม็นหืนเกิดขึ้นในครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร

4.3.2.1.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทดสอบหลังจากที่ผสมของผสมเป็นเนื้อเดียวกันก่อนนำมาฉีดพ่นเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยและวัดโดยใช้เครื่อง Hand refractometer พบว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 14) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีปริมาณกลูโคสไซรัปมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร C มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ในช่วงที่ตั้งไว้คือ 30-40°Brix

ตารางที่ 14. องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

องค์ประกอบทางเคมี	สูตรครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว		
	A	B	C
ความชื้น (%)	4.17 ± 0.17^a	4.83 ± 0.14^b	4.46 ± 0.13^a
ไขมัน (%)	32.13 ± 0.15^c	28.37 ± 0.15^a	30.33 ± 0.25^b
TBA (mg/Kg)	0.47 ± 0.09^a	1.10 ± 0.08^c	0.75 ± 0.09^b
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	33 ± 0.00^b	35 ± 0.00^c	30 ± 0.00^a

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร สามารถสรุปได้ว่าครีมเทียมผงสูตร A และ C มีปริมาณความชื้นและไขมันเป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2543) เรื่องครีม อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงสูตร A มีปริมาณความชื้นต่ำกว่า มีปริมาณไขมันสูงกว่า และมีค่า TBA ต่ำกว่าสูตร C อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ตามค่าที่ตั้งไว้ ดังนั้น จึงเลือกสูตร A สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวต่อไป ซึ่งผลการทดสอบทางเคมีนี้สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่เลือกสูตร A เช่นกัน

4.3.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตรพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยของทุกคุณสมบัติทางกายภาพที่ทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.2.2.1 ค่าสี

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีค่า L^* สูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 15) ทั้งนี้เนื่องจากครีมเทียมผงสูตร A เป็นสูตรเดียวที่มีการเติมนมผงพร่องมันเนยซึ่งมีผลทำให้ครีมเทียมผงที่ได้เมื่อนำมาชงกับกาแฟให้สีน้ำตาลอ่อนกว่าสูตรอื่นๆ ที่ไม่ได้เติมนมผงพร่องมันเนย ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร C มีค่า L^* สูงกว่าสูตร B อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาทั้งค่า L^* , a^* และ b^* แล้วพบว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร มีสีในโทนเดียวกันคือมีสีขาวครีม ซึ่งเป็นสีที่ใกล้เคียงกับครีมเทียมผงที่มีจำหน่ายทางการค้า นอกจากนี้ ค่า L^* , a^* และ b^* ของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตรมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่พบในงานวิจัยของวิชัยและคณะ (2536) ที่รายงานว่าวุ้นหางจรเข้ผงมีค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 88.34, -2.30 และ 14.55 ตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีขาวออกเหลือง

4.3.2.2.2 ความสามารถในการละลาย

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีความสามารถในการละลายต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากใช้เวลาในการละลาย 1.48 นาที ซึ่งนานกว่าสูตรอื่นๆ และมีความสามารถในการละลายต่ำกว่าครีมเทียมผงสูตร C ที่จำหน่ายทางการค้าที่ใช้ไขมันปาล์ม (1.30 นาที, ตารางที่ 12) อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงสูตร A ใช้เวลาในการละลายใกล้เคียงกับสูตรเดียวกันที่จำหน่ายทางการค้าแต่ใช้น้ำมันปาล์ม ซึ่งมีค่า 1.45 นาที (ตารางที่ 12) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร C มีความสามารถในการละลายสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากใช้เวลาในการละลายน้อยที่สุด (1.29 นาที, ตารางที่ 15) และใกล้เคียงกับสูตรเดียวกันที่จำหน่ายทางการค้าแต่ใช้น้ำมันปาล์ม ซึ่งมีค่า 1.30 นาที (ตารางที่ 12) ความสามารถในการละลาย (Solubility) หมายถึงเวลาที่ใช้ในการละลายอย่างสมบูรณ์ของผงตัวอย่างในน้ำกลั่น (อุณหภูมิต่ำ) (Al-Kahtani and Hassan, 1990) การที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มี

ความสามารถในการละลายต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อาจเป็นไปได้ว่ามีสาเหตุมาจากปริมาณวัตถุดิบเริ่มต้นในสูตรการผลิตของสูตร A มีมากกว่าสูตรอื่นๆ ในปริมาณน้ำที่เท่ากัน (ตารางที่ 13)

4.3.2.2.3 ความสามารถในการกระจายตัว

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีความสามารถในการกระจายตัวสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 15) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร C มีความสามารถในการกระจายตัวต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 15. การวิเคราะห์ทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

การวิเคราะห์ทางกายภาพ	สูตรครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว		
	A	B	C
L*	94.12 ± 8.08^c	92.77 ± 1.57^a	94.19 ± 3.00^b
a*	-2.53 ± 4.73^a	-2.33 ± 2.52^b	-2.31 ± 5.86^b
b*	12.43 ± 3.21^c	10.34 ± 2.65^b	9.55 ± 3.51^a
ความสามารถในการละลาย (นาท)	1.48 ± 2.51^c	1.42 ± 2.64^b	1.29 ± 1.53^a
ความสามารถในการกระจายตัว (nm/min)	13.07 ± 2.52^c	8.11 ± 1.53^b	7.41 ± 1.00^a

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ค่า L* เป็นค่าที่บ่งบอกความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) ถึง 100 (ขาว), ค่า a* เป็นบวกแสดงถึงความเป็นสีแดง และค่า a* เป็นลบแสดงถึงความเป็นสีเขียว และค่า b* เป็นบวกแสดงถึงความเป็นสีเหลือง และค่า b* เป็นลบแสดงถึงความเป็น สีนํ้าเงิน

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร สามารถสรุปได้ว่า ถึงแม้ว่าครีมเทียมผงสูตร A มีความสามารถในการละลายต่ำกว่าสูตรอื่นๆ หรือละลายช้ากว่าสูตรอื่นๆ แต่มีค่าใกล้เคียงสูตรเดียวกันที่จำหน่ายทางการค้า (ซึ่งใช้น้ำมันปาล์ม) และยังมีคุณสมบัติด้านสีและความสามารถในการกระจายตัวดีกว่าสูตรอื่นๆ ดังนั้นจึงเลือกสูตร A สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวต่อไป

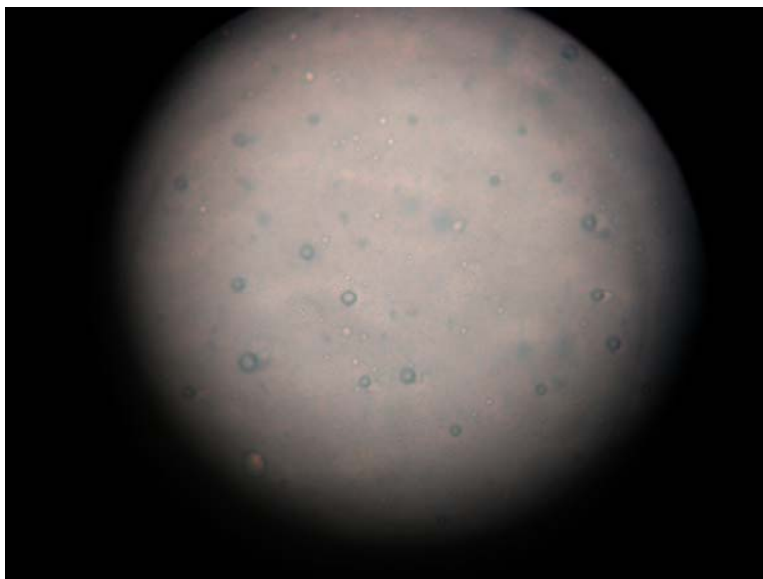
จากการพัฒนาสูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยใช้สูตรครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า 2 ยี่ห้อ และน้ำมันถั่วเหลืองที่จำหน่ายทางการค้า 1 ยี่ห้อ โดยใช้น้ำมันรำข้าวแทนน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ทางเคมีและกายภาพ สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงสูตร A ซึ่งประกอบด้วย 1) กลูโคสไซรัป 560 กรัม 2) น้ำมันรำข้าว

360 กรัม 3) นมผงพร่องมันเนย 125 กรัม 4) เลซิติน 109.75 กรัม 5) อิมัลซิไฟอิง สตาร์ช 25 กรัม 6) โซเดียมเคซิเนต 25 กรัม และ 7) น้ำ 1,000 กรัม เป็นสูตรที่มีคุณสมบัติที่สุด ดังนั้นจึงเลือกสูตร A สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวต่อไป

4.3.3 การศึกษาขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลวและครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 3 สูตร

4.3.3.1 ขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลว

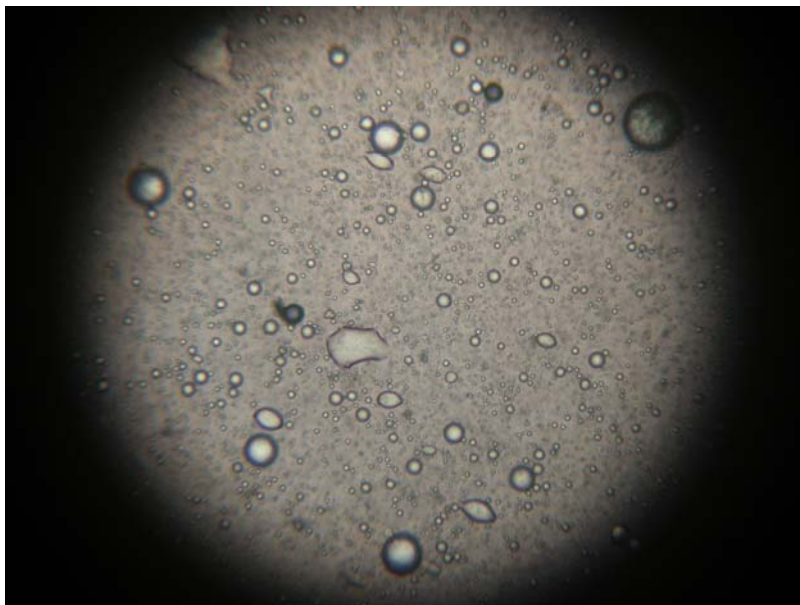
หลังจากผสมส่วนผสมต่างๆ ของการทำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A, B และ C ตามขั้นตอนการผลิตแล้ว นำครีมเทียมเหลวก่อนฉีดพ่นเข้าเครื่อง Spray dryer ทั้ง 3 สูตร มาศึกษาขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลวโดยใช้เครื่อง Light Microscope โดยมีวิธีการคือ นำตัวอย่างครีมเทียมผงไปรยลงบน Carbon tape แล้วเกลี่ยให้กระจายทั่ว Carbon tape โดยใช้ไม้จิ้มฟัน และเป่าผงออกให้เหลือเฉพาะส่วนที่ติดบน Carbon tape นำมาอบที่อุณหภูมิ 50°C นาน 2 ชั่วโมง นำมาฉาบผิวตัวอย่างด้วยทอง และนำมาส่องด้วยเครื่อง SEM ผลแสดงดังภาพที่ 23-25 เมื่อพิจารณาขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลวจะเห็นได้ว่า ครีมเทียมเหลวสูตร A มีเนื้อเนียนและมีอนุภาคนาขนาดเล็กกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ (ภาพที่ 23) ส่วนสูตร B มีขนาดของอนุภาคทั้งใหญ่และเล็กปะปนกัน (ภาพที่ 24) และสูตร C นั้นมีขนาดของอนุภาคทั้งใหญ่และเล็กปะปนกัน (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 23. ขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลวสูตร A เมื่อส่องด้วยเครื่อง Light Microscope



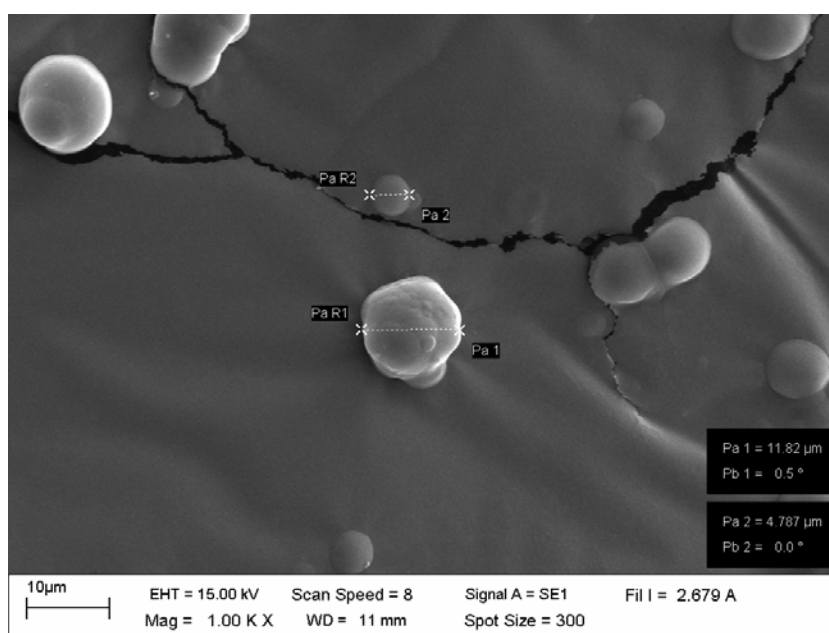
ภาพที่ 24. ขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลวสูตร B เมื่อส่องด้วยเครื่อง Light Microscope



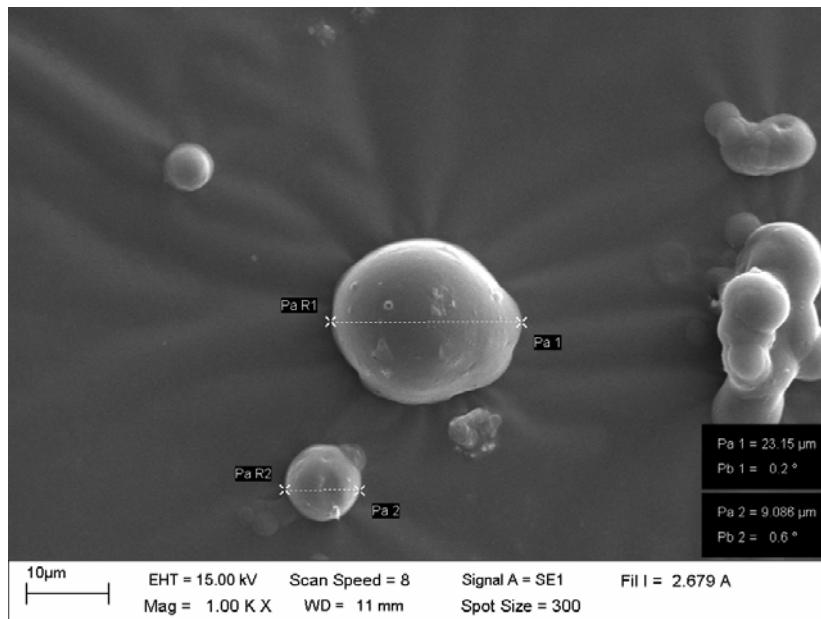
ภาพที่ 25. ขนาดและรูปร่างของครีมเทียมเหลวสูตร C เมื่อส่องด้วยเครื่อง Light Microscope

4.3.3.2 ขนาดและรูปร่างของครีมเทียมผง

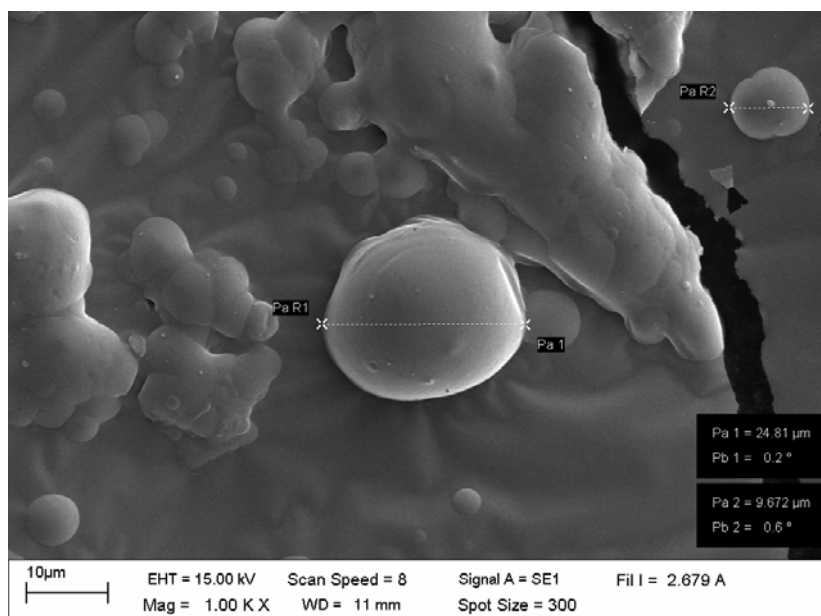
นำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร มาศึกษาขนาดและรูปร่างของเม็ดไขมันโดยใช้เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) โดยมีวิธีการคือ นำตัวอย่างครีมเทียมผงไปรยลงบน Carbon tape แล้วเกลี่ยให้กระจายทั่ว Carbon tape โดยใช้ไม้จิ้มฟัน และเป่าผงออกให้เหลือเฉพาะส่วนที่ติดบน Carbon tape นำมาอบที่อุณหภูมิ 50°C นาน 2 ชั่วโมง นำมาฉาบผิวตัวอย่างด้วยทอง และนำมาส่องด้วยเครื่อง SEM ผลแสดงดังภาพที่ 29-31 เมื่อพิจารณาขนาดและรูปร่างของเม็ดครีมเทียมผงจะเห็นได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีอนุภาคผงครีมเทียมที่มีขนาดเล็กกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ (ภาพที่ 26) ซึ่งจะส่งผลต่อคุณสมบัติของครีมเทียมผงโดยเฉพาะด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความนุ่มเนียนของกาแฟ ส่วนสูตร B มีขนาดของอนุภาคทั้งใหญ่ ($21.15\text{ }\mu\text{m}$) และเล็ก ($9.086\text{ }\mu\text{m}$) ปะปนกัน (ภาพที่ 27) และสูตร C นั้นมีอนุภาคของครีมเทียมที่ไม่กระจายตัวดีเท่าที่ควร โดยรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่และมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 26. ขนาดและรูปร่างของเม็ดครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A เมื่อส่องด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope



ภาพที่ 27. ขนาดและรูปร่างของเม็ดครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร B เมื่อส่องด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope



ภาพที่ 28. ขนาดและรูปร่างของเม็ดครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร C เมื่อส่องด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope

4.4 การพัฒนากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

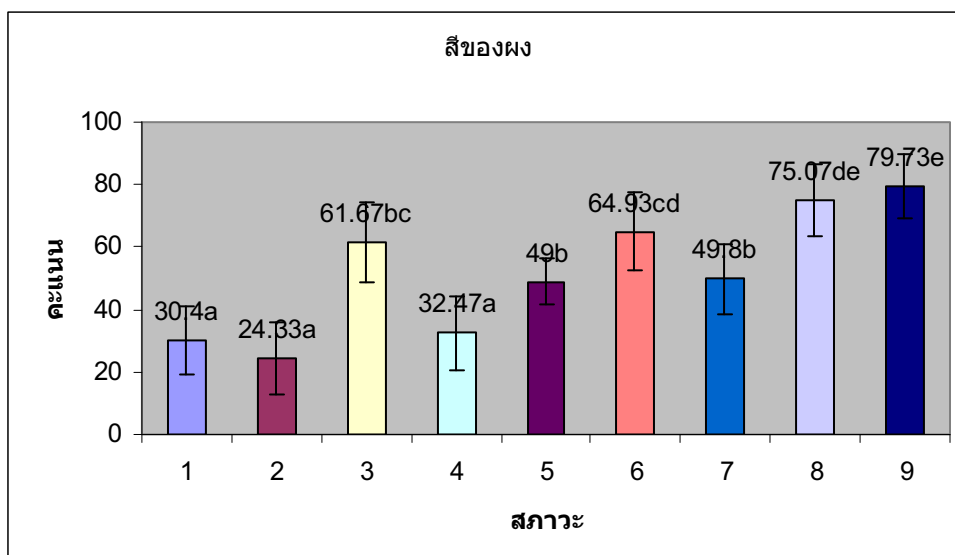
เมื่อได้สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวแล้ว (สูตร A) ทำการศึกษากระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยปรับเปลี่ยนตัวแปรที่ต้องการศึกษาคือ อุณหภูมิผสม (140 160 และ 180 องศาเซลเซียส) และความเร็วรอบของปั๊ม (5 10 และ 15 รอบ/นาที) เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

4.4.1 การศึกษาคุณลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวโดยผู้บริโภคร

จากการศึกษาคุณลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยวิธี Rating scale โดยใช้ผู้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 15 คน โดยทดสอบคุณลักษณะด้าน สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง ความสามารถในการละลายของผง สีของกาแฟรสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 9 สภาวะ เพื่อคัดเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด 1 กระบวนการโดยใช้คะแนนการยอมรับเป็นเกณฑ์ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สภาวะการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 9 สภาวะมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทุกๆ คุณลักษณะที่ทดสอบ โดยรายละเอียดของแต่ละคุณลักษณะสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.4.1.1 สีของผง

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านสีของผงอยู่ในช่วง 24-80 คะแนน (ภาพที่ 29) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1, 2 และ 4 มีคะแนนด้านสีของผงต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีสีเหลืองอ่อนมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้อุณหภูมิผสมที่ต่ำนั้นคือ 140 160 และ 140°C ตามลำดับ ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 9 มีคะแนนด้านสีของผงสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 8 นั่นคือมีสีเหลืองเข้มมาก ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะที่ 8 และ 9 นั้นใช้อุณหภูมิผสมที่ 160 และ 180°C ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่สภาวะอื่นๆ จึงทำให้ครีมเทียมผงที่ได้มีสีเหลืองเข้ม ครีมเทียมผงที่ดีควรมีสีขาวครีมถึงเหลืองอ่อน ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านสีของผงของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสม 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



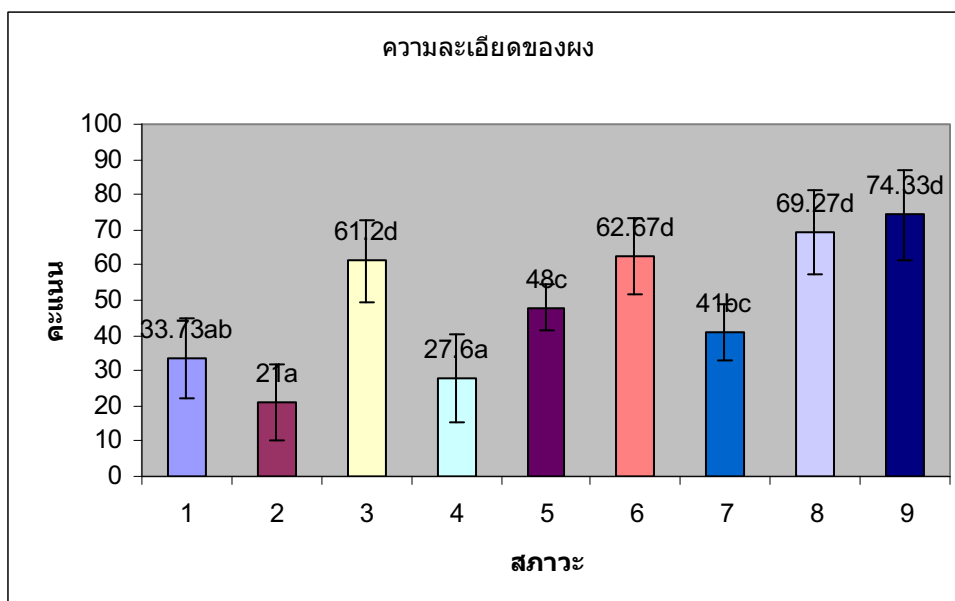
ภาพที่ 29. คะแนนด้านสีของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = สีเหลืองอ่อนมาก, 100 = สีเหลืองเข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.2 ความละเอียดของผง

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านความละเอียดของผงอยู่ในช่วง 21-75 คะแนน (ภาพที่ 30) ถึงแม้ว่าครีมเทียมผงทุกสภาวะการผลิตผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 40 mesh ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1, 2 และ 4 มีคะแนนด้านความละเอียดของผงต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีผงที่ละเอียด ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 3, 6, 8 และ 9 มีคะแนนด้านความละเอียดของผงสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีผงที่หยาบ ครีมเทียมผงที่ดีควรมีผงที่ละเอียดมากเพื่อต่อการละลาย ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านความละเอียดของผงของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิหมักเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



ภาพที่ 30. คะแนนด้านความละเอียดของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

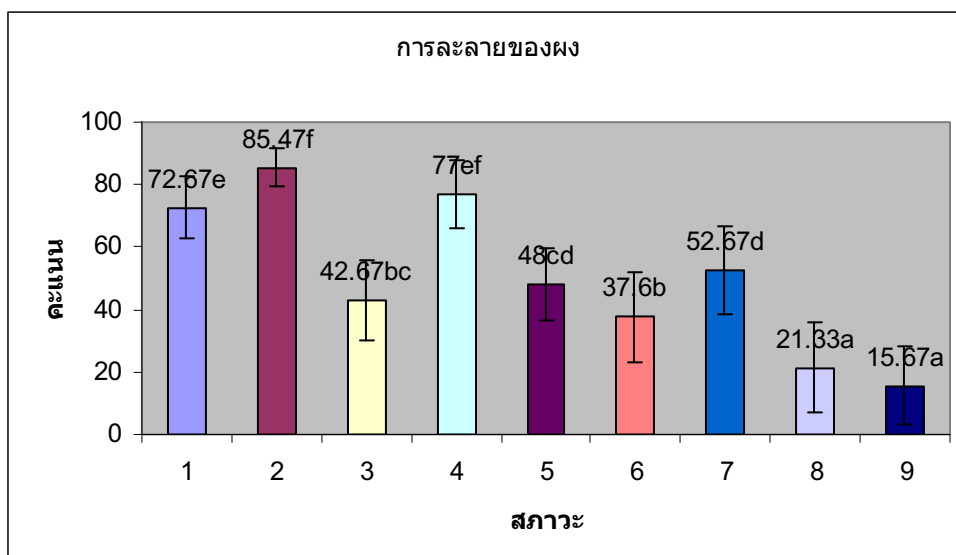
(คะแนน 0 = ละเอียดมาก, 100 = หยาบมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.3 การละลายของผง

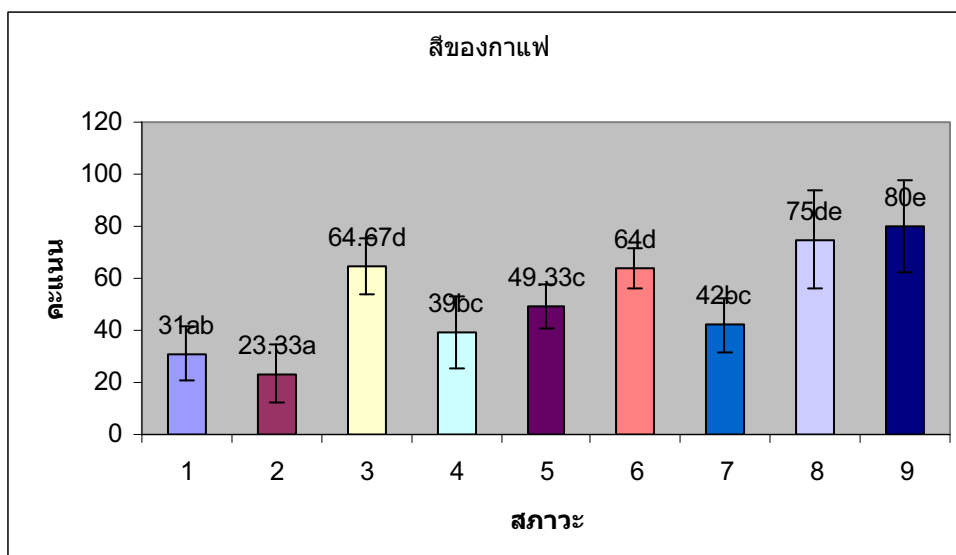
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านการละลายของผงอยู่ในช่วง 15-86 คะแนน (ภาพที่ 31) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านการละลายของผงสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 4 นั่นคือมีการละลายเกือบสมบูรณ์ ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 8 และ 9 มีคะแนนด้านการละลายของผงต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีการละลายไม่สมบูรณ์ ครีมเทียมผงที่ดีต้องละลายได้ดี ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านการละลายของผงของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปี่ม 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



ภาพที่ 31. คะแนนด้านการละลายของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = ไม่สมบูรณ์มาก, 100 = สมบูรณ์)
 ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)
 สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.1.4 สีของกาแฟ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านสีอยู่ในช่วง 23-80 คะแนน (ภาพที่ 32) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านสีของกาแฟต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 1 นั่นคือมีสีของกาแฟอ่อน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 9 มีคะแนนด้านสีของกาแฟสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 8 นั่นคือมีสีของกาแฟเข้ม ครีมเทียมผงที่ดีควรจะทำให้สีของกาแฟอ่อนลงนั่นคือมีสีน้ำตาลอ่อน ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านสีของกาแฟของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิหมักเข้า 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาที่ น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



ภาพที่ 32. คะแนนด้านสีของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

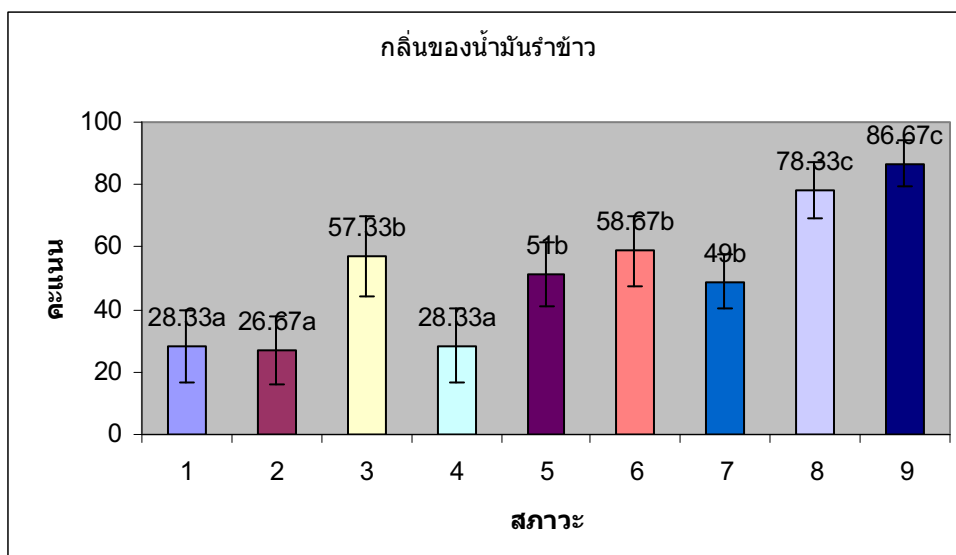
(คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.1.5 กลิ่นของน้ำมันรำข้าว

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านกลิ่นอยู่ในช่วง 26-87 คะแนน (ภาพที่ 33) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1, 2 และ 4 มีคะแนนด้านกลิ่นของน้ำมันรำข้าวต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีกลิ่นของน้ำมันรำข้าวอ่อน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 8 และ 9 มีคะแนนด้านกลิ่นของน้ำมันรำข้าวสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีกลิ่นของน้ำมันรำข้าวแรงมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะมีกลิ่นของน้ำมันรำข้าวอ่อนๆ ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านกลิ่นของน้ำมันรำข้าวของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาที่ น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



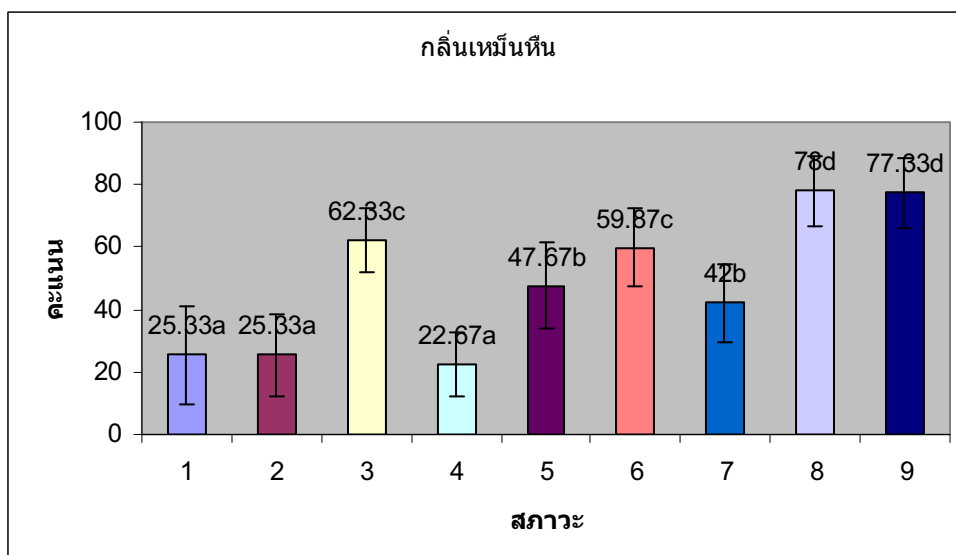
ภาพที่ 33. คะแนนด้านกลั่นของน้ำมันรำข้าวของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = แรงมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.1.6 กลิ่นเหม็นหืน

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนอยู่ในช่วง 22-78 คะแนน (ภาพที่ 34) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1, 2 และ 4 มีคะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) นั่นคือมีกลิ่นเหม็นหืนอ่อน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 8 และ 9 มีคะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) นั่นคือมีกลิ่นเหม็นหืนแรงมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะไม่มีกลิ่นเหม็นหืน ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านกลิ่นเหม็นหืนของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 4 คือใช้อุณหภูมิหมักเข้า 140°C และความเร็วรอบของปั๊ม 10 รอบ/นาที่ น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 ก็ได้รับคะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) กับสภาวะที่ 4



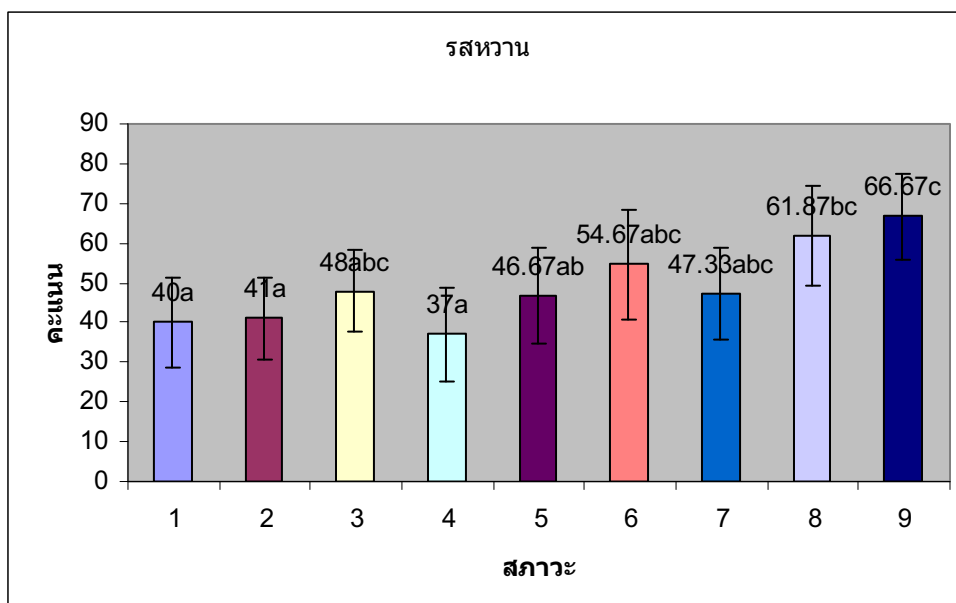
ภาพที่ 34. คะแนนด้านกลิ่นเหม็นหืนของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = แรงมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาทีก, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาทีก, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาทีก, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาทีก, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาทีก, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาทีก, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาทีก, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาทีก, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาทีก

4.4.1.7 รสหวาน

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านรสหวานอยู่ในช่วง 37-67 คะแนน (ภาพที่ 35) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1-7 มีคะแนนด้านรสหวานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) นั่นคือมีรสหวานเล็กน้อย ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 9 มีคะแนนด้านรสหวานสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 3, 6, 7 และ 8 นั่นคือมีรสหวานเข้มข้นเล็กน้อย ครีมเทียมผงที่ดีควรจะไม่มีรสหวาน ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านรสหวานของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 4 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 140°C และความเร็วรอบของปั๊ม 10 รอบ/นาทีก น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาทีก ก็ได้รับคะแนนด้านรสหวานไม่แตกต่างจากสภาวะที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$)



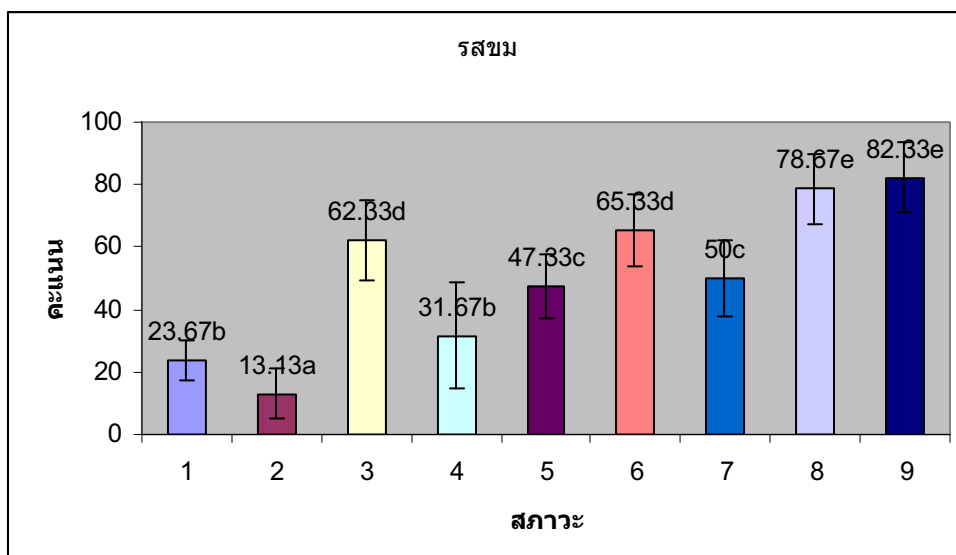
ภาพที่ 35. คะแนนด้านรสหวานของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.8 รสขม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านรสขมอยู่ในช่วง 13-83 คะแนน (ภาพที่ 36) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านรสขมต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีรสขมอ่อนมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 8 และ 9 มีคะแนนด้านรสขมสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีรสขมมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะไม่มีรสขม ดังนั้นเมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านรสขมของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



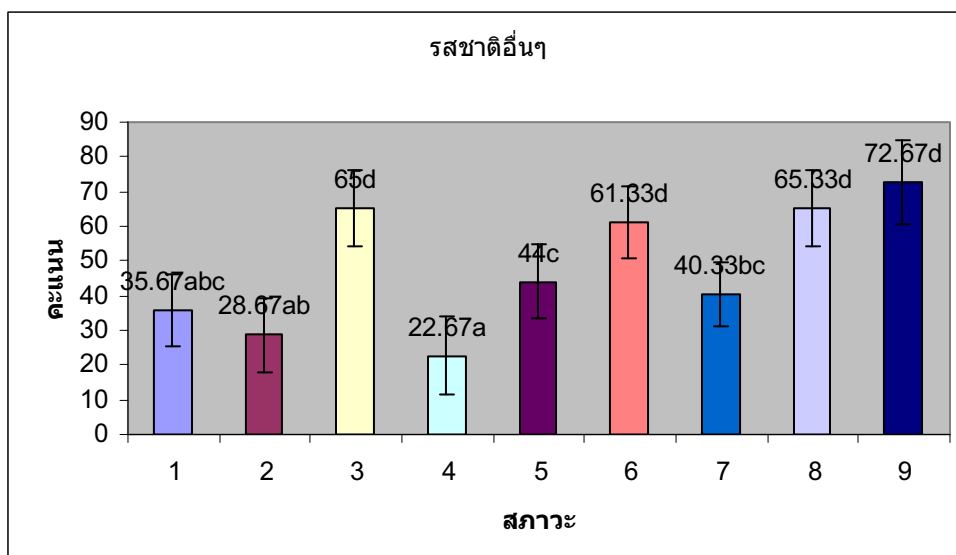
ภาพที่ 36. คะแนนด้านรสขมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.9 รสชาติอื่นๆ

รสชาติอื่นๆ หมายถึงรสชาติอื่นที่นอกเหนือจากรสกาแฟ รสหวาน และรสขม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านรสชาติอื่นๆ อยู่ในช่วง 22-73 คะแนน (ภาพที่ 37) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านรสชาติอื่นๆ ต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 1 และ 4 นั่นคือมีรสชาติอื่นๆ ค่อนข้างอ่อน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 3, 6, 8 และ 9 มีคะแนนด้านรสชาติอื่นๆ สูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีรสชาติอื่นๆ ค่อนข้างมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะไม่มียาเสพติด ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านรสชาติอื่นๆ ของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 4 คือใช้อุณหภูมิ 140°C และความเร็วรอบของปั่น 10 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของปั่น 5 รอบ/นาที ก็ได้รับคะแนนด้านรสชาติอื่นๆ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กับสภาวะที่ 4



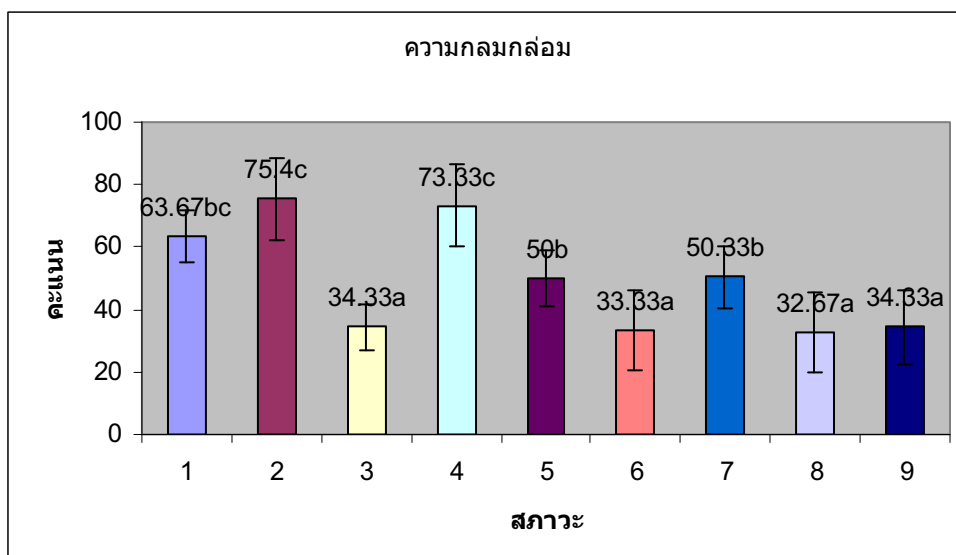
ภาพที่ 37. คะแนนด้านรสชาติอื่นๆของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.10 ความกลมกล่อม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านความกลมกล่อมอยู่ในช่วง 32-75 คะแนน (ภาพที่ 38) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านความกลมกล่อมสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 1 และ 4 นั่นคือมีความกลมกล่อมค่อนข้างเข้ม ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 3, 6, 8 และ 9 มีคะแนนด้านความกลมกล่อมต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) นั่นคือมีความกลมกล่อมค่อนข้างอ่อน ครีมเทียมผงที่ดีควรมีความกลมกล่อมสูง ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านความกลมกล่อมของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



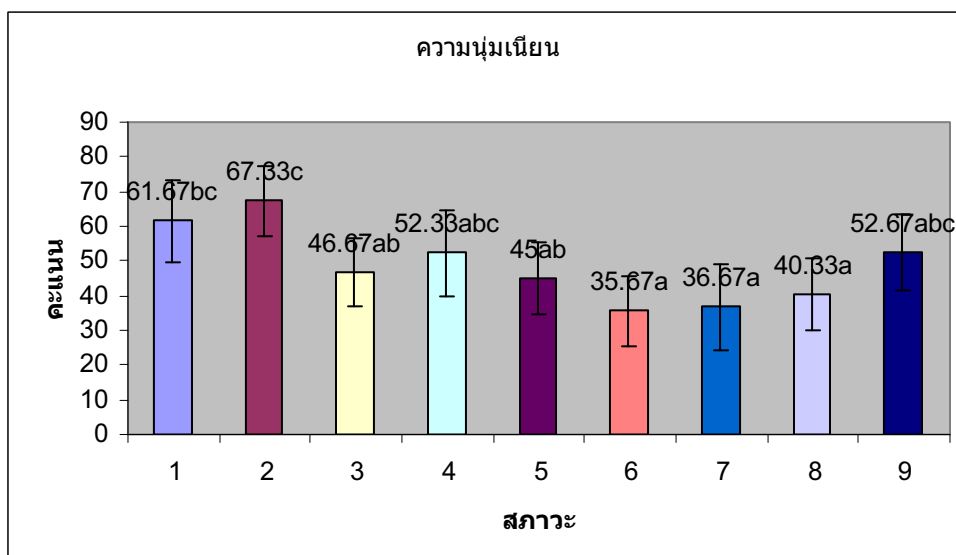
ภาพที่ 38. คะแนนด้านความกลมกล่อมของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.1.11 ความนุ่มเนียน

ความนุ่มเนียนคือความนุ่มและความเนียนของกาแฟที่เติมครีมเทียมผงเมื่อสัมผัสกับลิ้น โดยที่ไม่สามารถลิ้นหรือมีลักษณะเป็นผงที่ลิ้นเมื่อดื่ม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านความนุ่มเนียนอยู่ในช่วง 35-68 คะแนน (ภาพที่ 39) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านความนุ่มเนียนสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 1, 4 และ 9 นั่นคือมีความนุ่มเนียนค่อนข้างเข้ม ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 มีคะแนนด้านความนุ่มเนียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) นั่นคือมีความนุ่มเนียนค่อนข้างอ่อน ครีมเทียมผงที่ดีควรมีความนุ่มเนียนสูง ดังนั้น เมื่อพิจารณาคุณสมบัติด้านความนุ่มเนียนของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 160°C และความเร็วรอบของป้อน 5 รอบ/นาที่ น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ



ภาพที่ 39. คะแนนด้านความนุ่มเนียนของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = อ่อนมาก, 100 = เข้มมาก)

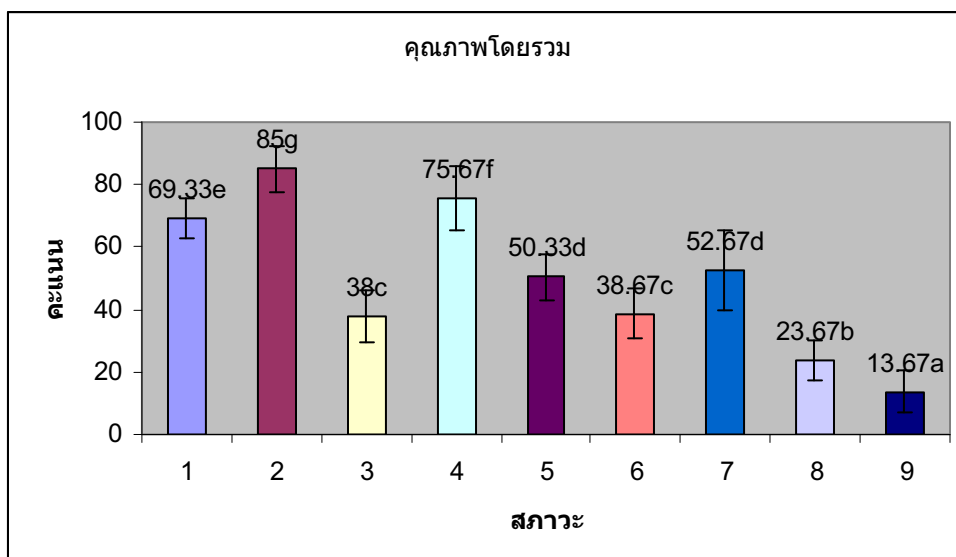
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที

4.4.1.12 คุณภาพโดยรวม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะมีคะแนนด้านคุณภาพโดยรวมอยู่ในช่วง 13-86 คะแนน (ภาพที่ 40) ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีคะแนนด้านคุณภาพโดยรวมสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) นั่นคือมีคุณภาพโดยรวมสูงมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยสภาวะที่ 9 มีคะแนนด้านคุณภาพโดยรวมต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) นั่นคือมีคุณภาพโดยรวมต่ำมาก ครีมเทียมผงที่ดีควรจะมีคุณภาพโดยรวมสูง ดังนั้น เมื่อพิจารณาคูสมบัติด้านคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที น่าจะเหมาะสมกว่าที่สภาวะอื่นๆ

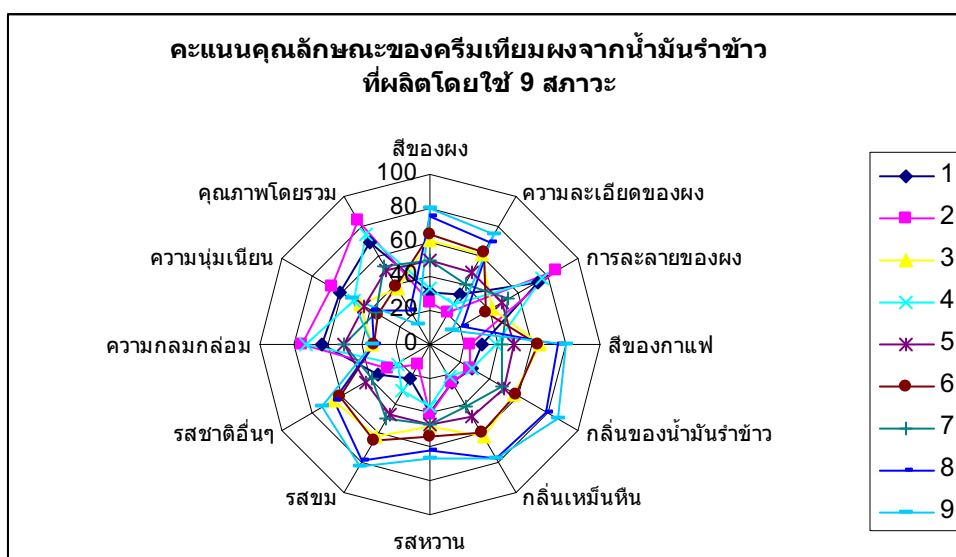
จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง การละลายของผง สีของกาแฟ รสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว 9 สภาวะ สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิผสมเข้าและความเร็วรอบของปั๊มมีผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของครีมเทียมผงที่ผลิตได้ ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยสภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที มีคะแนนความชอบของผู้บริโภคสูงกว่าสภาวะอื่นๆ ในทุกๆ คุณลักษณะที่ทดสอบ (ภาพที่ 38) ดังนั้น จึงเลือกสภาวะที่ 2 ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 40. คะแนนด้านคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = ต่ำมาก 100 = สูงมาก)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาทีก, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาทีก, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาทีก, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาทีก, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาทีก, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาทีก, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาทีก, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาทีก, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาทีก



ภาพที่ 41. คะแนนคุณลักษณะของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ (คะแนน 0 = ต่ำมาก 100 = สูงมาก)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาทีก, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาทีก, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาทีก, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาทีก, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาทีก, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาทีก, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาทีก, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาทีก, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาทีก

4.4.2 การศึกษาคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

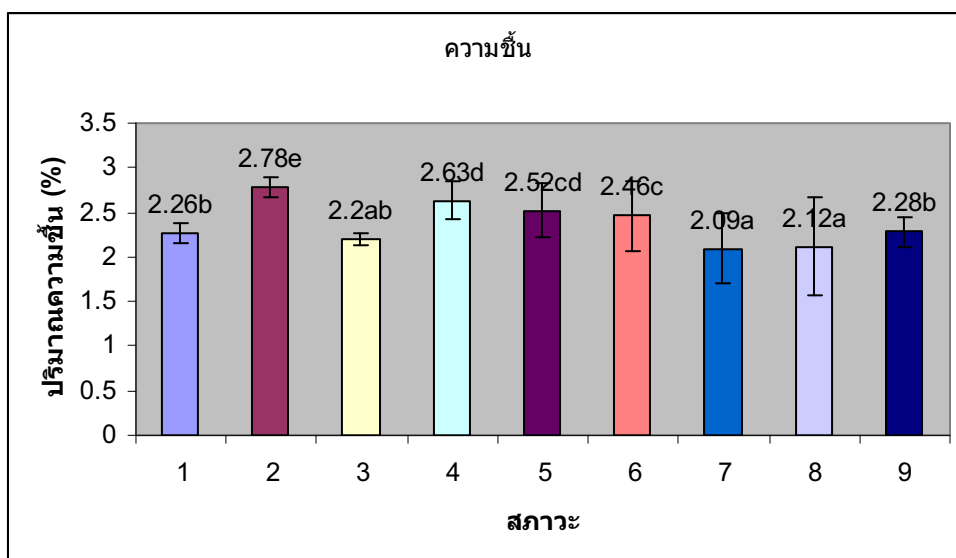
นำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะมาทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพเพื่อใช้ประกอบการคัดเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมควบคู่กับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

4.4.2.1 คุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ของค่าเฉลี่ยของทุกๆ คุณสมบัติทางเคมีที่ทดสอบซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.2.1.1 ปริมาณความชื้นของครีมเทียมผงที่ออกจากเครื่อง spray dryer

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิลมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที่ มีปริมาณความชื้นสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 42) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสภาวะที่ 7 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 3 และ 8 อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ทั้ง 9 สภาวะมีปริมาณความชื้นเป็นไปตามค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 5%) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 208 (พ.ศ. 2543) เรื่องครีม

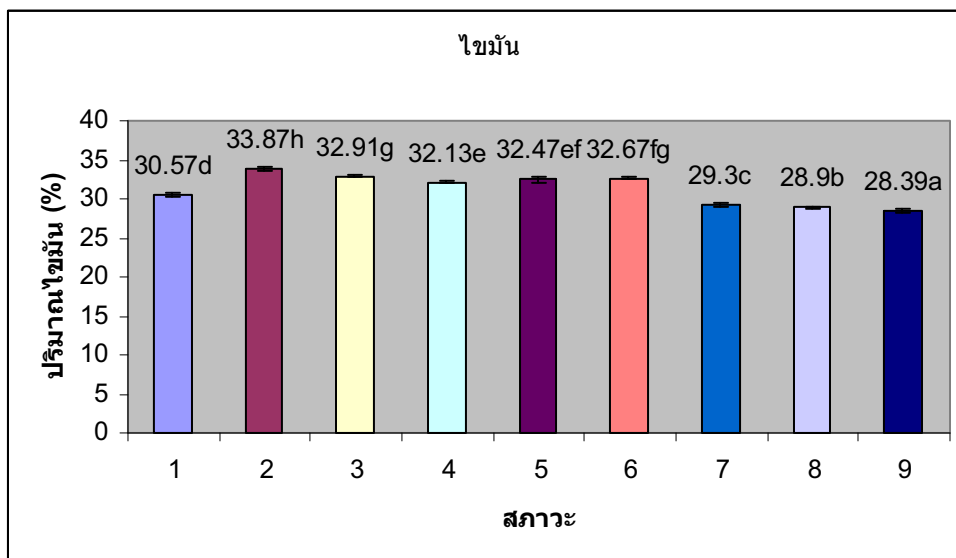


ภาพที่ 42. ปริมาณความชื้นของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.2.1.2 ปริมาณไขมัน

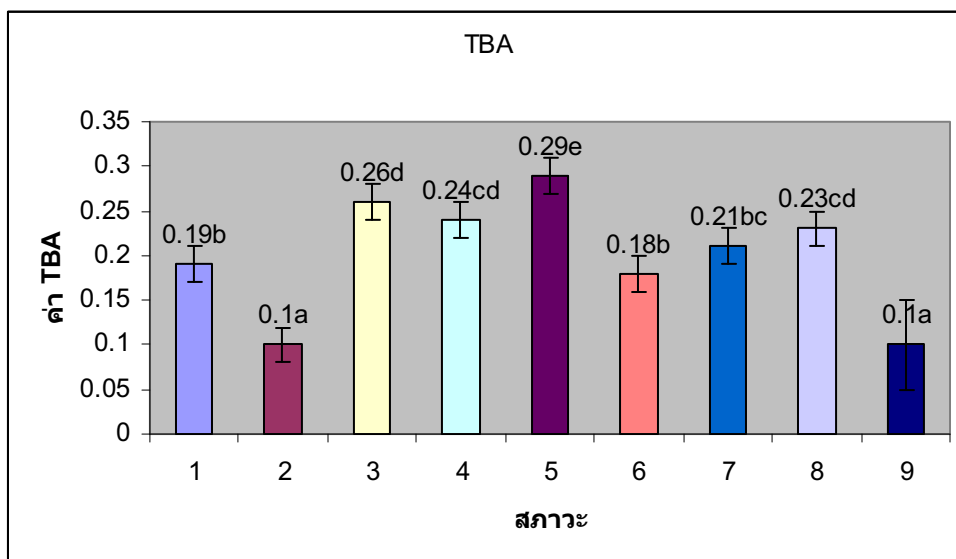
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที มีปริมาณไขมันสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 43) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสภาวะที่ 9 มีปริมาณไขมันต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1-6 มีปริมาณไขมันเป็นไปตามค่ามาตรฐาน (ไม่น้อยกว่า 30%) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 208 (พ.ศ. 2543) เรื่องครีม ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 7-9 มีปริมาณไขมันเป็นต่ำกว่าค่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อย ซึ่ง 3 สภาวะการผลิตหลังนี้มีการใช้ระดับความเร็วรอบของปั๊มสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างไรก็ตาม สูตรที่ใช้เป็นสูตรเดียวกัน ดังนั้นควรมีปริมาณไขมันใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 43. ปริมาณไขมันของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สภาวะ 1 = 140°C, 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C, 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C, 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C, 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C, 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C, 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C, 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C, 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C, 15 รอบ/นาที

4.4.2.1.3 ค่า TBA

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 และ 9 มีค่า TBA ต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 44) ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสภาวะที่ 5 มีค่า TBA สูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าทุกสภาวะการผลิตมีค่า TBA ต่ำมากจนสามารถสรุปได้ว่าแทบจะไม่มีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น



ภาพที่ 44. ค่า TBA ของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาที่, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาที่, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาที่, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาที่, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาที่, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาที่, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาที่, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาที่, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาที่

4.4.2.1.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้

เนื่องจากทั้ง 9 สภาวะที่ศึกษานี้ใช้สูตรเดียวกันดังนั้นเมื่อนำครีมเทียมเหลวมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดพบว่ามีความเท่ากับ 33°Brix ซึ่งอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้คือ $30-40^{\circ}\text{Brix}$

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะสามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิและเวลาของการอบมีผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงที่ผลิตได้ ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 1-6 มีปริมาณความชื้นและไขมันเป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2543) เรื่องครีม อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีปริมาณไขมันสูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) และมีค่า TBA ต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 9 ดังนั้น จึงเลือกสภาวะที่ 2 ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวซึ่งใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของบด 5 รอบ/นาที่ ซึ่งผลการทดสอบทางเคมีนี้สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่เลือกสภาวะที่ 2 เช่นกัน

4.4.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ของค่าเฉลี่ยของทุกๆ คุณสมบัติทางกายภาพที่ทดสอบซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.2.2.1 ค่าสี

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีค่า L^* สูงกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 16) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 8 มีค่า L^* ต่ำกว่าสภาวะอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะมีค่า L^* สูงมาก (>90) ซึ่งแสดงว่าครีมเทียมผงมีสีขาวครีม และเมื่อพิจารณาทั้งค่า L^* , a^* และ b^* แล้วพบว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะมีสีในโทนเดียวกันคือมีสีขาวครีม ซึ่งเป็นสีที่ใกล้เคียงกับครีมเทียมที่มีจำหน่ายทางการค้า นอกจากนี้ ค่า L^* , a^* และ b^* ของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะในการผลิตทั้ง 9 สภาวะมีค่า L^* และ a^* สูงกว่า และมีค่า b^* ต่ำกว่าค่าที่พบในงานวิจัยของวิชัยและคณะ (2536) ที่รายงานว่าวุ้นหางจรเข้ผงมีค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 88.34, -2.30 และ 14.55 ตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีขาวออกเหลือง

ตารางที่ 16. ค่าสีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

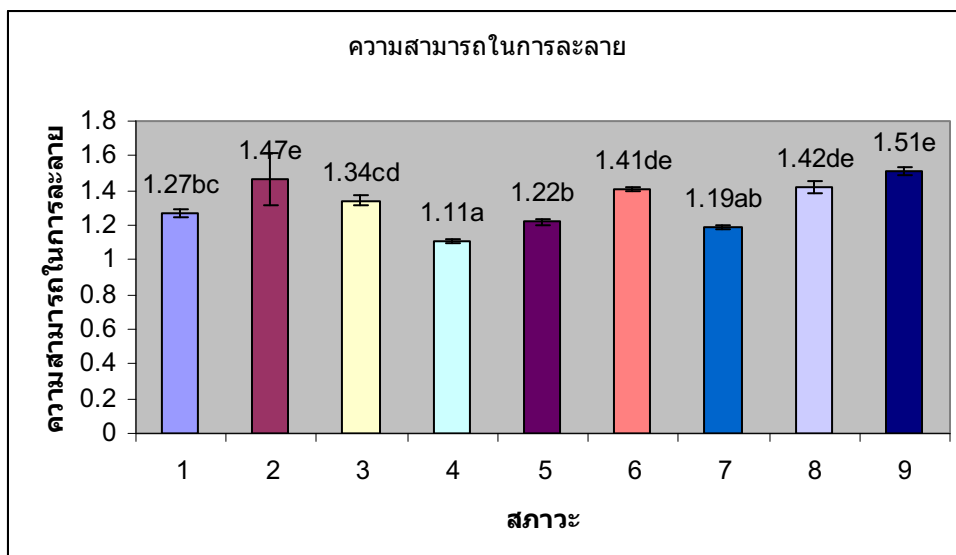
ตัวอย่าง	ค่าสีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว		
	L^*	a^*	b^*
1	94.23 ± 0.01^c	-1.88 ± 0.03^c	10.28 ± 0.02^c
2	94.43 ± 0.02^g	-1.57 ± 0.06^c	9.42 ± 0.48^{ab}
3	93.75 ± 0.07^c	-1.69 ± 0.04^d	10.85 ± 0.12^d
4	94.36 ± 0.04^{fg}	-1.65 ± 0.06^{de}	9.62 ± 0.07^b
5	93.90 ± 0.01^d	-1.93 ± 0.04^c	11.53 ± 0.08^c
6	94.28 ± 0.03^{ef}	-1.55 ± 0.45^c	13.00 ± 0.09^g
7	93.65 ± 0.09^b	-2.31 ± 0.02^a	11.96 ± 0.18^f
8	93.41 ± 0.03^a	-2.03 ± 0.08^b	9.21 ± 0.15^a
9	93.86 ± 0.07^d	-1.62 ± 0.09^{de}	10.10 ± 0.11^c

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแนวดังแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C, 5 รอบ/นาทีก, 2 = 160°C, 5 รอบ/นาทีก, 3 = 180°C, 5 รอบ/นาทีก, 4 = 140°C, 10 รอบ/นาทีก, 5 = 160°C, 10 รอบ/นาทีก, 6 = 180°C, 10 รอบ/นาทีก, 7 = 140°C, 15 รอบ/นาทีก, 8 = 160°C, 15 รอบ/นาทีก, 9 = 180°C, 15 รอบ/นาทีก

4.4.2.2 ความสามารถในการละลาย

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 และ 9 มีความสามารถในการละลายต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 6 และ 8 (ภาพที่ 45) เนื่องจากใช้เวลาในการละลาย 1.47 และ 1.51 นาที ตามลำดับ ซึ่งนานกว่าสูตรอื่นๆ และมีความสามารถในการละลายต่ำกว่าครีมเทียมผงสูตร C ที่จำหน่ายทางการค้าที่ใช้ไขมันปาล์ม (1.30 นาที, ตารางที่ 12) อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 ใช้เวลาในการละลายใกล้เคียงกับสูตรเดียวกันที่จำหน่ายทางการค้าแต่ใช้ไขมันปาล์ม ซึ่งมีค่า 1.45 นาที (ตารางที่ 12) ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 4 มีความสามารถในการละลายสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นสภาวะที่ 7 เนื่องจากใช้เวลาในการละลายน้อยที่สุด (1.11 นาที, ภาพที่ 42) และใช้เวลาในการละลายน้อยกว่าสูตรเดียวกันที่จำหน่ายทางการค้าแต่ใช้ไขมันปาล์ม ซึ่งมีค่า 1.45 นาที (ตารางที่ 12)



ภาพที่ 45. ความสามารถในการละลายของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C, 5 รอบ/นาที, 2 = 160°C, 5 รอบ/นาที, 3 = 180°C, 5 รอบ/นาที, 4 = 140°C, 10 รอบ/นาที, 5 = 160°C, 10 รอบ/นาที, 6 = 180°C, 10 รอบ/นาที, 7 = 140°C, 15 รอบ/นาที, 8 = 160°C, 15 รอบ/นาที, 9 = 180°C, 15 รอบ/นาที

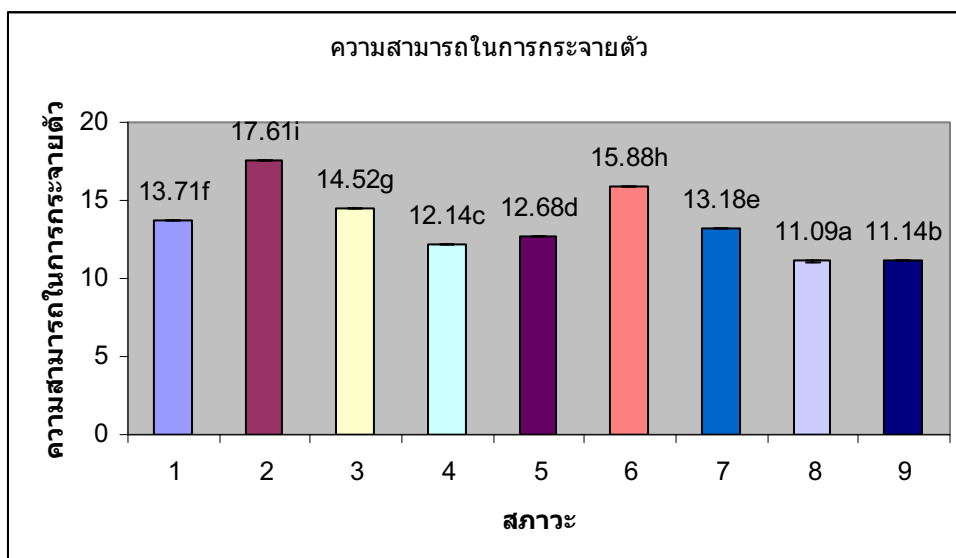
4.4.2.3 ความสามารถในการกระจายตัว

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีความสามารถในการกระจายตัวสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 8 มีความสามารถในการกระจายตัวต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 46) จากการศึกษาวิธีการผลิตน้ำมัน

ข้าวโพดผงโดยวิธีการอบแห้งแบบโฟม-เมท โดย ดุจหทัย (มปป.) พบว่า น้ำมันข้าวโพดผงมีความสามารถในการกระจายตัว 0.33% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยนี้ ในทางตรงกันข้ามความสามารถในการกระจายตัวของว่านหางจระเข้ผงมีค่า 77.25% ซึ่งสูงกว่าค่าที่พบในงานวิจัยนี้มาก (วิชัยและคณะ, 2536)

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิผสมและความเร็วรอบของปั๊มมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงที่ผลิตได้ ถึงแม้ว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 มีความสามารถในการละลายต่ำกว่าสูตรอื่นๆ แต่มีค่าใกล้เคียงสูตรเดียวกันที่จำหน่ายทางการค้าและยังมีความเหมาะสมด้านสีและความสามารถในการกระจายตัวดีกว่าสูตรอื่นๆ ดังนั้นจึงเลือกครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

จากการศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิผสมและความเร็วรอบของปั๊ม ทั้งหมด 9 สภาวะ แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ทางเคมีและกายภาพ สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิผสม 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาท เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเนื่องจากครีมเทียมผงที่ได้มีคุณสมบัติดีกว่าที่สภาวะอื่นๆ



ภาพที่ 46. ความสามารถในการกระจายตัวของผงครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้ 9 สภาวะ

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สภาวะ 1 = 140°C , 5 รอบ/นาท, 2 = 160°C , 5 รอบ/นาท, 3 = 180°C , 5 รอบ/นาท, 4 = 140°C , 10 รอบ/นาท, 5 = 160°C , 10 รอบ/นาท, 6 = 180°C , 10 รอบ/นาท, 7 = 140°C , 15 รอบ/นาท, 8 = 160°C , 15 รอบ/นาท, 9 = 180°C , 15 รอบ/นาท

4.4.2.2.4 ลักษณะปรากฏของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า

ทำการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก แล้วนำมาเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่มีจำหน่ายทางการค้า ผลแสดงดังภาพที่ 47-50

จากภาพที่ 47 จะเห็นได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีสีขาวครีมในขณะที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้ามีสีเหลืองอ่อน สาเหตุของความแตกต่างอาจมาจาก 4 ปัจจัย คือ 1) น้ำมันที่ใช้ผลิตแตกต่างกัน 2) สูตรหรือส่วนผสมที่ต่างกัน 3) อุปกรณ์เครื่องมือที่ต่างกัน และ 4) สภาวะการผลิตที่ต่างกัน โดยครีมเทียมผงที่ได้จากงานวิจัยนี้ทำมาจากน้ำมันรำข้าวในขณะที่ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้าทำมาจากน้ำมันปาล์ม ส่วนสูตรนั้นแตกต่างตรงที่ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีการเติมนมผงพร่องมันเนยปริมาณ 125 กรัม เลซิตินและมอลโทเดกซ์ตริน ในขณะที่ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้าทำมาจากน้ำมันปาล์มมีการเติมนมผงพร่องมันเนย 50 กรัม แต่ไม่ได้เติมเลซิตินและมอลโทเดกซ์ตริน (ตารางที่ 17) ส่วนอุปกรณ์เครื่องมือและสภาวะการผลิตของครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้านั้นไม่มีการเปิดเผยจึงไม่สามารถอธิบายได้ แต่มีความเป็นไปได้ว่าแตกต่างจากงานวิจัยนี้ ซึ่งส่งผลให้ ครีมเทียมผงที่ได้มีความแตกต่างกันด้านสีและคุณสมบัติด้านอื่นๆ

ตารางที่ 17. ส่วนผสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า

ส่วนผสม	ส่วนผสมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ส่วนผสมของครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า (ตาม labeling บนซอง)
กลูโคสไซรัป	560	560
น้ำมันรำข้าว/น้ำมันปาล์ม	360	360
นมผงพร่องมันเนย	125	50
เลซิติน	109.75	0
มอลโทเดกซ์ตริน	25	0
โซเดียมเคซีเนต	25	25
น้ำ	1,000	1,000
ปริมาณทั้งหมด	2,204.75	1,995



ภาพที่ 47. ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก

เมื่อนำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกมาละลายในน้ำร้อนเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า พบว่าทำให้น้ำมีสีขาวขุ่นดังแสดงในภาพที่ 48 โดยครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีสีขาวกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้าเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีการเติมผงพร่องมันเนยในปริมาณที่มากกว่า จึงทำให้ครีมเทียมผงที่ได้มีสีขาวกว่าเมื่อนำมาละลายในน้ำร้อน



ภาพที่ 48. ครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกเมื่อละลายในน้ำร้อน

เมื่อนำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากสูตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกมาชงกับกาแฟเปรียบเทียบกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า พบว่าทำให้กาแฟมีสีน้ำตาลอ่อนซึ่งใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้าดังแสดงในภาพที่ 49 และ 50



ภาพที่ 49. ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก



ภาพที่ 50. ลักษณะปรากฏของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงที่จำหน่ายทางการค้า (ซ้าย) และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก

จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า (ภาพที่ 47-50) พบว่ามีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกัน ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสามารถนำมาใช้ทดแทนครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มได้

4.4.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐาน

4.4.3.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและกระบวนการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก

เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกเพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวประกอบด้วย ความชื้น 2.79%, ไขมัน 32.10%, โปรตีน 2.99%, คาร์โบไฮเดรต 60.56%, น้ำตาลทั้งหมด 9.5%, เกล็ด 0.64%, ใยอาหาร 0.92% และโซเดียม 2.34 มิลลิกรัม (ตารางที่ 18) ซึ่งพบว่าทั้งปริมาณความชื้นและไขมันเป็นไปตามค่ามาตรฐาน (ความชื้นไม่เกิน 5% และไขมันไม่น้อยกว่า 30%) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 208 (พ.ศ. 2543) เรื่องครีม

ตารางที่ 18. องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ได้รับการคัดเลือก

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (%)
ความชื้น	2.79
ไขมัน	32.10
ไขมันอิ่มตัว	2.52
โปรตีน	2.99
คาร์โบไฮเดรต	60.56
เถ้า	0.64
ใยอาหาร	0.92
น้ำตาลทั้งหมด	9.5
โซเดียม*	2.34

* มีหน่วยเป็น มิลลิกรัม

4.4.3.2 การจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐานของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและกระบวนการผลิตที่ได้รับการคัดเลือก

การจัดทำข้อมูลโภชนาการของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกนี้เป็นการจัดทำข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ.2541 เพื่อใช้เป็นข้อมูลและความรู้ด้านคุณค่าทางโภชนาการของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสุตรและสถานะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกแก่ผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 19 ซึ่งจะเห็นได้ว่า

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวหนึ่งหน่วยบริโภคคือ 1 ช้อนชา หรือ 3 กรัม ให้พลังงาน 17 กิโลแคลอรี และมีปริมาณไขมันทั้งหมดคิดเป็น 2% ของปริมาณที่แนะนำต่อวันและมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดคิดเป็น 1% ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ซึ่งข้อมูลนี้มีค่าใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันถั่วเหลืองที่จำหน่ายทางการค้า ส่วนครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้าซึ่งเป็นสูตรที่งานวิจัยนี้ได้พัฒนานั้น ไม่มีข้อมูลโภชนาการจึงไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้

ตารางที่ 19. ข้อมูลโภชนาการแบบย่อรูปแบบมาตรฐานของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ข้อมูลโภชนาการ	
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ช้อนชา (3 กรัม)	
จำนวนหน่วยบริโภคต่อซอง : 1	
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	
พลังงานทั้งหมด 17 กิโลแคลอรี	
	%ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*
ไขมันทั้งหมด 1 ก.	2 %
โปรตีน 0 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 2 ก.	1 %
น้ำตาล 0 ก.	
โซเดียม 0 มก.	0 %
* ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี	

4.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

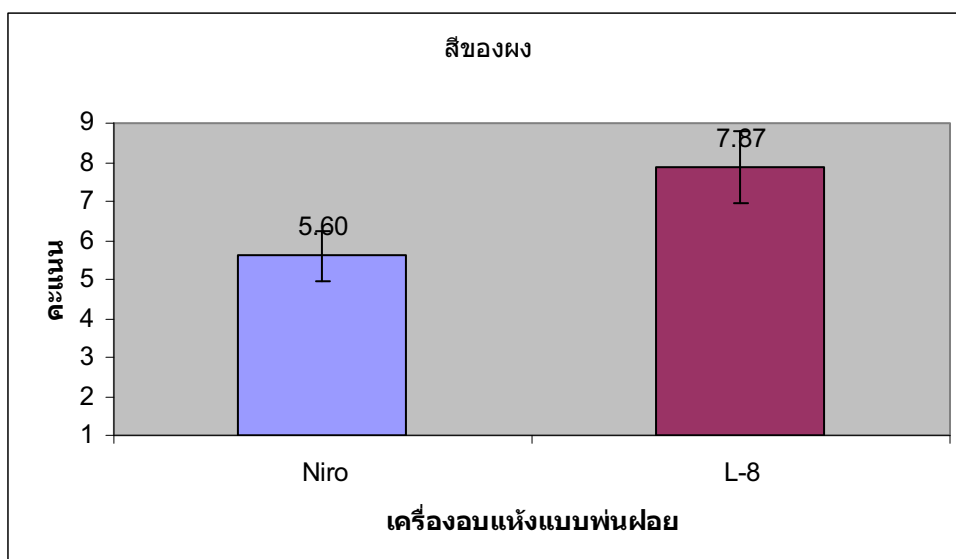
เมื่อได้สูตรและสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวแล้ว นำมาผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่แตกต่างกัน 2 ยี่ห้อ คือ L-8 และ Niro ซึ่ง L-8 เป็นเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ส่วนยี่ห้อ Niro นั้นใช้สำหรับเปรียบเทียบ ทั้งนี้เพื่อยืนยันสูตรและสภาวะการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ได้รับการคัดเลือก

4.5.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ เพื่อยืนยันสูตรและสถานะการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ได้รับการคัดเลือก โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 15 คน และวิธี Hedonic scale 9 points ทำการทดสอบคุณลักษณะด้าน สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง การละลายของผง สีของกาแฟ รสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และความชอบโดยรวม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.1.1 สีของผง

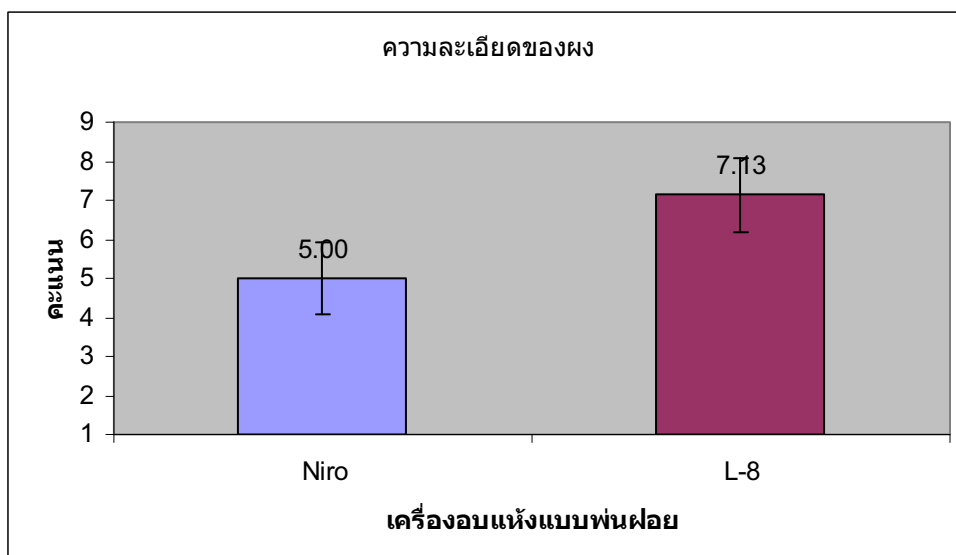
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 51) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 51. การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.2 ความละเอียดของผง

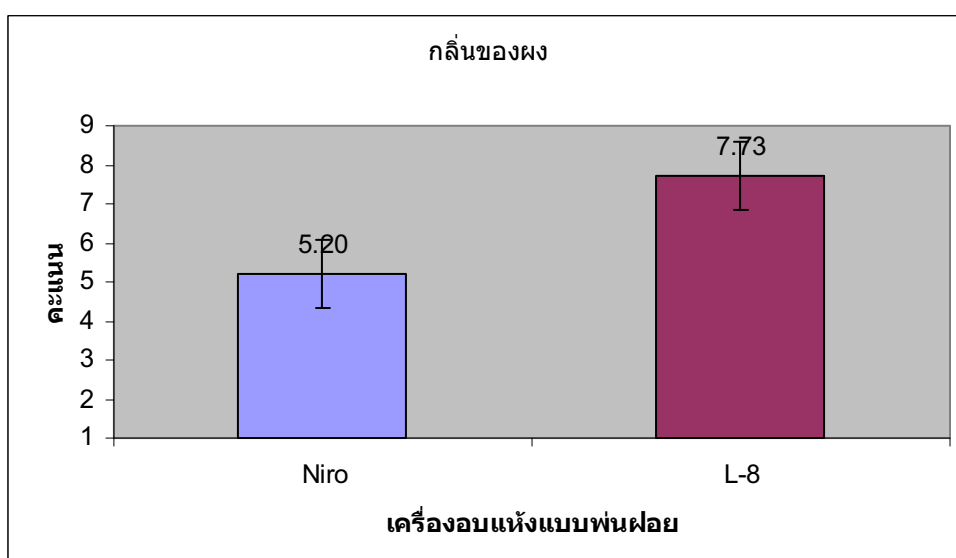
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านความละเอียดของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 52) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่



ภาพที่ 52. การยอมรับของผู้บริโภคด้านความละเอียดของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.3 กลิ่นของผง

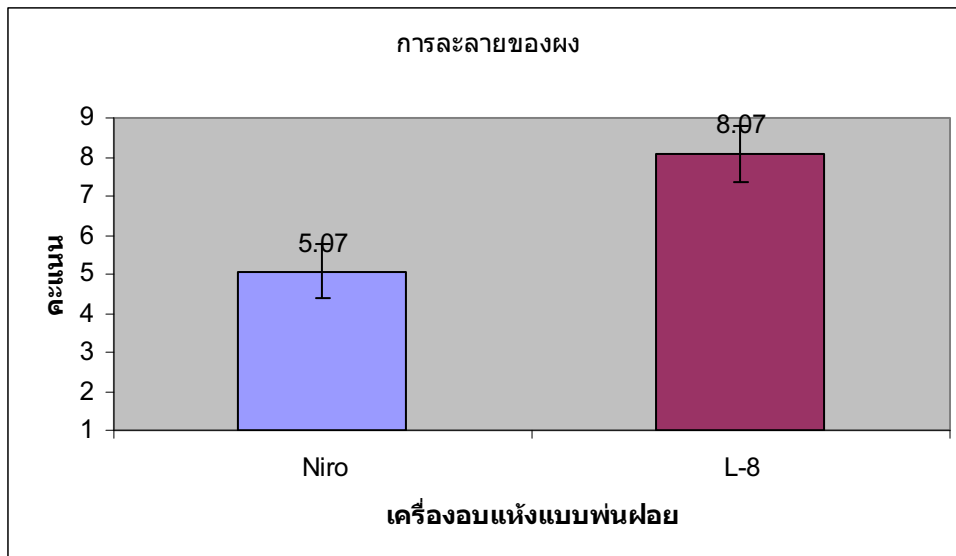
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 53) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 53. การยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.4 การละลายของผง

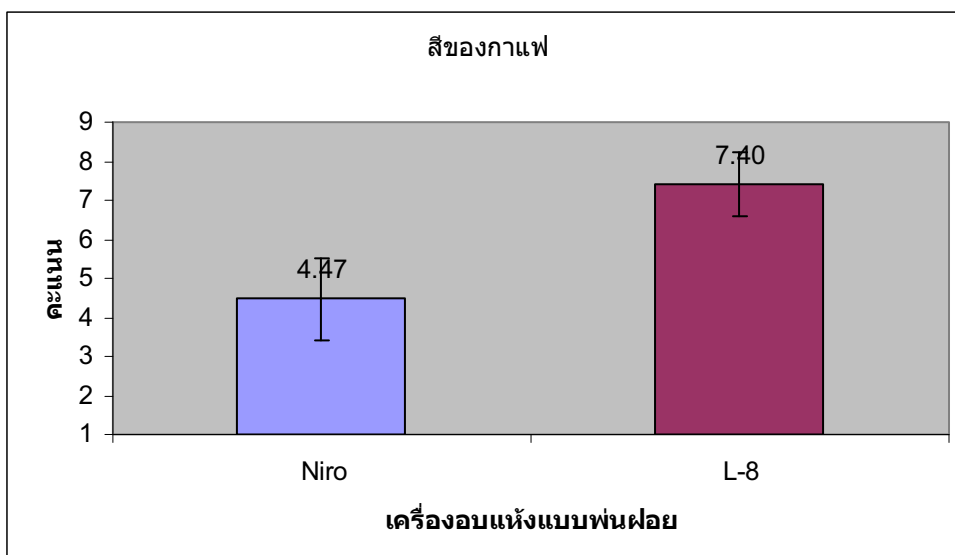
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านการละลายของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 54) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบมากถึงชอบมากที่สุด ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 54. การยอมรับของผู้บริโภคด้านการละลายของผงของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.5 สีของกาแฟ

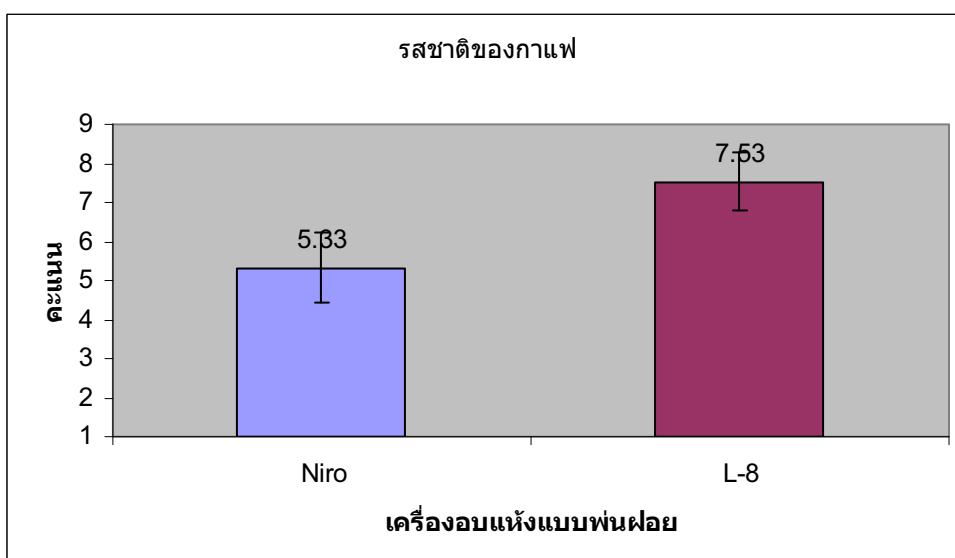
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านสีของกาแฟมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 55) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 55. การยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.6 รสชาติของกาแฟ

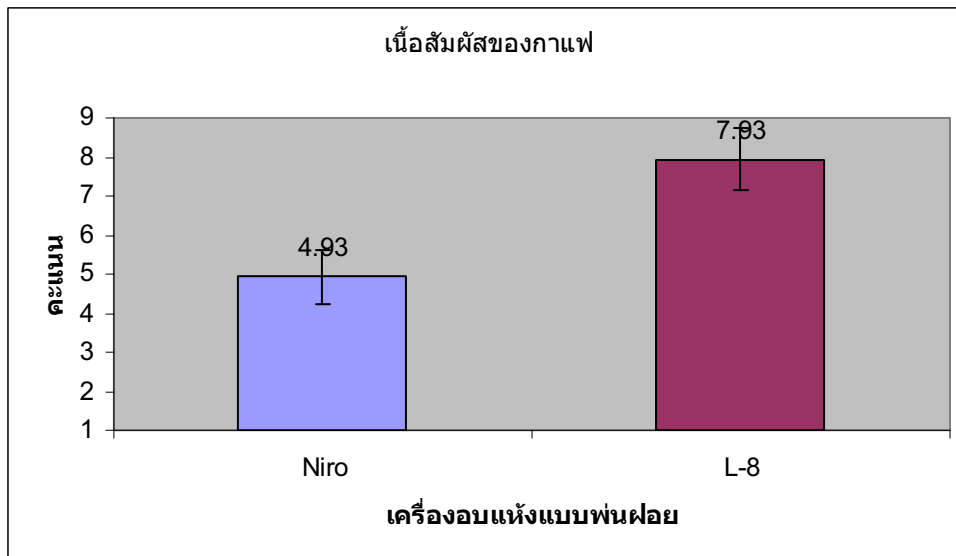
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติของกาแฟมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 56) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 56. การยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.5.1.7 เนื้อสัมผัสของกาแฟ

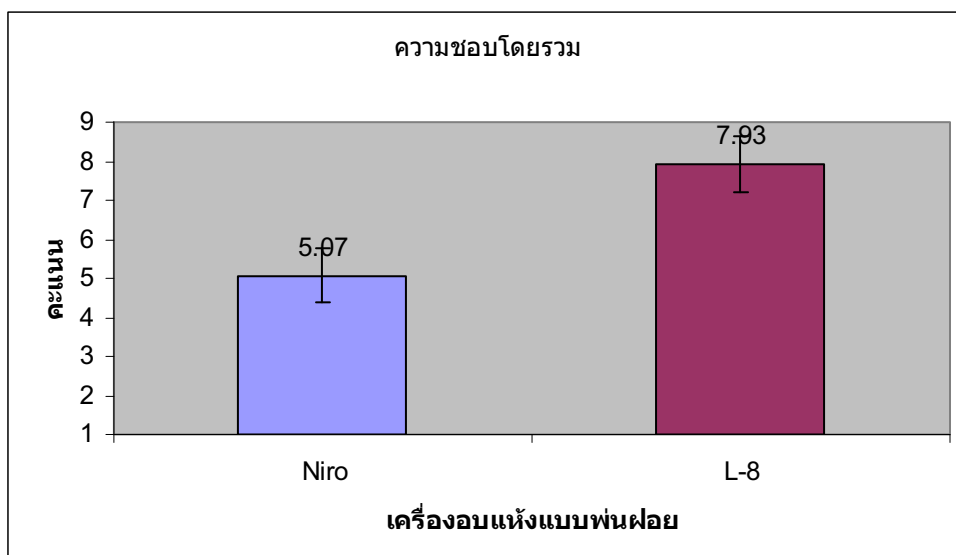
ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของกาแฟมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 57) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่



ภาพที่ 57. การยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของกาแฟเมื่อเติมครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

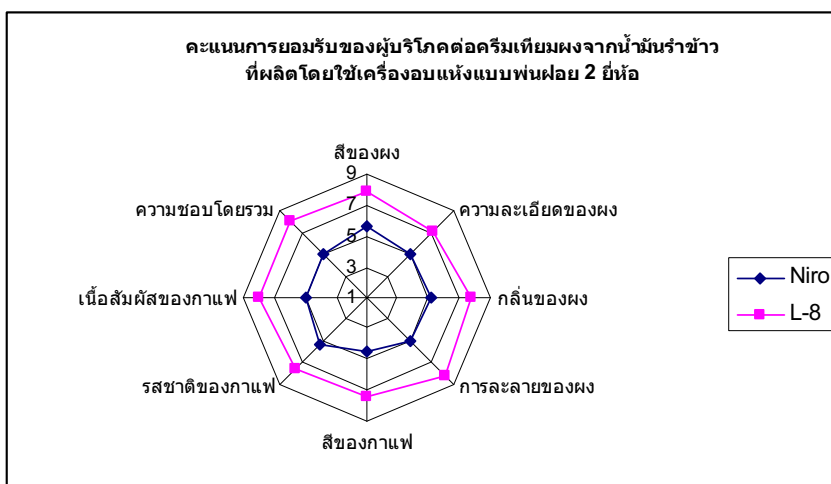
4.5.1.8 ความชอบโดยรวม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 ได้รับคะแนนความชอบด้านความละเอียดของผงมากกว่าครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ภาพที่ 58) โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ในขณะที่ครีมเทียมผงที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ถึงชอบเล็กน้อย



ภาพที่ 58. การยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง ความสามารถในการละลายของผง สีของกาแฟ รสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ สามารถสรุปได้ว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 มีคะแนนความชอบของผู้บริโภคสูงกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro ในทุกๆ คุณลักษณะที่ทดสอบ (ภาพที่ 59) ดังนั้น เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 เหมาะสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A ในสูตร สภาวะ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยนี้ และสภาวะการผลิตที่ 2 ซึ่งใช้อุณหภูมิลมเข้า 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที เหมาะสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 สูตร สภาวะ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัยนี้



ภาพที่ 59. การเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวมของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด)

4.6 การศึกษาคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

4.6.1 คุณสมบัติทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

จากตารางที่ 20 ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro มีปริมาณความชื้นและค่า TBA สูงกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยทั้ง 2 ยี่ห้อ มีปริมาณความชื้นและไขมันเป็นไปตามค่ามาตรฐาน (ความชื้นไม่เกิน 5% และไขมันไม่น้อยกว่า 30%) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 208 (พ.ศ. 2543) เรื่องครีม และมีค่า TBA ต่ำมากจนสามารถสรุปได้ว่าแทบจะไม่มีกลิ่นเหม็นหืนเกิดขึ้น ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยทั้ง 2 ยี่ห้อ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากันคือ 33°Brix ทั้งนี้เนื่องจากมีส่วนผสมเหมือนกัน

ตารางที่ 20. องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (%)	
	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8
ความชื้น	4.62 ± 0.27	4.38 ± 0.28
ไขมัน	32.83 ± 0.44	32.86 ± 0.82
TBA	0.58 ± 0.13	0.46 ± 0.11
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}\text{Brix}$)	33 ± 0.00	33 ± 0.00

4.6.2 คุณสมบัติทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro มีค่าสี L^* b^* และ a^* ใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 (ตารางที่ 21) โดยมีสีขาวครีม

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 มีความสามารถในการละลายและความสามารถในการกระจายตัวสูงกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวจากที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro (ตารางที่ 21) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการกระจายตัวนั้นซึ่งมีค่าสูงกว่ามาก

จากผลการทดสอบคุณสมบัติของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 มีคุณสมบัติทางกายภาพดีกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro

ตารางที่ 21. การวิเคราะห์ทางกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

การวิเคราะห์ทางกายภาพ	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	
	ที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro	ที่ผลิตโดยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8
L*	94.34 ± 0.22	93.85 ± 0.925
a*	-2.49 ± 0.24	-2.48 ± 0.22
b*	10.98 ± 1.07	10.94 ± 1.10
ความสามารถในการละลาย (นาที)	1.54 ± 0.11	1.35 ± 0.92
ความสามารถในการกระจาย (%)	8.26 ± 0.83	13.83 ± 1.80

4.6.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ L-8 พบว่าปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ใยอาหาร และโซเดียม มีค่าใกล้เคียงกันมาก (ตารางที่ 22) ทั้งนี้เนื่องจากมีส่วนผสมที่เหมือนกันและใช้สภาวะการผลิตที่เหมือนกันนั่นเอง

4.7 การวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

เมื่อนำปริมาณและราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมาวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิต ซึ่งแสดงดังตารางที่ 23 พบว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวถ้าผลิตตามสูตรที่ได้รับการคัดเลือกมีต้นทุนในการผลิตที่ยังไม่รวมค่าไฟฟ้าและแรงงานราคาของละเท่ากับ 6.6 บาท หรือประมาณ 7 บาท แต่ถ้าผลิตในปริมาณ 2 เท่าจะมีต้นทุนการผลิตลดลงคือ 4.34 บาท ซึ่งแพงกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์ม (0.40 บาท/ 3 กรัม) และน้ำมันถั่วเหลือง (0.35 บาท / 3 กรัม) ที่ผลิตทางการค้ามาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีการสูญเสียในเครื่องและการร่อนผ่านตะแกรง นอกจากนี้ ปริมาณการผลิตในงานวิจัยนี้ ที่มีจำนวนน้อยกว่าและมีวัตถุดิบเริ่มต้นมากกว่าครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลืองที่ผลิตทางการค้า

ตารางที่ 22. องค์ประกอบทางเคมีของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย 2 ยี่ห้อ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (%)	
	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ยี่ห้อ Niro	ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ยี่ห้อ L-8
ความชื้น	2.76	2.79
ไขมัน	32.13	32.10
ไขมันอิ่มตัว	-	2.52
โปรตีน	2.94	2.99
คาร์โบไฮเดรต	60.58	60.56
น้ำตาลทั้งหมด	-	9.50
เถ้า	0.65	0.64
ใยอาหาร	0.94	0.92
โซเดียม (มก.)	2.31	2.34

ตารางที่ 23. ต้นทุนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วัตถุดิบ	ปริมาณการใช้ (กรัม)	ราคาวัตถุดิบ (บาท)	ปริมาณการใช้ (กรัม)	ราคาวัตถุดิบ (บาท)
กลูโคสไซรัป	560	45	1,120	90
น้ำมันรำข้าว	360	180	720	360
นมผงพร่องมันเนย	125	57	250	104
โซเดียมเคซิเนต	25	9	50	18
เลซิติน	109.75	38	219.50	76
มอลโทเดกซ์ทริน	25	1	50	2
รวม	1,204.75	330	2,409.5	660
ผลผลิต (%)	12.45		18.94	
ปริมาณครีมเทียมผงที่ได้ (กรัม)	150		456.38	
จำนวนซองที่ได้ (ซองละ 3 กรัม)	50		152	
ราคาดัชนีต่อซอง (บาท)	6.60		4.34	

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างน้ำมันรำข้าวที่นำมาใช้ในการผลิตครีมเทียมผงเริ่มต้นจากการนำรำข้าวไปบิบน้ำมันด้วยเครื่องบิบน้ำมันรำข้าวแบบบีบเย็น และกรองผ่านกระดาษ Whatman เบอร์ 91 จากนั้นนำมากรองผ่านชุดกรองละเอียด ซึ่งมีความละเอียดขนาด 1 ไมครอนโดยใช้ระบบสุญญากาศ และผ่านกระบวนการเหนียวนำด้วยสนามแม่เหล็ก นาน 4 ชั่วโมงเพื่อช่วยในการจัดเรียงโมเลกุลของไขมันและเพิ่มความคงตัวของไขมัน จากนั้นนำน้ำมันรำข้าวไปผ่านการกำจัดกัม (degumming) โดยนำน้ำมันรำข้าวปริมาณ 500 กรัม ผสมกับ น้ำกลั่นปริมาณ 25 กรัม นำไปปั่นด้วยเครื่อง Stirrer ที่ 500 rpm นาน 20 นาที นำไปต้มให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำน้ำมันรำข้าวไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง (centrifuge) ที่ 10,000 rpm นาน 1 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บเฉพาะน้ำมันรำข้าวโดยบรรจุลงในขวดพลาสติกและปิดฝาให้สนิทเพื่อรอการนำมาผลิตครีมเทียมผง

ขั้นตอนในการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวมีดังนี้

1. นำกลูโคสไปชงกับน้ำ (900 กรัม) จนละลายหมด
2. นำนมผงพร่องมันเนยผสมกับน้ำ (100 กรัม) จนเป็นเนื้อเดียวกัน
3. เติมกลูโคสที่ละลายแล้ว (ข้อ 1) น้ำมันรำข้าว และ โซเดียมเคซิเนต ในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 30 นาที
4. เติมเลซิดินลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
5. เติมอิมัลซิไฟอิง สตาร์ช ลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
6. เติมนมผงพร่องมันเนยที่ผสมน้ำแล้ว (ข้อ 2) ลงไปในเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และปั่นที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบ/นาที นาน 5 นาที
6. นำของผสมออกจากเครื่องโฮโมจีไนเซอร์และเทใส่ในเหยือกสเตนเลสสำหรับการป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย
7. ตั้งค่าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ดังนี้

7.1 อุณหภูมิลมเข้า 160 องศาเซลเซียส

7.2 ความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาที

8. ทำการอบแห้งจนกระทั่งของผสมในเหยือกหมด ก็จะได้เป็นครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

9. นำครีมเทียมผงมากรองผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh และบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์

จากการพัฒนาสูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยใช้สูตรครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า 2 ยี่ห้อ และจากน้ำมันถั่วเหลืองที่จำหน่ายทางการค้า 1 ยี่ห้อ ซึ่งใช้น้ำมันรำข้าวแทนน้ำมันปาล์มและน้ำมันถั่วเหลือง แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้าน

สีของผง ความละเอียดของผง กลิ่นของผง ความสามารถในการละลายของผง สีของกาแฟรสชาติของกาแฟ เนื้อสัมผัสของกาแฟ และคุณภาพโดยรวม คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ค่า TBA และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L^* , a^* และ b^* ความสามารถในการละลาย และความสามารถในการกระจายตัว สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงสูตร A ซึ่งประกอบด้วย 1) กลูโคสไซรัป 560 กรัม 2) น้ำมันรำข้าว 360 กรัม 3) นมผงพร่องมันเนย 125 กรัม 4) เลซิธิน 109.75 กรัม 5) อิมัลซิไฟอิง สตาร์ช 25 กรัม 6) โซเดียมเคซิเนต 25 กรัม และ 7) น้ำ 1,000 กรัม เป็นสูตรที่มีคุณสมบัติดีที่สุด

เมื่อนำครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวทั้ง 3 สูตร มาศึกษาขนาดและรูปร่างของเม็ดไขมันโดยใช้เครื่อง SEM พบว่าครีมเทียมผงเป็นอาหารที่มีอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำ นั่นคือ มีอนุภาคของไขมันกระจายตัวอยู่ในน้ำ โดยครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตร A มีขนาดของอนุภาคขนาดใหญ่ปะปนอยู่กับอนุภาคขนาดเล็ก ส่วนสูตร B มีอนุภาคไขมันที่มีขนาดเล็กกว่ากระจายตัวในน้ำ และสูตร C มีอนุภาคของไขมันที่ไม่แตกตัวเท่าที่ควร โดยรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่และมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ซึ่งขนาด รูปร่างและการกระจายตัวของเม็ดไขมันนี้มีผลต่อคุณสมบัติของครีมเทียมผงโดยเฉพาะด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและความนุ่มเนียนของกาแฟ

จากการศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดยปรับเปลี่ยนอุณหภูมิและความเร็วรอบของปั๊ม ทั้งหมด 9 สภาวะ แล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ทางเคมีและกายภาพ สามารถสรุปได้ว่า ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวที่ผลิตโดยใช้สภาวะที่ 2 คือใช้อุณหภูมิ 160°C และความเร็วรอบของปั๊ม 5 รอบ/นาทิต เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวเนื่องจากครีมเทียมผงที่ได้มีคุณสมบัติดีกว่าที่สภาวะอื่นๆ

ครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวสูตรและสภาวะการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับครีมเทียมผงจากน้ำมันปาล์มที่จำหน่ายทางการค้า ซึ่งสามารถนำมาทดแทนกันได้ โดยมีต้นทุนการผลิตประมาณ 4.34 บาทต่อซองขนาดบรรจุ 3 กรัม

เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2545. กระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยี
กรมวิชาการเกษตร. 2549. น้ำมันปาล์ม. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2549. จาก
http://www.doa.go.th/public/plibai/plibai_46/january%2046/palm.html.
- กรมวิทยาศาสตร์การบริการ. 2525. การศึกษาการผลิตภัตอาหารผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย.
สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2551. จาก www.bangkokhealth.com
- กรมศุลกากร. 2549. น้ำมันพืช. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2549. จาก
<http://www.customs.go.th/Statistic/StatisticIndex.jsp>
- กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 208) เรื่อง ครีม. กระทรวงสาธารณสุข.
กรุงเทพฯ.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2541. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) เรื่อง ฉลากโภชนาการ. กระทรวง
สาธารณสุข. กรุงเทพฯ.
- กรพกา อรรถนิตย์. 2539. การผลิตกะทิขึ้นรูปแปลงไขมันบางส่วนด้วยน้ำหนัมน้ำมันพืชบรรจุกระป๋อง.
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กัลยาณี โสมนัส. 2540. การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟมและแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กล้าณรงค์ ศรีรอดและเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2550. เทคโนโลยีแปรรูป. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ.
- กองกาญจน์ อังสุพานิช . 2536. ศึกษากรรมวิธีการผลิตวุ้นหางจระเข้ผง. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
เกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- คมสัน หุตะแพทย์. 2549. น้ำมันรำข้าวบิบบิ้น. เกษตรกรรมธรรมชาติ. 1: 1-3.
- ชมภูษ สีสโสมณ. 2544. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เค้กผงรสผัก
ผลไม้. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม
พ.ศ. 2549.
- ณัฐวีพร จันทพันธ์. 2547. การผลิตน้ำบ๊วยผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ดวงพร ตั้งบำรุงพงษ์. 2543. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจายและ
ไมโครเวฟสุญญากาศ. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธีรพร กงบังเกิด. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยไข่อัดเม็ด. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัย
นเรศวร. พิษณุโลก.
- นราธิป เดียวนิช. 2539. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมเทียมจากโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

น้ำมันบริโภคไทย. 2549. น้ำมันรำข้าวกับคอเลสเตอรอล. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2549. จาก http://www.thaiedibleoil.com/thai/product_m2.php.

เบญจรัก วายุภาพ. 2546. การผลิตมะขามผงปรุงรสสำเร็จรูปในเชิงการค้า. มหาวิทยาลัยรังสิต. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2549.

ปรัชญา วงศ์ธนบัตร. 2543. ผลของปัจจัยการแปรรูปต่อคุณภาพของน้ำกะทิอบแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พนิดา รตนปิตกรณณ. 2541. การพัฒนาฟิล์มเคลือบบริโภคได้ชนิดฟิล์มประกอบสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ปลาเส้น. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์. 2551. การสื่อสารด้วยวาจา (จากการสนทนา).

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมโดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วลิสง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณฑิรา นพรัตน์. 2546. การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคโนโลยีและทางเศรษฐศาสตร์ในการพัฒนากระบวนการผลิตนมถั่วเหลืองผงสำเร็จรูป. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2549.

เรื่อนำรู้ของเลชิติน. 2551. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2551. จาก www.bangkokhealth.com

วิชัย หลุทัยชนาสันต์ ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก และก่องกาญจน์ อังสุพานิช. 2536. การศึกษากรรมวิธีการผลิตว่านหางจระเข้ผง. วารสารสงขลานครินทร์. 15(4): 371-379.

วัตถุเจือปนในอาหาร. 2551. เคมีอาหาร 1. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2551. จาก www.bangkokhealth.com

วรรณิ มาวิมล. 2545. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตมะนาวผงและการประเมินอายุการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศุภฤกษ์ ไทยอุดม. 2538. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อผลิตน้ำบัวบกผงสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวัฒน์ มงคลกาญจน์ศิริ. 2545. การผลิตโปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุขใจ ชูจันทร์. 2536. การศึกษากระบวนการและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำเสาวรสชนิดผง. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพพรบวงจร. 2551. น้ำมันรำข้าวกับคอเลสเตอรอล. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2551. จาก www.bangkokhealth.com

สุจิตา เมืองเงิน. 2541. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เห็ดหอมผง. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.

- สุพัชรี ชาติสุทธิกุล. 2536. การผลิตครีมเทียมจากน้ำมันถั่วเหลือง. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภารัตน์ ช่างล้อ. 2546. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตตาลสุกโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- สุวรรณา เดชคง. 2543. เรื่องกลูโคสไซรัป. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Al – khatani H. A. and Hassan B. H. 1990. Spray drying of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. J. Food Sci. 55(4): 1073-1076.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 16th ed. Association of the Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Bhanbari, B. R. A., Dumoulin, E. D. and Lebert, A. 1993. Spray drying of concentrated fruit juices. Drying Tech. 11(5): 1081-1092.
- Brennan, J. G., Butters, J. R., Cowell, N. D. and Lilly, A. E. V. 1990. Food engineering operations. 3rd ed. Applied Science Publishers, London, 416 pp.
- Coulter, S.T. and Breene, W. M. 1996. Spray drying fruits and vegetable using skim milk as acarrier. J. Dairy Sci. 49: 762-767.
- Herbst, S.T. 1995. Encyclopedia. Barron's Educational Series.
- Juliano, B.O. 1971. Cereal chemistry. Minnesota, St. Paul.
- King, V. A. E. 1986. Studies on the production of banana juice powder spray drying, Food Sci. Technol. 18(12): 81.
- Kirk, R. S. and Sawyer, R. 1991. Pearson's Composition and analysis of foods. Longman scientific & Technical.
- Wang, M., Hettiarachchy, N. S., Qi, M., Burks, W. and Siebenmorgen, T. 1999. Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. J. Agric. Food Chem. 47(2): 411-416.

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการวิจัยไปใช้ประโยชน์มี 2 กิจกรรม คือ

1. โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว” วันที่ 8 พฤษภาคม 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. การนำเสนอตัวอย่างน้ำมันรำข้าวและครีมเทียมผงในงานวันเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ ระหว่างวันที่ 5-14 กันยายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1. โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

แบบเสนอโครงการ

1. ชื่อโครงการ

โครงการฝึกอบรม การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

2. ผู้รับผิดชอบโครงการ

- | | | |
|----------------------|--------------|----------------|
| 2.1 ผศ. ดร. เจริญทอง | สิงห์จามรงค์ | หัวหน้าโครงการ |
| 2.2 ดร. ปวีณา | น้อยทัพ | |
| 2.3 นายนิวัฒน์ | ศักดาเดช | |
| 2.4 นายทรงวุฒิ | ทิอ่อน | |
| 2.5 นางสาวชิรญาณ์ | โคมยงค์ | |

3. หน่วยงานที่รับผิดชอบ

3.1 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

4. หลักการและเหตุผล

ในการสีข้าวจะได้รำข้าวเป็นผลพลอยได้ซึ่งมีสัดส่วนประมาณ 8% ของข้าวเปลือก รำข้าวส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ซึ่งมีมูลค่าต่ำ ดังนั้นจึงมีการนำรำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น น้ำมันรำข้าว โปรตีนเข้มข้นจากรำข้าว และใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารเข้าชุมชน เป็นต้น ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับรำข้าว นอกจากนี้ ยังมีการสกัดสารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูงออกจากส่วนต่างๆ ในรำข้าวและน้ำมันรำข้าว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงกว่าเดิมหลายเท่า ได้แก่ เลซิthin วิตามินอี แกมมา-ออร์ซานอล อินซิทอล และไฟทิน เป็นต้น (อรอนงค์, 2547) รำข้าวมีองค์ประกอบทางเคมีที่แสดงให้เห็นว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งสำคัญของวิตามินบีและวิตามินอี มีโปรตีนซึ่งส่วน

ใหญ่เป็นไลซีนในปริมาณสูงกว่าจากธัญพืชชนิดอื่นๆ มี hypoallergenic protein ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับสูตรอาหารเด็กทารก (Wang et al., 1999) และมีปริมาณไขมันประมาณ 16-32% โดยที่ไขมันของรำข้าวประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด 15-20% และกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งหมด 80-85% ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะชนิดโมโนสามารถป้องกันโรคหัวใจและโรคเมอเร็งบางชนิดได้

น้ำมันรำข้าวเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น คือ กรดไลโนเลอิก (linoleic acid; C18:2) 32-38% และกรดไลโนเลนิก (linolenic acid; C18:3) 1-2% ซึ่งอุดมไปด้วยวิตามินอี ดี อี และเค โดยเฉพาะวิตามินอีรวมมีมากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid: MUFA) สูงกว่า 40% ของปริมาณกรดไขมันทั้งหมด ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวสามารถลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีหรือ LDL-C (Low Density Lipoprotein Cholesterol) และเพิ่มคอเลสเตอรอลที่ดีหรือ HDL-C (High Density Lipoprotein Cholesterol) และด้วยปริมาณกรดไขมันที่สมดุลนี้เอง องค์การอนามัยโลก สมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติจึงแนะนำว่าเป็นน้ำมันที่เหมาะสมต่อการบริโภค นอกจากกรดไขมันแล้วยังมีวิตามิน และสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกายอีกหลายชนิดทั้งวิตามินอี ออริซานอล โทโคไตรอีนอล ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการอุดตันในผนังหลอดเลือดแดง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มหรือคงระดับคอเลสเตอรอลที่ดี ที่ช่วยพาคอเลสเตอรอลในเซลล์และกระแสเลือดไปเผาผลาญได้อีกด้วย โดยวิตามินอีกลุ่มโทโคไตรอีนอล ซึ่งพบมากในน้ำมันรำข้าว นอกจากจะมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระแล้วยังช่วยขัดขวางการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย และลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (cardiovascular diseases) โดยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดการอุดตันในผนังหลอดเลือดแดงและลดการทำงานของเอนไซม์ HMG CoA (3-hydroxyl-3-methylglutaryl-coenzyme A reductase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย (Mevalonate Pathway) โดยทั่วไปน้ำมันรำข้าวมีวิตามินอีกลุ่มโทโคฟีรอล 19-40% และกลุ่มโทโคไตรอีนอล 51-81% ส่วนออริซานอล เป็นสารธรรมชาติที่พบในน้ำมันรำข้าวเท่านั้น ไม่พบในน้ำมันพืชชนิดอื่น สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ และไฟโตสเตอรอล พบในน้ำมันรำข้าวมากกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น ในน้ำมันรำข้าวมีไฟโตสเตอรอลมากกว่า 17,000 ppm ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นในการช่วยลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอล (น้ำมันบริโภคไทย, 2549)

ครีมเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีได้ทำจากนมและมีไขมันอื่นนอกจากมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญหรือครีมที่มีมันเนยผสมอยู่น้อยกว่า 30% ของไขมันทั้งหมด (กระทรวงสาธารณสุข, 2543) ครีมเทียมส่วนใหญ่ทำมาจากน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม มีจำหน่ายในรูปแบบของเหลว และแช่เยือกแข็ง (Herbst, 1995) และมีบทบาทหลักคือทำให้สีของกาแฟและชาอ่อนลงและทำให้รสชาติกลมกล่อมขึ้น ครีมเทียมที่ทำจากน้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูง (90% และ 50% ตามลำดับ) ในขณะที่น้ำมันรำข้าวมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวต่ำ (15-20%) ซึ่งกรดไขมันอิ่มตัวนี้ถ้าบริโภคในปริมาณมากก็จะเป็นสาเหตุของโรคหัวใจและโรคเมอเร็งได้ นอกจากนี้ น้ำมันปาล์มยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศมูลค่าหลายล้าน

บาทต่อปี เช่น ปี 2547 และ 2548 มีการนำเข้า 1,379 และ 2,607 ตัน คิดเป็นมูลค่า 26 และ 47 ล้านบาท ตามลำดับ (กรมศุลกากร, 2549) ในขณะที่ ข้าวสามารถผลิตเองในประเทศไทยประมาณปีละ 2 ล้านตัน ซึ่ง 70% หรือ 1.4 ล้านตัน ของข้าว นำไปทำอาหารสัตว์และอีก 15% หรือ 3 แสนตัน นำมาสกัดน้ำมัน ข้าว ซึ่งจะได้ไขมัน 45,000 ตัน/ปี แต่ถ้านำข้าวทั้งหมดมาสกัดเป็นน้ำมันก็จะได้น้ำมันข้าว 300,000 ตัน/ปี (คมสัน, 2549) ซึ่งมากกว่าปริมาณน้ำมันปาล์มที่นำเข้าประเทศ น้ำมันข้าวที่จำหน่ายในท้องตลาด ราคา 30-40 บาท/กิโลกรัม (น้ำมันบริโภคไทย, 2549) ในขณะที่น้ำมันปาล์มดิบราคา 17-25 บาท/กิโลกรัม ซึ่งต้องนำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ก่อนนำมาบริโภค โดยมีราคาจำหน่ายในท้องตลาด 25-30 บาท/กิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร, 2549) ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำมันข้าว ส่วนการข้าวที่เหลือจากการสกัดน้ำมัน ก็สามารถนำไปทำอาหารสัตว์ได้เหมือนเดิมโดยที่ราคายังเท่าเดิม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำมันข้าวสามารถใช้ทดแทนน้ำมันปาล์มได้เป็นอย่างดี ทั้งปริมาณก็มีมากพอสำหรับอุตสาหกรรม และยังมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าน้ำมันปาล์ม

งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาครีมเทียมชนิดผงที่ผลิตมาจากน้ำมันข้าว เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากรข้าว เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าว และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค เครื่องดื่มประเภทกาแฟและชาที่ใส่ใจสุขภาพ โดยสามารถเลือกใช้ครีมเทียมผงจากน้ำมันข้าวที่มีกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณที่ต่ำกว่าและมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด

เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบแล้ว โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการนี้จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการกลุ่มเป้าหมาย

5. วัตถุประสงค์

5.1 เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมโดยเฉพาะผู้ประกอบการจากโรงสีฟาร์มวิวัฒน์ กลุ่มผู้ประกอบการโรงสี เกษตรกรและกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปข้าว จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และอุดรธานี มีความเข้าใจเทคโนโลยีการบีบน้ำมันข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันข้าว เพื่อการต่อยอดในอนาคต

5.2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผลพลอยได้จากข้าว

6. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

6.1 ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ จำนวนผู้เข้ารับการอบรม 10 คน

6.2 ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ เกณฑ์ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ร้อยละ 80

6.3 ตัวชี้วัดเชิงเวลา จำนวนวันที่ใช้ในการอบรม 1 วันคือ วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551

7. ระยะเวลาดำเนินโครงการ

เริ่มตั้งแต่ 3 มีนาคม – 30 พฤษภาคม 2551 โดยทำการอบรมในวันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551

8. วิธีดำเนินโครงการ

8.1 กลุ่มเป้าหมายของผู้ร่วมโครงการ

กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้ประกอบการจากโรงสีฟาร์มวิวัฒน์ กลุ่มผู้ประกอบการโรงสี เกษตรกร และกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปข้าว จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และอุดรธานี จำนวน 10 คน

8.2 การจัดกิจกรรม มีกำหนดการอบรมดังนี้

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551

8.00-8.30 น. ลงทะเบียน

8.30-8.45 น. พิธีเปิด โดยหัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

8.45-10.45 น. บรรยายเรื่อง

1. คุณค่าทางโภชนาการของรำข้าว โดย คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์
2. การบีบน้ำมันรำข้าว โดย คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์
3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผง โดย ดร. ปวีณา น้อยทัพ
4. ขั้นตอนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์

ถาม-ตอบ ปัญหา

10.45-11.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

11.00-12.00 น. ปฏิบัติการ : การบีบน้ำมันรำข้าว

12.00-13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00-15.00 น. ปฏิบัติการ: การผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

15.00-15.15 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.15-16.00 น. ถาม-ตอบ ปัญหา และประเมินผลโครงการ

9. สถานที่ดำเนินโครงการ

โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

10. งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินโครงการ

โดยมีรายการใช้จ่ายดังนี้

1. ค่าตอบแทน

ค่าตอบแทนวิทยากร

- บรรยาย 2 ชม. x 600 บาท 1,200 บาท

- ปฏิบัติการ 3 ชม. x 300 บาท x 3 คน 2,700 บาท

2. ค่าที่พัก 1 คืน x 1 ห้อง x 1,000 บาท (วิทยากร 1 ท่าน) 1,000 บาท

3. ค่าใช้สอย

ค่าอาหารสำหรับผู้เข้าร่วมอบรม 16 คน ๆ ละ 180 บาท 2,880 บาท

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (วิทยากร 1 ท่าน) 1,000 บาท

ค่ารับรองและพิธีการ 400 บาท

4. ค่าวัสดุ

ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์	320 บาท
ค่าวัสดุสำนักงานประกอบการอบรม 20 ชุด ๆ ละ 15 บาท	300 บาท
ค่าเอกสารประกอบการอบรม 20 ชุด ๆ ละ 10 บาท	200 บาท
รวมทั้งสิ้น	10,000 บาท

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยจ่ายทุกรายการ

11. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้พื้นฐานเพียงพอสำหรับการบีบน้ำมันรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวและแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จากผลิตผลทางการเกษตร

กำหนดการโครงการฝึกอบรม การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

8.00-8.30 น. ลงทะเบียน

8.30-8.45 น. พิธีเปิด โดยหัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

8.45-10.45 น. บรรยายเรื่อง

1. คุณค่าทางโภชนาการของรำข้าว โดย คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์
2. การบีบน้ำมันรำข้าว โดย คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์
3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ครีมเทียมผง โดย ดร. ปวีณา น้อยทัพ
4. ขั้นตอนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จานุวงศ์

ถาม-ตอบ ปัญหา

10.45-11.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

11.00-12.00 น. ปฏิบัติการ : การบีบน้ำมันรำข้าว

12.00-13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00-15.00 น. ปฏิบัติการ: การผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

15.00-15.15 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.15-16.00 น. ถาม-ตอบ ปัญหา และประเมินผลโครงการ

แบบประเมินผลโครงการฝึกอบรม การปั๊บน้ำมันจากร้าข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านคิดว่าเหมาะสม

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้กรอกแบบประเมิน

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

อายุ ☐ <31 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ >50 ปี

ส่วนที่ 1 ความพึงพอใจในเนื้อหาการอบรมทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ

เนื้อหาการอบรม (ภาคบรรยาย)	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ท่านมีความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าอบรม					
2. ท่านได้รับความรู้ความเข้าใจหลังเข้าอบรม					
3. การบรรยายตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วม อบรม					
4. รายละเอียด ความครอบคลุมเนื้อหา					
5. ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการ บรรยาย					
6. การเปิดโอกาสให้ซักถาม					
7. ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร					
8. ประโยชน์ที่ได้รับ					

เนื้อหาการอบรม (ภาคปฏิบัติการ)	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ท่านมีทักษะในการแปรรูปร่าง <u>ก่อน</u> เข้ารับการอบรม					
2. ท่านมีทักษะในการแปรรูปร่าง <u>หลัง</u> เข้ารับการอบรม					
3. รูปแบบของปฏิบัติการตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรม					
4. ความพร้อมและอุปกรณ์ประจำห้องฝึกปฏิบัติการ					
5. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติการ					
6. การได้มีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติการ					
7. ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร					
8. ประโยชน์ที่ได้รับ					

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดอบรม

การดำเนินการจัดอบรม	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ความเหมาะสมและความสะดวกในการลงทะเบียนเข้าร่วมอบรม					
2. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม					
3. คุณภาพของสื่อที่ใช้ในการอบรม					
4. คุณภาพของอาหารและเครื่องดื่ม					
5. บริการของเจ้าหน้าที่ระหว่างอบรม					
6. จำนวนวันที่จัดอบรม					
7. ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม					

ข้อเสนอแนะ



รายงานสรุปผลการดำเนินโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

จัดทำโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จำนุสงค์

ดร. ปวีณา	น้อยทัพ
นายนิวัฒน์	ศักดิ์ดาเดช
นายทรงวุฒิ	ทื่ออ่อน
นางสาววชิรญาณ์	โคมยงค์

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดย งบประมาณรายได้คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประจำปีงบประมาณ พ. ศ. 2551

สรุปผลการดำเนินโครงการฝึกอบรม
การบีบน้ำมันจากรำข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากรำข้าว
วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

จำนวนผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมที่มาจากภาคเอกชนทั้งหมด 10 คน โดยแบ่งเป็นเพศชาย 7 คนและเพศหญิง 3 คน โดยมีอายุ <31 ปี จำนวน 1 คน ช่วงอายุ 31-40 ปี จำนวน 3 คน ช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 4 คน และช่วงอายุ >50 ปี จำนวน 2 คน

ความพึงพอใจในเนื้อหาการอบรมภาคบรรยายประกอบด้วยผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าอบรมในระดับพอใช้ 90% และหลังการอบรมในระดับดีและดีมาก 50% การบรรยายตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรม รายละเอียดความครอบคลุมเนื้อหา ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการบรรยาย การเปิดโอกาสให้ซักถาม และความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร ได้รับคะแนนระดับดีมาก และประโยชน์ที่ได้รับจากภาคบรรยายได้รับคะแนนในระดับดีเยี่ยม

ความพึงพอใจในเนื้อหาการอบรมภาคปฏิบัติประกอบด้วยผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าอบรมในระดับพอใช้ 90% และหลังการอบรมในระดับดีและดีมาก 50% รูปแบบของปฏิบัติการตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรมได้รับคะแนนในระดับดี ความพร้อมและอุปกรณ์ประจำห้องฝึกปฏิบัติการได้รับคะแนนในระดับดีเยี่ยม ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติการได้รับคะแนนในระดับดีมาก การได้มีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติการได้รับคะแนนในระดับดี ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากรได้รับคะแนนในระดับดีมาก และประโยชน์ที่ได้รับจากภาคปฏิบัติการได้รับคะแนนในระดับดีมาก

ความพึงพอใจในการจัดอบรมประกอบด้วยความเหมาะสมและความสะดวกในการลงทะเบียนเข้าร่วมอบรมและความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรมได้รับคะแนนในระดับดี คุณภาพของสื่อที่ใช้ในการอบรม คุณภาพของอาหารและเครื่องดื่ม การบริการของเจ้าหน้าที่ระหว่างอบรม จำนวนวันที่จัดอบรม และประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรมได้รับคะแนนในระดับ ดีมาก

ผลการประเมินผลโครงการฝึกอบรม การปั๊มน้ำมันจากร้าข้าวและการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤษภาคม 2551 เวลา 08.00 – 16.00 น.

ณ โรงงานต้นแบบแปรรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้กรอกแบบประเมิน

เพศ ชาย 70% หญิง 30%

อายุ <31 ปี 10% 31-40 ปี 30% 41-50 ปี 40% >50 ปี 20%

ส่วนที่ 1 ความพึงพอใจในเนื้อหาการอบรมทั้งภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ

เนื้อหาการอบรม (ภาคบรรยาย)	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ท่านมีความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าอบรม	-	-	10%	90%	-
2. ท่านได้รับความรู้ความเข้าใจหลังเข้าอบรม	-	50%	50%	-	-
3. การบรรยายตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรม	20%	50%	30%	-	-
4. รายละเอียด ความครอบคลุมเนื้อหา	10%	50%	40%	-	-
5. ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการบรรยาย	10%	50%	20%	10%	10%
6. การเปิดโอกาสให้ซักถาม	20%	40%	40%	-	-
7. ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร	30%	40%	30%	-	-
8. ประโยชน์ที่ได้รับ	40%	40%	20%	-	-

เนื้อหาการอบรม (ภาคปฏิบัติการ)	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ท่านมีทักษะในการแปรรูปร่าง <u>ก่อน</u> เข้ารับการอบรม	-	-	-	80%	20%
2. ท่านมีทักษะในการแปรรูปร่าง <u>หลัง</u> เข้ารับการอบรม	20%	40%	40%	-	-
3. รูปแบบของปฏิบัติการตรงกับวัตถุประสงค์การเข้าร่วมอบรม	10%	40%	50%	-	-
4. ความพร้อมและอุปกรณ์ประจำห้องฝึกปฏิบัติการ	40%	20%	40%	-	-
5. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติการ	20%	40%	40%	-	-
6. การได้มีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติการ	40%	10%	50%	-	-
7. ความสามารถในการถ่ายทอดของวิทยากร	30%	40%	30%	-	-
8. ประโยชน์ที่ได้รับ	20%	50%	30%	-	-

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดอบรม

การดำเนินการจัดอบรม	คะแนนการประเมิน				
	ดีเยี่ยม	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ความเหมาะสมและความสะดวกในการลงทะเบียนเข้าร่วมอบรม	10%	40%	50%	-	-
2. ความเหมาะสมของสถานที่จัดอบรม	20%	30%	50%	-	-
3. คุณภาพของสื่อที่ใช้ในการอบรม	30%	40%	30%	-	-
4. คุณภาพของอาหารและเครื่องดื่ม	-	50%	50%	-	-
5. บริการของเจ้าหน้าที่ระหว่างอบรม	-	70%	30%	-	-
6. จำนวนวันที่จัดอบรม	10%	40%	30%	10%	10%
7. ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรม	30%	60%	10%	-	-

ไม่มีข้อเสนอแนะจากผู้เข้ารับการอบรม

ภาพบรรยากาศระหว่างการฝึกอบรม



ภาพที่ 60. กล่าวรายงานโดยหัวหน้าโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จำนุสงค์



ภาพที่ 61. กล่าวเปิดงานโดยหัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร รองศาสตราจารย์ ดร. ชีรพร กงบังเกิด



ภาพที่ 62. การบรรยายโดยวิทยากรรับเชิญ คุณพรเทพ ธนกุลรังสฤษฎ์



ภาพที่ 63. ผู้เข้าร่วมการอบรมภาคบรรยาย



ภาพที่ 64. การบรรยายโดยวิทยากร ดร. ปวีณา น้อยทัพ



ภาพที่ 65. การบรรยายโดยวิทยากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจริญทอง สิงห์จำนุสงค์



ภาพที่ 66. การบรรยายเกี่ยวกับการบิบน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 67. การสาธิตเกี่ยวกับการบิบน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 68. ภาพกลุ่มของผู้เข้าร่วมฝึกอบรมและวิทยากร



ภาพที่ 69. การรวมกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการบีบน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 70. การบรรยายเกี่ยวกับส่วนประกอบและขั้นตอนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 71. การบรรยายเกี่ยวกับการโฮโมจีไนซ์ส่วนผสมและการตรวจสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด



ภาพที่ 72. การเตรียมตัวอย่างสำหรับป้อนเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย



ภาพที่ 73. การบรรยายเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย



ภาพที่ 74. ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมและวิทยากรรับประทานอาหารกลางวันร่วมกัน

2. การแสดงตัวอย่างน้ำมันรำข้าวและครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าวในงานวันเกษตรแห่งชาติ
ประจำปี 2551 ระหว่างวันที่ 5-14 กันยายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตัวอย่างภาพแสดงกิจกรรม



ภาพที่ 75. เต้นท์แสดงนิทรรศการของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร



ภาพที่ 76. รำข้าว น้ำมันรำข้าว และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 77. รำข้าว น้ำมันรำข้าว และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว



ภาพที่ 78. รำข้าว น้ำมันรำข้าว และครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ตารางที่ 24. กิจกรรมที่วางแผนไว้ตลอดโครงการ

เดือนที่	Output ข้อที่	Output
1	1	สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
4	1	กระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
4	2	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
4	3	การยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว
6	-	รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ตารางที่ 25. ผลการดำเนินงานตลอดโครงการ (1 กันยายน 2550 – 30 กันยายน 2551)

กิจกรรม	ผลงานที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1. การศึกษาสูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ได้สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ได้สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	1. ผลการดำเนินงานของโครงการล่าช้าไปในช่วงแรกประมาณ 4 เดือนเนื่องจากรอเครื่องบิบน้ำมัน
2. การศึกษากระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ได้กระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ได้กระบวนการผลิตครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	2. ผลการดำเนินงานล่าช้าไปอีกประมาณ 2 เดือนช่วงท้ายโครงการ เนื่องจากรอใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยยี่ห้อ Niro
3. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ทราบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ทราบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	
4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ทราบการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	ทราบการยอมรับของผู้บริโภคต่อครีมเทียมผงจากน้ำมันรำข้าว	
5. จัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	ได้รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	ได้ร่างรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์	

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

วิธีการทดสอบ

1. วิธี Degumming

1.1 การ Degumming แบบเป็นชุด

ทำได้โดยการเติมน้ำหรือไอน้ำ (ใช้น้ำอ่อนห้ามใช้น้ำกระด้าง) ลงในน้ำมันประมาณ 1-2% ขึ้นอยู่กับปริมาณของฟอสฟาไทด์ที่อุณหภูมิ 70°C ผสมให้เข้ากันนาน 30-60 นาที แล้วปล่อยตั้งทิ้งไว้ สารประกอบฟอสโฟลิพิดที่ละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในน้ำมันจะแยกตัวออกไปละลายอยู่ในน้ำ หลังจากนั้น แยกออกจากน้ำมันได้ โดยวิธีการกรอง หรือใช้เครื่องเหวี่ยง หรือปล่อยตั้งทิ้งไว้

1.2 การ Degumming แบบต่อเนื่อง

น้ำมันจะถูกทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ $70-80^{\circ}\text{C}$ แล้วจึงเติมน้ำลงไปให้ผสมกับน้ำมันนานประมาณ 15-30 นาที แล้วจึงส่งต่อไปยังเครื่องเหวี่ยง ประสิทธิภาพของการทำ degumming ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ปล่อยให้ น้ำละลายเอาฟอสฟาไทด์ออกมา กัมที่ละลายอยู่ในน้ำและแยกออกมาได้จากน้ำมันจะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเลซิติน กัมที่แยกออกมาเป็นส่วนผสมของฟอสโฟลิพิดและไกลโคลิพิดเป็นส่วนใหญ่ กัมที่ได้จากการล้างน้ำมันถึงเหลือมีประโยชน์มาก เพราะมีปริมาณเลซิตินสูง นอกจากนั้นยังใช้กัมที่ได้จากน้ำมันข้าวโพดเป็นวัตถุดิบในการผลิตเลซิตินด้วย แต่มีปริมาณเลซิตินน้อยกว่าน้ำมันถั่วเหลือง

2. ความสามารถในการละลาย (Solubility) (Al-Khatani and Hassan, 1990)

ชั่งตัวอย่างด้วยน้ำหนักที่แน่นอน 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น (อุณหภูมิห้อง) ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร กวนของผสมทั้งหมดด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็วระดับ 5 จิบเวลา (นาที) ที่ใช้ในการละลายของผงจนสมบูรณ์

3. ความสามารถในการกระจายตัว (Dispersibility) (Al-Khatani and Hassan, 1990)

ชั่งตัวอย่างด้วยน้ำหนักที่แน่นอน 2 กรัม ลงในบีกเกอร์ตามน้ำกลั่นด้วยจำนวน 100 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง กวนด้วย magnetic stirrer ที่ความเร็วระดับ 5 นาน 5 วินาที ดึงตัวอย่างออกด้วยกระบอกฉีดยา Syringe ขนาด 50 มิลลิลิตร นำไป centrifuge ที่ 1735 g นาน 3 นาที นำส่วนใสที่ centrifuge ออกมาได้ โดยทำการวัดที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ใช้น้ำกลั่นเป็น blank

4. การหาค่า Thiobarbituric acid number (TBA) (AOCS, 1990)

4.1 หลักการ

มาโลนัลดีไฮด์ เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นที่ 2 ที่เกิดจากออกซิเดชันในอาหารประเภทไขมันชนิด polyunsaturated fatty acid ที่มีพันธะคู่ตั้งแต่ 3 ตำแหน่งขึ้นไป ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยากับ 2-thiobarbituric acid (TBA) เกิดสารที่มีสีแดง (Suzanne.n.d.) ความเข้มของสีแดงที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Oxidative rancidity ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยใช้ Spectrophotometer วัดที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร ซึ่งเป็น absorption ที่สูงที่สุด วิธีนี้สามารถวัดค่า TBA จากไขมันและน้ำมันโดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีการสกัด Oxidative product ที่เกิดขึ้นเป็นวิธีมาตรฐานสำหรับหาค่า TBA ในไขมันจากพืชและสัตว์

4.2 เครื่องมือเครื่องใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์

- ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- ปิเปต ขนาด 5 มิลลิเมตร
- หลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 10-15 มิลลิเมตร พร้อมฝาปิด
- ชุดเครื่องกลั่น
- เครื่องชั่ง
- เครื่องบดตัวอย่าง
- Water bath
- Spectrophotometer พร้อม Glass cell ขนาด 10 มิลลิเมตร

4.3 สารเคมี

- TBA reagent เตรียมได้จากการละลาย 2-thiobarbituric acid 0.2883 กรัม ในกรดอะซิติก 90% จำนวน 100 มิลลิลิตร ทิ้งสารละลายนี้ไว้ค้างคืน กรองหรือเข้าเครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge) เพื่อกำจัดเอาสิ่งตกค้างที่ไม่ละลายออก แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยกรดอะซิติก 90 %
- HCL acid 4 N ปิเปต 37% กรดไฮโดรคลอริก 33.06 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
- Antifoaming agent เจือจางโดยใช้ antifoaming agent : น้ำในอัตราส่วน 1: 5

4.4 วิธีการดำเนินการ (Procedures)

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักอย่างละเอียดประมาณ 10 กรัม ปั่นให้ละเอียดกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที ถ่ายใส่ในหลอดกลั่นของชุดเครื่องกลั่น แล้วโถปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทรวมลงในหลอดกลั่นแล้วเติมกรดไฮโดรคลอริก 4 N ปริมาณ 2.5 มิลลิลิตร

2. เติม Glass bead 2-3 เม็ด และ dil Antifoaming agent 0.5 มิลลิลิตร นำไปกลั่นได้ distillate ประมาณ 50 มิลลิลิตร
3. ใช้ปิเปตถ่ายสารละลายตัวอย่างในข้อ 2 จำนวน 5 มล. ใส่ในหลอดแก้วที่แห้ง เติม TBA reagent จำนวน 5 มิลลิลิตร ปิดฝา แล้วเขย่าให้ผสมเข้ากันดี นำไปต้มในน้ำเดือด 35 นาที
4. ทำให้เย็นลงโดยการแช่ในน้ำเย็นประมาณ 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร เทียบกับ blank (ไม่ใช่ตัวอย่าง)
5. คำนวณหาค่า TBA Number จากสมการ

4.5 การคำนวณ

$$\text{TBA Number} = 7.8 \times A \text{ (538)}$$

เมื่อ A = absorbance ของตัวอย่าง

5. วิธีการใช้เครื่อง Light microscope ในการดูรูปร่างและขนาดของคริมเทียมเหลว

1. เปิดสวิตช์ไฟที่ตำแหน่ง “ I ” (เปิด) แล้วปรับความสว่างของหลอดไฟโดยปุ่มควบคุมความสว่างให้พอดี
2. หมุนแป้นบรรจุเลนส์วัตถุ เลือกลেনส์วัตถุกำลังขยาย 10 เท่า ให้มาหยุดในตำแหน่งพอดีกับทิศทางของแสง
3. วางตัวอย่างบนแป้นวางวัตถุ
4. หมุนแกนเลื่อนตำแหน่งทั้งแนวตั้ง และแนวนอน ให้ตัวอย่างอยู่ในตำแหน่งทางเดินของแสง
5. มองผ่านเข้าไปในกระบอกตาข้างขวา โดยใช้ตาข้างขวา และปรับภาพชัด โดยปุ่มปรับหยาบและปุ่มปรับละเอียด
6. มองผ่านเข้าไปในกระบอกตาข้างซ้าย โดยใช้ข้างซ้ายปรับภาพชัด โดยหมุนปุ่มปรับละเอียดจนค่าสายตาให้เห็นภาพของตัวอย่างชัดเจน
7. ปรับระยะห่างระหว่างกระบอกตาทั้ง 2 ข้าง ให้เท่ากับระยะห่างของตาทั้ง 2 ข้าง โดยให้มองเห็นภาพรวมเป็นภาพเดียว
8. สามารถเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์วัตถุได้ตามความต้องการ โดยใช้ปุ่มปรับละเอียดเพื่อปรับภาพชัด
9. หยดน้ำมัน (Oil immersion) ลงบนตัวอย่างในตำแหน่งที่ต้องการดู เมื่อต้องการดูภาพด้วยเลนส์กำลังขยาย 100 เท่า (ทำความสะอาดเลนส์ 100 เท่า ทุกครั้งหลังใช้งานเสร็จ)