



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนมและอุณหภูมิในกระบวนการที่มีต่อความชื้น
และความสามารถในการละลายของนมผงสเปรย์คราย
(Effect of milk solid content and process temperature to moisture and solubility of
spray dry milk)

โดย

นายคมสิทธิ์ ลาวัณย์วงศ์วัฒน์ รหัส 42040471

นายอรรถพล ภูเขียว รหัส 42040481

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... *M. Sep. 21. 46* อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.พอลใจ ถามากร)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....
(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนมและอุณหภูมิในกระบวนการที่มีต่อความชื้นและ
ความสามารถในการละลายของนมผงสเปรย์คราย

(Effect of milk solid content and process temperature to moisture and solubility of
spray dry milk)



T096559

นายคมลธิธิ์ ลาวัลย์วงศ์วิช รหัศ 42040471

นายอรรถพล ภูเขียว รหัศ 42040481

รพ.
ค152 น
2546

ตขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
รับเดือนปี.....

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายคมสิทธิ์ ลาวัณย์วงศ์วัฒน์ และ นายอรรถพล ภูเขียว, 2546 : ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนม และอุณหภูมิในกระบวนการที่มีต่อความชื้นและความสามารถในการละลายของนมผงสเปรย์ดราย (Effect of milk solid content and process temperature to moisture and solubility of spray dry milk) ภาควิชา อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. พอใจ ถามากร

นมเป็นผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมเสียได้ง่าย เนื่องจากนมเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง อุดมไปด้วย โปรตีน น้ำตาล วิตามิน และแร่ธาตุ จึงทำให้นมเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่จุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโต ได้ดี ดังนั้น จึงนำนมมาแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของนมให้ยาวนานขึ้น วิธีที่นิยมใช้วิธีหนึ่งคือ การการทำแห้งเพื่อลดความชื้น ในการทดลองนี้ทำการศึกษาการแปรรูปนมผงโดยวิธีการสเปรย์ดราย โดยศึกษาถึงปัจจัยของปริมาณของแข็งในน้ำนม (30 °Brix และ 40 °Brix) และอุณหภูมิขาเข้า (160, 170 และ 180 °C) ในกระบวนการที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านความชื้นและความสามารถในการละลายของนมผงที่ได้ จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิขาเข้าที่ต่างกัน ในช่วงที่ศึกษาและความเข้มข้นของนม ไม่มีผล ต่อความชื้นของนมผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.5$) และเมื่ออุณหภูมิขาเข้าเพิ่มขึ้นความสามารถในการละลายของนมผงจะมีแนวโน้มลดลง โดยเห็นได้ชัดที่อุณหภูมิ 180 °C แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญระหว่างอุณหภูมิ 160 และ 170 °C โดยมีแนวโน้มเหมือนกันในทั้งสองความเข้มข้น และเมื่อ อุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้ค่า L (ความสว่าง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่า a (เขียว(-),แดง(+)) มีแนวโน้มลดลง ค่า b (น้ำเงิน(-),เหลือง(+)) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning reaction) ในระหว่างการแปรรูป

.....
 ๑๑/๑๑/๑๑

.....

ลายมือชื่อนักศึกษา

.....

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

.....

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์พอใจ ถามากร เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้เกิดริเป็นที่ปรึกษา และได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา และคำแนะนำวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง ตลอดจนรูปแบบต่างๆ ในการนำเสนอ ปัญหาพิเศษ รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้รูปแบบปัญหาพิเศษสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ อุปกรณ์เครื่องมือต่าง และท้ายสุดนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกคน โดยเฉพาะ คุณชนนัฒดา มณีแสงที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา หากปัญหาพิเศษนี้มีข้อ ผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

กมลสิทธิ์ ลาวัณย์วงศ์วิณิช

อรรถพล ภูเขียว

มีนาคม 2546

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์.....	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์.....	2
2.1 นม.....	2
2.2 ผลิตภัณฑ์นม.....	3
2.3 นมผง.....	5
2.4 การทำแห้งแบบสเปรย์คราย (Spray drying).....	6
2.5 การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย.....	10
2.6 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทำแห้งแบบสเปรย์คราย.....	13
2.7 ปัจจัยที่ต้องควบคุมในการทำแห้งแบบสเปรย์คราย.....	14
2.8 ปัญหาที่พบในการทำแห้งด้วยวิธีสเปรย์คราย.....	14
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	15
3.1 วัตถุดิบ.....	15
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	15
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	16
บทที่ 4 ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง.....	18
4.1 ผลการหาปริมาณไขมัน และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำนมดิบ.....	18
4.2 ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำนมและอุณหภูมิในกระบวนการ ที่มีต่อความชื้น ความสามารถในการละลายและสีของนมผงสเปรย์คราย.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
4.3 สรุปผลการทดลอง.....	21
4.4 ข้อผิดพลาดและข้อเสนอแนะ.....	22
เอกสารอ้างอิง.....	23
ภาคผนวก.....	24
ประวัติผู้เขียน.....	28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของนมผงและนมสดชนิดต่างๆ.....	4
ตารางที่ 2 คุณลักษณะที่ต้องการของนมผงธรรมดาและนมผงขาดมันเนยตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.....	5
ตารางที่ 3 แสดงผลของปริมาณความชื้น ความสามารถในการละลายและสีของ ผลิตภัณฑ์นมผงที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิขาเข้าต่างๆ.....	18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องมินิสเปรย์ทราย B-191.....	7
รูปที่ 2 แสดงลักษณะหัวฉีดแบบ Pressure nozzle.....	8
รูปที่ 3 แสดงลักษณะหัวฉีดแบบ Two-fluid nozzle.....	8
รูปที่ 4 แสดงลักษณะหัวฉีดแบบ Centrifugal disk atomizer.....	9
รูปที่ 5 Spray drier with parallel flow	11
รูปที่ 6 Cocurrent flow in a spray drier	11
รูปที่ 7 Spray drier flow in a spray drier.....	12
รูปที่ 8 Spray drier with mixed flow pattern.....	12
รูปที่ 9 แผนผังแสดงขั้นตอนการทดลอง.....	17
รูปที่ 10 แสดงกราฟค่าการละลาย(%)ที่อุณหภูมิและความเข้มข้นต่าง ๆ.....	19
รูปที่ 11 แสดงกราฟค่า L ที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิต่าง ๆ.....	20
รูปที่ 12 แสดงกราฟค่า a ที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิต่าง ๆ.....	20
รูปที่ 13 แสดงกราฟค่า b ที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิต่าง ๆ.....	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยผลิตน้ำนมดิบได้เพียงร้อยละ 30 ของปริมาณความต้องการน้ำนมดิบของโรงงานผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่เกิดปัญหาน้ำนมดิบล้นตลาดและทำให้นมพร้อมดื่มในตลาดส่วนใหญ่ไม่ใช่นมที่ผลิตจากน้ำนมดิบ 100 % อย่างไรก็ตามปัญหาของของธุรกิจนมพร้อมดื่มในปัจจุบันก็คือ การตรวจพบว่ามีกรนำนมผง หรือหางนมผงมาผสมกับน้ำผลิตเป็นนมพร้อมดื่มจำหน่าย ทำให้ปริมาณการรับซื้อ น้ำนมดิบจากเกษตรกรลดลงจนเกิดปัญหาน้ำนมดิบล้นตลาดในบางพื้นที่ ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาน้ำนมดิบล้นตลาดและเป็นการเก็บรักษาน้ำนมให้นานขึ้นจึงมีการนำน้ำนมดิบมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ เช่น นมพาสเจอร์ไรซ์ นมข้น นมผง นมอัดเม็ด เป็นต้น

สำหรับนมผงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้เปรียบผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นคือ น้ำหนักเบา ง่ายต่อการขนส่งและเก็บรักษา และที่สำคัญไปกว่านั้นคือ นมข้นหวาน นมระเหยน้ำที่ผลิตขึ้นในประเทศล้วนแต่ใช้นมผงเป็นวัตถุดิบทั้งสิ้น

กรรมวิธีการผลิตนมผงมีอยู่หลายวิธี โดยวิธีที่นิยมใช้คือ spray dry ซึ่งวิธีนี้สามารถผลิต นมผงที่มีความสามารถในการคืนรูปได้ดีและไม่มีความเสียหายจากการไหม้ โดยวิธีการ spray dry นั้นเริ่มจากการระเหยน้ำเพื่อทำให้น้ำนมมีความเข้มข้นที่เหมาะสมซึ่งจะช่วยให้การ spray dry ได้ผลดีขึ้น จากนั้นจึงทำแห้งด้วยเครื่อง spray dryer โดยควบคุมอุณหภูมิขาเข้าให้เหมาะสมเพื่อให้ได้นมผงที่มีความชื้นและความสามารถในการละลายที่เหมาะสม ดังนั้น จึงน่าสนใจที่จะศึกษาถึงผลของอุณหภูมิขาเข้าและความเข้มข้นของนมระเหยน้ำที่มีต่อความชื้นและความสามารถในการละลายของนมผง spray dry

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนมที่มีต่อความชื้นและความสามารถในการละลายของ นมผงสเปรย์คราย
2. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิในกระบวนการที่มีต่อความชื้นและความสามารถในการละลายของนมผงสเปรย์คราย

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 นม

นมเป็นอาหารธรรมชาติที่มีความสมบูรณ์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยแร่ธาตุอาหารครบทุกหมู่ คือ โปรตีน วิตามิน เกลือแร่ คาร์โบไฮเดรต และไขมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำตาลนมหรือแล็กโทส (lactose) และโปรตีนที่เรียกว่า เคซีน (casein) จะพบในธรรมชาติคือในนมหรือน้ำนมเท่านั้น นมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาร่างกายและสมองของเด็กและเยาวชน

นมมีส่วนประกอบดังนี้

2.1.1 น้ำ เป็นสื่อกลางให้สารอาหารหลายชนิดละลาย ทำให้สะดวกในการบริโภค โดยเฉพาะเด็กอ่อนหรือทารกที่ยังไม่มีฟันเคี้ยวอาหาร

2.1.2 ไขมัน ตามปกติเรียกไขมันจากน้ำนมว่า มันเนย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญทางโภชนาการและเศรษฐกิจ ให้พลังงาน ตลอดจนสารอาหารและวิตามินเอ ดี อี และเค นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญใช้ในการกำหนดราคาซื้อขายน้ำนมดิบ เพราะสามารถนำไปใช้อุตสาหกรรมนมได้ นมให้ไขมันเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับขนมบึ่ง นมผงถั่วเหลือง หรือเนื้อ การดื่มนมจึงไม่ทำให้อ้วน

2.1.3 โปรตีน ในน้ำนมเกือบทั้งหมดประกอบด้วยสารอาหารโปรตีน ที่เรียกว่า เคซีน โกลบูลิน (globulin) อัลบูมิน (albumin) ในปริมาณค่อนข้างสูง และมีกรดอะมิโน (amino acid) อยู่ 19 ชนิด ซึ่งมีประโยชน์ต่อการสร้างเนื้อเยื่อ เลือด และกระดูก นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ อีกด้วย

2.1.4 สารประกอบที่มีไนโตรเจน ตามปกติคนจะมีแร่ธาตุไนโตรเจนอยู่ประมาณร้อยละ 0.5

2.1.5 แล็กโทส เมื่อถูกย่อยแล้วจะกลายเป็นกลูโคส (glucose) และกาแล็กโทส (galactose) น้ำตาลกาแล็กโทสนี้เป็นส่วนประกอบของซีรีโบรไซด์ (cerebroside) ซึ่งพบมากในเยื่อหุ้มสมองและเยื่อหุ้มประสาท ดังนั้นทารกและเด็กจึงมีความต้องการแล็กโทสเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของสมอง

2.1.6 วิตามิน ในนมมีวิตามินเอ บี 1 (ไทอามีน-thaiamine) บี 2 บีรวม บี 6 บี 12 ซี ดี และอี 3 ซึ่งช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง โรคหัวใจ โรคผิวหนัง โรคไต โรคฟันผุ เป็นต้น

2.1.7 แร่ธาตุในน้ำนม มีลักษณะเป็นเถ้า ประกอบด้วยโพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส คลอไรด์ ซีเทรต เหล็ก ทองแดง และไอโอดีน

2.2 ผลิตภัณฑ์นม

นมเป็นอาหารสำหรับทารกและเป็นอาหารเสริมสำหรับคนทุกเพศทุกวัยแต่ก่อนคนไทยไม่ค่อยนิยมดื่มนมเพราะนมไม่ได้อยู่ในวัฒนธรรมการกินของคนไทยราว 15 ปีก่อนทางการวางแผนณรงค์ให้คนไทยหันมาดื่มนมเพื่อสุขภาพ ผู้บริโภคจำนวนมากที่อาจยังไม่ทราบว่านมที่มีขายตามท้องตลาดแตกต่างกันอย่างไร ในประเทศไทยมีการนำนมมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มากมายหลายหลายประเภท ดังนี้

2.2.1 นมสด คือนมที่รีดจากแม่วัวโดยตรงส่วนใหญ่มักเป็นนมสดที่นำมาผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนแบบ ต่าง ๆ เรียกว่า " นมพร้อมดื่ม "

2.2.1.1 นมพาสเจอร์ไรซ์ มีคุณค่าทางอาหารดีที่สุดในแต่ต้องเก็บไว้ในตู้เย็นเก็บได้นานเพียงสามวันเพราะสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

2.2.1.2 นมสเตอริไลซ์ เก็บได้นาน 6 เดือนโดยไม่ต้องแช่เย็นเชื้อจุลินทรีย์ถูกทำลายหมดโดยที่ไม่ทำให้คุณภาพของนมนมเปลี่ยนแปลงมากนัก

2.3.1.3 นมยูเอชที สามารถเก็บไว้ได้ ๑๒ เดือนหุ้มหีบห่อได้นานกว่า 6 เดือนโดยไม่เน่าเสีย

2.2.2 นมผงธรรมดา คือนมที่ผ่านกรรมวิธีระเหยน้ำออกเกือบหมดเหลือน้ำอยู่เพียงไม่เกินร้อยละ 3-4 การระเหยน้ำออกยิ่งมากยิ่งเก็บไว้ได้นาน นมประเภทนี้จะสูญเสียวิตามินบีและวิตามินซีไป

2.2.3 นมผงขาดมันเนย หรือ นมพร่องมันเนยเป็นนมผงที่สกัดไขมันออกบางส่วน ราคาถูกกว่านมผงธรรมดามีไขมันและวิตามินน้อยกว่านมผงธรรมดา แต่มีโปรตีน แคลเซียม และสารอาหารอื่นเท่ากัน ไม่เหมาะสำหรับเด็ก

2.2.4 นมผงดัดแปลงสำหรับทารก หรือนมที่มีลักษณะคล้ายนมมารดาที่มีการเติมวิตามินดี เหล็ก วิตามินซีที่มีน้อยในนมมารดาลงไป

2.2.5 นมข้นจืด หรือนมสดระเหย คือนมที่ระเหยน้ำออกร้อยละ 60 น้ำนมมีความข้นเป็นสองเท่าของนมสดการใช้นมข้นจืดต้องเติมน้ำเกือบเท่าตัวจะได้นมที่มีคุณค่าทางโภชนาการเท่านมสดหรือคล้ายคลึง

2.2.6 นมข้นหวาน มีการเติมน้ำตาลลงไปร้อยละ 40 นิยมใช้ผสมและทำอาหาร เป็นนมที่ห้ามใช้เลี้ยงทารก

2.2.7 นมคั้นรูป คือนมที่ได้จากการนำส่วนประกอบของนมสดที่แยกออกแล้วผสมขึ้นใหม่มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับนมผง

2.2.8 นมแปลงไขมัน คือนมที่ได้จากนมวัว นมผง น้ำนมข้น หรือนมคั้นรูปใช้ไขมันอื่นแทนมันเนยนิยมใช้ชงกับชา กาแฟ ส่วนใหญ่ใช้น้ำมันปาล์มในการผลิตนมชนิดนี้

2.2.9 นมปรุงแต่ง คือนมสด นมคั้นรูป หรือนมผง ที่ปรุงแต่งด้วยสี กลิ่น รส นมชนิดนี้เหมาะสำหรับเด็กและคนทั่วไป แต่ไม่เหมาะสำหรับทารก

2.2.10 นมเปรี้ยว คือนมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนมหมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคเหมาะสำหรับผู้ที่ท้องผูกหรือท้องอืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบของนมผงและนมสดชนิดต่างๆ

Nutrient Composition per 100 g. Edible Portion * 100 ml. Edible Portion	Energy	Water	Protein	Fat	Carbohydrate	Crude Fiber	Ash	Calcium	Phosphorus	Iron	Retinol	Beta-carotene	Total vit.A	Vitamin E	Thiamin	Riboflavin	Niacin	Vitamin C
Food and Description	Kcal	Grams					milligrams			mcg.	RE	milligrams						
นมผงธรรมดา Milk, powder, full cream	499	3.0	26.1	26.8	38.4	-	5.7	864	722	1.1	842	174	871	1.91	0.29	1.92	-	-
นมผงขาดมันเนย Milk, powder, non fat	358	3.3	38.1	0.5	50.3	-	7.8	1185	923	0.8	0	0	0	0	0.25	3.42	1.2	-
นมผง, ชนิดเม็ด Milk, pressed	477	2.0	13.2	20.4	60.1	-	4.3	481	454	-	143	77	156	-	0.21	1.07	0.8	4
นมสด,พาสเจอร์ไรส์ Milk, whole, pasteurised	58	89.1	3.3	3.5	3.4	-	0.7	135	89	0.1	68	18	71	0.22	0.05	0.25	0.4	tr.
นมสด,พาสเจอร์ไรส์,รสหวาน Milk, whole, pasteurised,sweetened	79	83.6	3.0	3.2	9.5	-	0.7	102	82	0.1	60	13	62	0.16	0.05	0.25	0.4	tr.
นมสดพร่องมันเนย,พาสเจอร์ไรส์ Milk, low fat, pasteurised	44	90.1	3.4	1.6	4.1	-	0.8	132	92	0.2	36	4	37	0.06	0.05	0.33	0.4	tr.
นมสด,ยูเอชที Milk, whole, UHT	65	88.0	2.3	3.9	4.1	-	0.7	122	90	0.1	36	13	38	0.16	0.04	0.21	0.3	tr.
นมสด,ยูเอชที,รสหวาน Milk, whole, UHT, sweetened	69	86.7	3.3	3.8	5.5	-	0.7	101	88	0.1	36	13	38	0.14	0.03	0.20	0.4	tr.
นมสด,พร่องมันเนย,,ยูเอชที Milk, low fat, UHT	42	90.7	3.7	1.6	3.2	-	0.8	146	99	0.2	15	0	15	0.06	0.05	0.27	0.2	tr.
นมสด,สเตอริไลส์ Milk, whole, sterilized	56	89.5	3.3	3.4	3.0	-	0.8	114	92	0.3	36	5	37	0.15	0.04	0.21	0.4	tr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 นมผง

นมผงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำนมสดมากระเหยน้ำออกด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ กัน จนได้เป็นนมผง ผลิตภัณฑ์นมผงมี 4 ประเภท

2.3.1 Dry whole milk เป็นนมผงธรรมดา หรือนมผงพร้อมไขมันเนย ตามมาตรฐานของประเทศไทยแล้วผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีความชื้นไม่เกิน 5% ไขมันเนยไม่น้อยกว่า 26% ความเป็นกรดไม่เกิน 0.17% ค่า solubility index เป็นหนึ่ง ปริมาณผงที่ไหม้ไม่เกิน 22.5% Total bacteria count ไม่เกิน 1×10^5 ต่อตัวอย่างหนึ่งกรัม

2.3.2 Dry partly skimmilk เป็นนมผงพร่องมันเนยมีความชื้นไม่เกิน 5% ไขมันเนยระหว่าง 1.5-26 % solubility index เท่ากับหนึ่ง ปริมาณผงที่ไหม้ไม่เกิน 22.5% มาตรฐานความเป็นกรดและจุลินทรีย์เหมือนในข้อ 2.3.1

2.3.3 Dry skimmilk or non-fat dry milk เป็นนมผงขาดมันเนยมีความชื้นไม่เกิน 5% ไขมันไม่เกิน 1.5% มาตรฐานความเป็นกรด จุลินทรีย์ และปริมาณผงที่ไหม้เทียบเหมือนในข้อ 2.3.2

2.3.4 Dry filled เป็นนมผงแปลงไขมัน

ตารางที่ 2 คุณลักษณะที่ต้องการของนมผงธรรมดาและนมผงขาดมันเนยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

รายการ ที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	
		นมผงธรรมดา	นมผงขาดมันเนย
1	มันเนย ร้อยละของน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 26	ไม่เกิน 1.5
2	ความชื้น ร้อยละของน้ำหนัก	ไม่เกิน 5	ไม่เกิน 5
3	ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (titratable acidity) คำนวณเป็นกรดแลคติก	ไม่เกิน 0.17	ไม่เกิน 0.17
4	อัตราการละลาย (solubility index) ลูกบาศก์เซนติเมตร	ไม่เกิน 1	ไม่เกิน 1
5	ผงไหม้เกรียม (scorched particles) มิลลิกรัม	ไม่เกิน 22.5	ไม่เกิน 22.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การทำแห้งแบบสเปรย์ทราย (Spray drying)

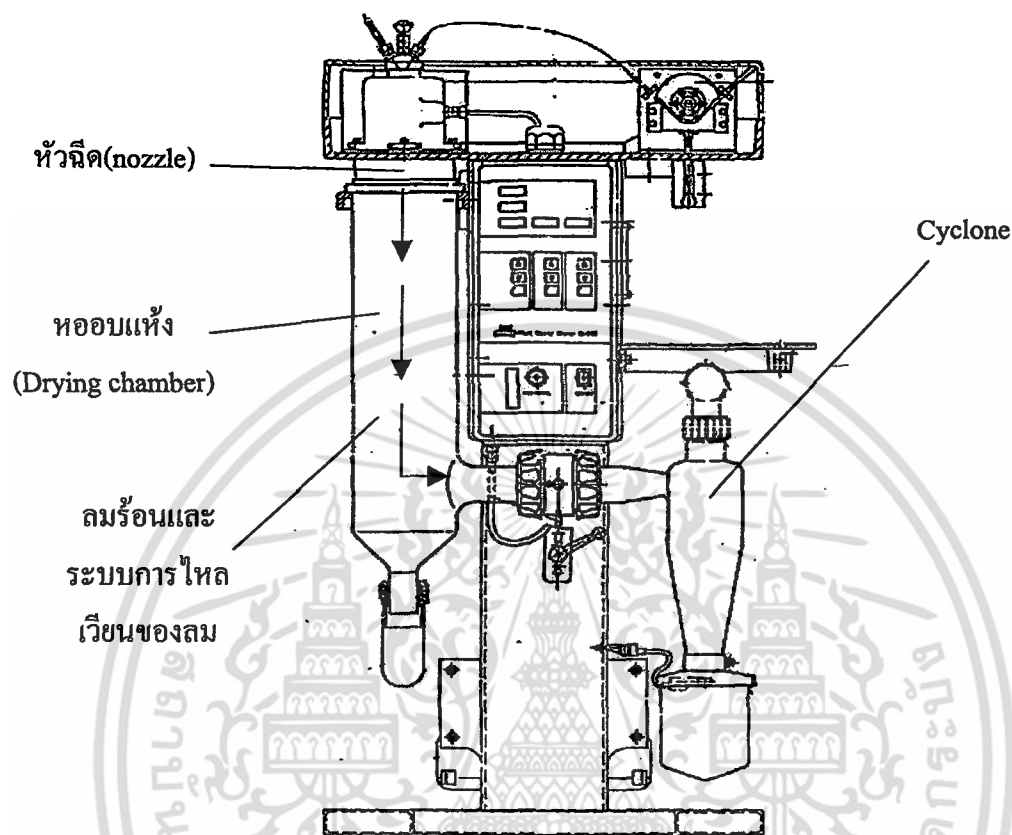
การผลิตนมผงในทางอุตสาหกรรมมีอยู่ 2-3 วิธี คือ นำนมสามารถทำให้แห้งเป็นแผ่นบาง ๆ บนผิวลูกกลิ้งร้อนได้ แผ่นบาง ๆ จะถูกขูดออกจากลูกกลิ้งด้วยใบมีด กรรมวิธีการทำแห้งนี้เรียกว่า drum drying หรือรู้จักกันในอุตสาหกรรมนมว่า วิธี roller drying บางครั้งเรียกว่า film drying วิธีนี้ผลิตภัณฑ์จะถูกป้อนไปบนลูกกลิ้งในสภาพของของเหลว และได้เป็นผลิตภัณฑ์ของแข็ง วิธี drum drying ใช้เนื้อที่น้อยและประหยัดกว่าวิธี spray drying โดยเฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์น้อย ๆ ข้อเสียของวิธีนี้ก็คือผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจมีกลิ่นไหม้และละลายน้ำได้น้อยกว่าวิธี spray drying ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนเกิดการเสียสภาพ (denaturation)

การทำแห้งที่ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นสูง และอยู่ในสภาพเริ่มต้นเป็นของเหลวได้ดีที่สุด คือ การทำแห้งแบบสเปรย์ทราย วิธีนี้จะใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทนต่อความร้อนหรือไวต่อความร้อน ลักษณะเฉพาะของการอบแห้งแบบสเปรย์ทรายคือ วงจรการอบแห้งจะเร็ว เวลาที่ผลิตภัณฑ์อยู่ใน หอทำแห้งสั้น และผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่พร้อมจะบรรจุทันทีขณะที่ออกจากเครื่องอบแห้ง ความจริงแล้วเวลาที่อยู่ในเครื่อง (retention time) อาจจะเป็น 3 ถึง 10 วินาที และยังสามารถใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูงที่จุดเข้าของหออบแห้ง โดยมีได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์

การทำแห้งแบบสเปรย์ทราย หมายถึง การแปลงของเหลวซึ่งอาจเป็นสารละลายหรือของเหลวชั้นให้เปลี่ยนสภาพเป็นผงแห้ง ภายในการทำแห้งเพียงขั้นตอนเดียว วัตถุประสงค์ของการสเปรย์ทรายก็เพื่อไล่ความชื้นออกจากนมจนได้เป็นของแห้ง นอกจากไล่ความชื้นออกไป ยังลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งอีกด้วย หลักการพื้นฐานของการทำแห้งแบบสเปรย์ทรายนั้น นมจะถูกทำให้เป็นละอองและให้สัมผัสกับลมร้อนที่ไหลเข้ามาทำให้เกิดการระเหยน้ำขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากของเหลวซึ่งถูกทำให้เป็นละอองจะมีพื้นที่ผิวมาก หลังจากนั้นอนุภาคผงที่แห้งจะตกลงมา และผงนี้จะถูกแยกออกจากลมร้อนเพื่อนำไปทำการบรรจุต่อไป

2.4.1 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

- 1) ลมร้อนและระบบการไหลเวียนของลม
- 2) อุปกรณ์พ่นฝอย (หัวฉีด)
- 3) หออบแห้ง (Drying chamber)
- 4) ระบบการแยกอนุภาค (ผลิตภัณฑ์)



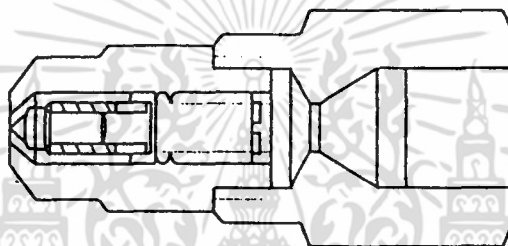
รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องมินิสเปรย์คราย B-191

2.4.1.2 ลมร้อนและระบบการไหลเวียนของลม อาจจะได้มาจากแหล่งก๊าซหรือไอน้ำไฟฟ้า ส่วนมากการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบทางอ้อม เช่น การให้ไอน้ำไหลผ่านท่อ ความร้อนจะถูกกระจายไปทั่วหอทำแห้งโดยใช้แผงกระจายลม (air disperser) เพื่อให้สัมผัสกับหยดเล็ก ๆ ของของเหลวที่พ่นออกจากหัวให้เป็นฝอยในระยะเวลาสั้น ต้องควบคุมอุณหภูมิอากาศร้อนให้เหมาะสม หากอุณหภูมิสูงเกินไป อาหารจะไหม้ หากอุณหภูมิต่ำไป ทำให้อาหารชื้น โดยปกติอุณหภูมิของอากาศร้อนภายในหอทำแห้ง (inlet temperature) อยู่ระหว่าง $180-220^{\circ}\text{C}$ (ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร) ส่วนอากาศร้อนร้อนที่ออกจากหอทำแห้ง (outlet temperature) อยู่ระหว่าง $30-100^{\circ}\text{C}$ ดังนั้นการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศร้อนจึงเป็นสิ่งสำคัญ หากกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ได้เหมาะสม ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนจะมีค่าสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 อุปกรณ์พ่นฝอย (หัวฉีด) อาจถือได้ว่าเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดใน การอบแห้งแบบนี้ เนื่องจากหัวฉีดจะเป็นตัวกำหนดขนาดของอนุภาค เนื่องจากการอบแห้งแบบนี้อาศัย หลักการที่ว่าความร้อนจะเกิดการถ่ายเทอย่างรวดเร็วระหว่างละอองเหลวกับก๊าซร้อน ถ้าหัวฉีดทำงาน ได้ดี กล่าวคือ ทำให้ของเหลวที่ต้องการอบแห้งแตกตัวเป็นละอองได้เล็กมากเท่าไร พื้นที่ผิวสัมผัสกับ ก๊าซร้อนก็จะยิ่งเพิ่มขึ้นมากเท่านั้น การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นเป็น ไปอย่างรวดเร็ว ใช้เวลาสั้น และ ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผงที่มีคุณภาพดี นอกจากนี้ยังเป็นตัวควบคุมอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ไปยัง เครื่องอบแห้งหัวฉีดจะส่งของเหลวไปยังหอบแห้งในลักษณะที่ค่อนข้างสม่ำเสมอและให้ขนาดของ หยดของเหลวที่เหมาะสม โดยทั่วไปหัวฉีดแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

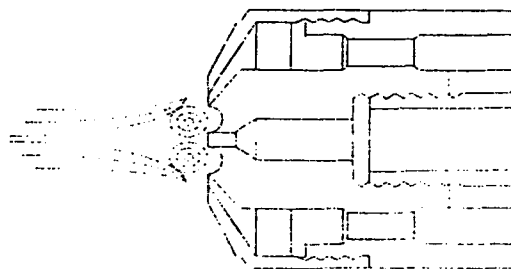
1) Pressure nozzle



รูปที่ 2 : ลักษณะหัวฉีดแบบ pressure nozzle

ลักษณะของหัวฉีดแบบนี้อาศัยหลักการฉีดของของเหลวภายใต้ความดันที่ทำให้ของเหลวแตกตัว เป็นหยดเล็กๆ ความดันที่ใช้ตั้งแต่ 400-10,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว (psi) ลักษณะของหัวฉีดแบบนี้ประกอบด้วยแกน(core) และรูหัวฉีด(orifice) เล็กๆ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.10-0.15 ซม. ทำด้วยโลหะผสมที่มีความ แข็งแรง ทนต่อความดันสูงๆ เช่น ทังสเตนคาร์ไบด์ ของเหลวจะถูกทำให้หมุนรอบแกนด้วยความเร็วสูงมากภายใต้ความดัน ของเหลวจะถูกอัดจากหัวฉีดเป็นละอองในลักษณะหมุนเป็นวงรอบ ๆ (swirl) ขนาดของละอองของของเหลวขึ้นอยู่กับความดันและขนาดของรูหัวฉีดเป็นสำคัญ

2) Two-fluid nozzle

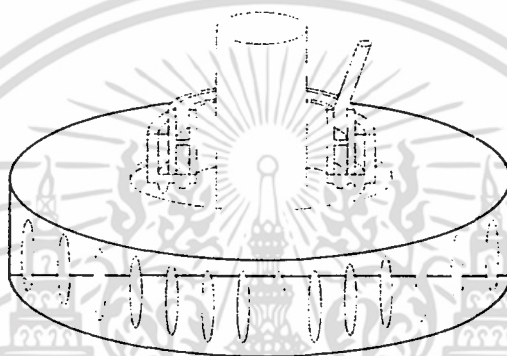


รูปที่ 3 : ลักษณะหัวฉีดแบบ Two-fluid nozzle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโครงการเท่านั้น ไม่สามารถนำ ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นหัวฉีดที่ใช้ทำแห้งของของเหลวที่มีอัตราการทำแห้งต่ำ ของเหลวกลายเป็นละอองได้เนื่องจากถูกกระแทกด้วยกระดาศภายใต้ความดัน หัวฉีดแบบนี้ประกอบด้วยทางเข้าของอากาศและทางเข้าของของเหลว ความดันที่ใช้โดยประมาณ 5-60 psi หากลักษณะการทำงานในกรณีที่ความดันของอากาศ 10 psi อากาศจะแทรกตัวไปในท่อของของเหลว ทำให้เกิดเป็นฟองแตกตัวเป็นหยดเล็กๆ มากมาย ส่วนกรณีที่ความดันสูงๆ ประมาณ 60 psi ของเหลวจะถูกพ่นออกมาเป็นลำเล็กๆ ซึ่งเมื่อกระทบกับอากาศที่มีความดันสูงๆ จะทำให้ของเหลวแตกตัวเป็นละอองเล็กๆ มากมาย โดยทั่วไปความดันของอากาศในหัวฉีดที่ใช้ประมาณ 30 psi

3) Centrifugal disk atomizer



รูปที่ 4 : ลักษณะหัวฉีดแบบ Centrifugal disk atomizer

เป็นหัวเหวี่ยงที่มีลักษณะคล้ายจานหมุน สามารถหมุนด้วยความเร็ว 6,000-20,000 รอบต่อนาที และใช้ความดันไม่สูงมาก เนื่องจากของเหลวจะถูกทำให้เป็นฟิล์มบางๆ บนจานหมุนและถูกทำให้มีความเร็วสูงขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดแรงหนีศูนย์กลางมากจนกระทั่งถูกเหวี่ยงหลุดออกจากจานหมุนเป็นหยดเล็กๆ

หากจะเปรียบเทียบหัวฉีดทั้ง 3 วิธีแล้ว ไม่สามารถบอกได้ว่าแบบไหนดีกว่ากันทั้งนี้เพราะการใช้งานขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่างที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสม แต่โดยทั่วไปแบบที่ 3 จะมีความยืดหยุ่นของการใช้งานมากกว่า 2 แบบแรก เพราะสามารถใช้งานได้กับของเหลวที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันและมีความหนืดสูงได้ การอุดตันที่เกิดขึ้นกับหัวเหวี่ยงนี้มีน้อยกว่า เนื่องจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางหมุนด้วยความเร็วสูง แต่อย่างไรก็ตามการออกแบบจะมีความยุ่งยากและราคาแพงหากเปรียบเทียบกับ 2 แบบแรก

2.4.1.3 หอทำแห้ง (drying chamber) ลักษณะ โดยทั่วไปจะเป็น หอกลมหน้ากว้าง ส่วนปลายจะเป็นรูปกรวยซึ่งเอียงทำมุม 60 องศา กับระนาบ การออกแบบขนาดและรูปร่างต้องพิถีพิถันให้ได้พอเหมาะกับการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างหยดเล็กๆ ของของเหลวกับอากาศร้อน จะต้อง

มีระยะทางที่อากาศร้อนจะสัมผัสกับหยดของของเหลวพอดีที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แห้ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4 ระบบการแยกอนุภาค (solid-gas separation system) ทำหน้าที่แยกผลิตภัณฑ์ผงแห้งออกจากอากาศร้อน ส่วนมากนิยมใช้ไซโคลน(cyclone) แยกผลิตภัณฑ์หรือฝุ่นละอองออกจากอากาศร้อน โดยอาศัยแรงเหวี่ยงที่ค่ามากกว่าแรงโน้มถ่วงของโลกจะพาเอากระแเสอากาศร้อนและผลิตภัณฑ์หมุนมาให้เกิดกระทบกับผนังไซโคลนและตกลงสู่ภาชนะรองรับ ส่วนอากาศร้อนจะถูกแยกออกไปโดยแรงดูดจากพัดลม

2.5 การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

อาหารเหลวที่จะทำเป็นอาหารผง จะต้องละลายน้ำได้ ต้องมีเนื้ออาหารที่เป็นของแข็ง (total soluble solid) ไม่ต่ำกว่า 20 % และไม่มากกว่า 50 % และอาหารเหลวนั้นต้องไหลได้ อาหารเหลวจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยหัวฉีด โดยใช้ปั๊มซึ่งจะทำให้อาหารเหลวกลายเป็นละอองหรือหยดเม็ดเล็กๆ ทำให้การระเหยเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและใช้เวลาสั้นจะได้ผลิตภัณฑ์อาหารผงแห้ง ซึ่งถูกแยกออกจากอากาศร้อน โดยใช้ระบบของไซโคลน

2.5.1 ขั้นตอนของการทำแห้งโดยวิธี spray dry

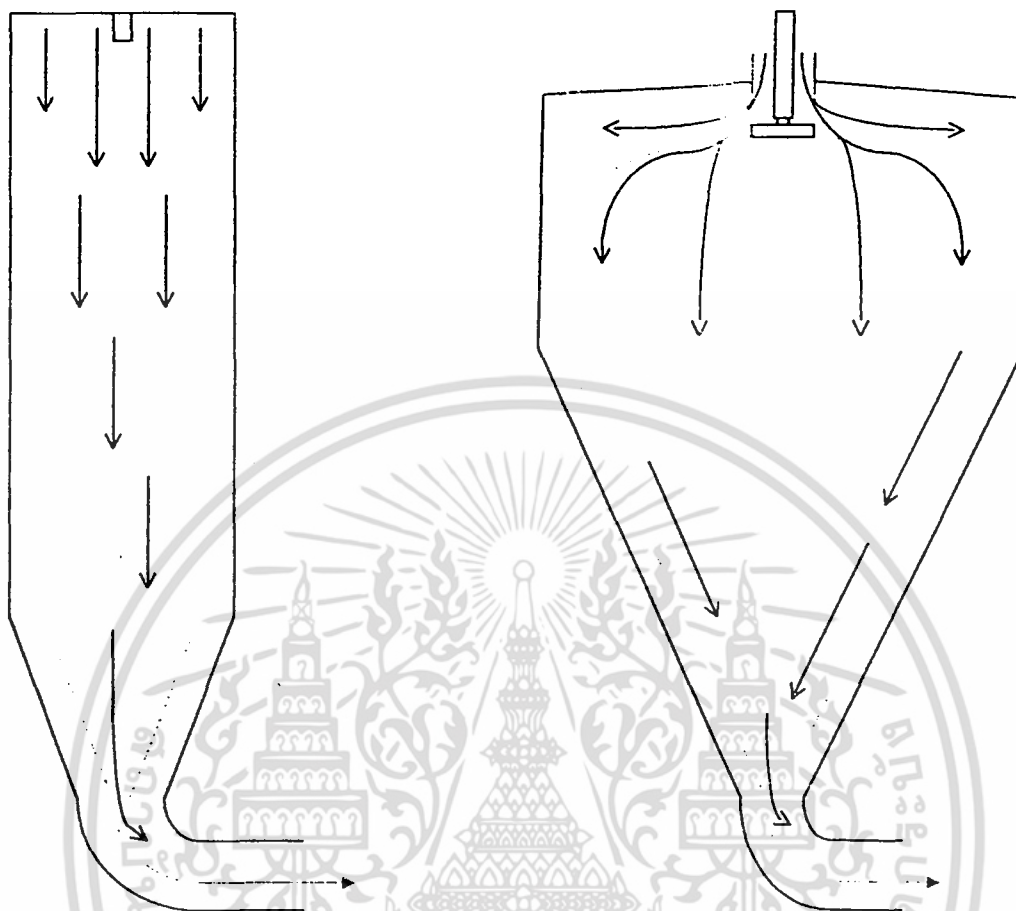
การทำแห้งแบบ spray dry ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ๆ 4 ขั้นตอนคือ

2.5.1.1 การทำให้ของเหลวมีอนุภาคเล็กลงหรือแตกตัวเป็นละอองของเหลว (Atomization stage) เพื่อให้สามารถระเหยน้ำออกได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากของเหลวมีขนาดเล็กลงทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการรับความร้อนได้มาก การถ่ายเทร้อนเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ในการทำให้ของเหลวแตกตัวเป็นละอองของเหลวอาจใช้หัวฉีดซึ่งใช้แรงดันจากเครื่องอัดอากาศ

2.5.1.2 การที่ละอองของเหลวสัมผัสกับลมร้อนในขั้นตอนนี้จะทำให้ละอองของเหลวสัมผัสกับลมร้อนเพื่อให้เกิดการระเหยน้ำออกไป ซึ่งการเคลื่อนที่ของละอองของเหลวกับลมร้อนแบ่งออกเป็น 5 แบบคือ

- 1) เคลื่อนที่ตามแนวราบกับละอองของเหลว (Horizontal cocurrent) อากาศร้อนจะถูกพ่นออกจากด้านข้างส่วนบนของหอทำแห้ง
- 2) เคลื่อนที่ตามแนวตั้งกับละอองของเหลว (Vertical downward cocurrent) อากาศร้อนและละอองของเหลวจะถูกพ่นออกจากด้านบนของหอทำแห้งแล้วไหลออกทางด้านล่าง
- 3) เคลื่อนที่ขึ้นขนานตามแนวตั้งกับละอองของเหลว (Vertical upward cocurrent) อากาศร้อนและละอองของเหลวจะถูกพ่นออกจากด้านล่างของหอทำแห้ง อากาศร้อนจะไหลออกทางด้านบนส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้จะตกลงมาทางด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

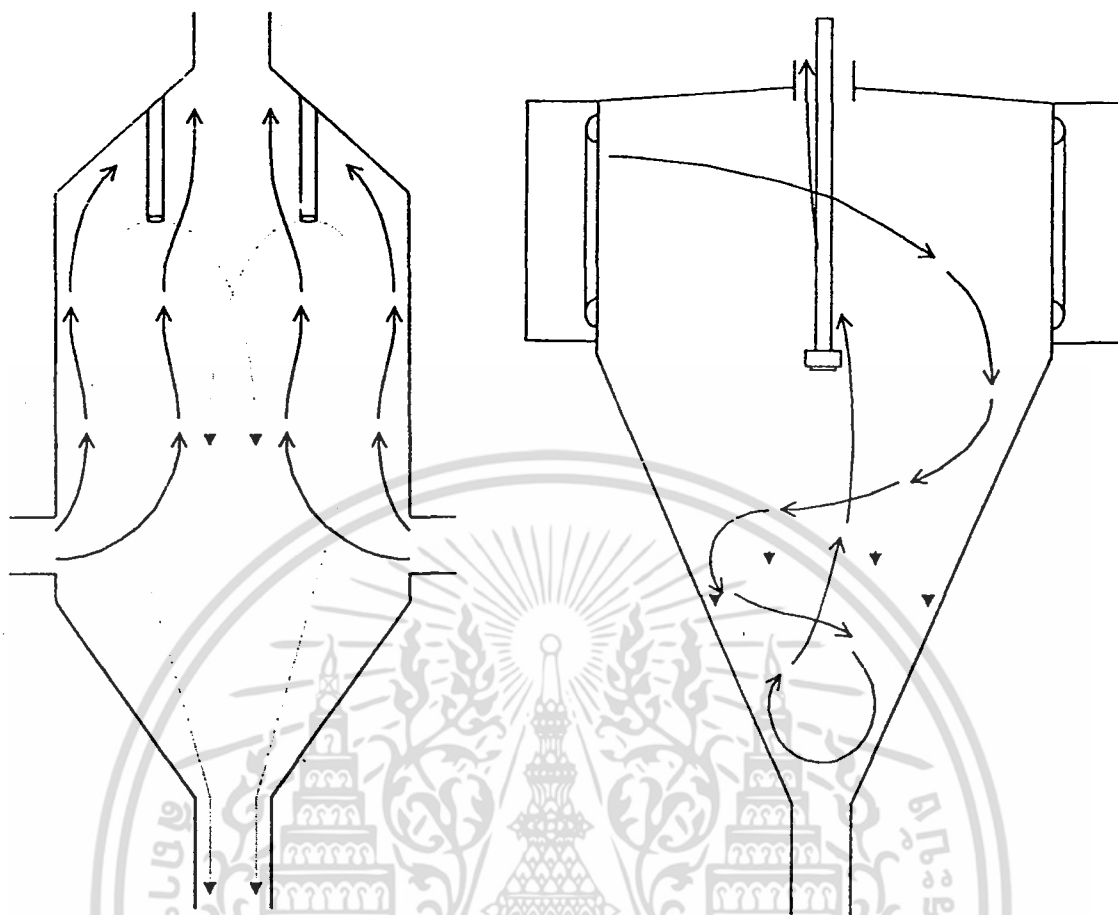


รูปที่ 5 : Spray drier with parallel flow

รูปที่ 6 : Cocurrent flow in a spray drier

4) เคลื่อนที่สวนทางตามแนวตั้งกับละอองของเหลว (Vertical countercurrent) ละอองของเหลวจะถูกพ่นออกจากด้านบนของหอทำแห้ง ส่วนอากาศร้อนจะถูกพ่นออกจากด้านล่างหอทำแห้ง

5) เคลื่อนที่แบบผสม (Mixed flow or Complex vertical downward concurrent) อากาศร้อนจะถูกพ่นออกจากทางด้านข้างส่วนบนของหอทำแห้ง ละอองของเหลวจะถูกพ่นออกจากด้านบน และมีเครื่องดูดอากาศออกทางด้านบน ทำให้อากาศร้อนเกิดการหมุนเวียนกับละอองของเหลวภายในหอทำแห้ง



รูปที่ 7: Spray drier flow in a spray drier

รูปที่ 8 : Spray drier with mixed flow pattern

2.5.1.3 การระเหยน้ำออกจากละอองของเหลว(Evaporation stage) การระเหยเริ่มต้นจากไอน้ำที่อิ่มตัว ซึ่งเริ่มก่อตัวที่บริเวณผิวของละอองของเหลว ส่วนผิวของละอองของเหลวจะมีอุณหภูมิต่ำใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulk temperature) ของอากาศร้อนที่ใช้ การออกแบบภาชนะทำแห้งต้องออกแบบให้ผงมีระยะเวลาในพอสสมควรที่ทำให้อนุภาคแห้งพอดีก่อนที่จะตกลงสู่ด้านล่าง

2.5.1.4 การแยกผลิตภัณฑ์(Dry product recovery) หลังจากที่ได้ผลิตภัณฑ์ผงตกลงสู่ด้านล่างของหอทำแห้งแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบาจะถูกดูดและส่งออกทางท่อลมออก ซึ่งผลิตภัณฑ์ผงสามารถแยกออกจากลมร้อนได้โดยอาศัยไซโคลอน(cyclone) ทำให้ผลิตภัณฑ์ผงกระทบกับผนังไซโคลอนและตกลงสู่ภาชนะรองรับ ระบบในการแยกเอาผลิตภัณฑ์ผงที่ลอยตัวอยู่ในอากาศออกจากภาชนะทำแห้งมี 2 ระบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) แบบที่มีช่องทางออกทางเดียว ผลิตภัณฑ์ผงทั้งหมดจะถูกแยก โดยเครื่องแยก เช่น ไซโคลน ถูกรอง หรือเครื่องทำให้ผลิตภัณฑ์ผงตกลงมา โดยอาศัยไฟฟ้าสถิตย์
- 2) ระบบที่มีช่องทางออก 2 จุด ช่องทางออกทางแรกจะเป็นทางออกสำหรับผลิตภัณฑ์ผงที่มีขนาดใหญ่ซึ่งจะตกอยู่ภายในภาชนะของเครื่องทำแห้ง ส่วนผลิตภัณฑ์ผงขนาดเล็กจะถูกดูดออกจากเครื่องทำแห้งและแยกออกจากอากาศร้อนด้วยไซโคลน

2.5.1.5 การบรรจุและการเก็บรักษา(Packing and storage) การบรรจุมีความสำคัญต่อการที่จะรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บ หลังจากที่ทำการผลิตแล้วควรบรรจุไว้ในภาชนะที่สามารถป้องกัน ความชื้น แสง แผลง และสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ได้ ปกติวัสดุภาชนะที่นิยมใช้ในการบรรจุ ได้แก่ กระดาษ กล่อง หรือถุงหลายชั้นที่ประกอบด้วยวัสดุอื่นและมีพลาสติก โพลีเอทิลีนอยู่ด้านใน ถึงโลหะที่มีถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน อยู่ด้านใน และกระเบื้องที่บุด้านในด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ ผลิตภัณฑ์จะสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานานควรบรรจุในสภาพบรรยากาศของแก๊สเฉื่อย ซึ่งส่วนใหญ่ใช้แก๊สไนโตรเจน หรือบรรจุในสภาพสุญญากาศ เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันและองค์ประกอบอื่น ๆ

2.6 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทำแห้งแบบสเปรย์ดราย

2.6.1 คุณสมบัติของของเหลว(Feed properties) การเพิ่มความหนืดของของเหลวหรือลดอุณหภูมิของของเหลวก่อนเข้าเครื่องจะทำให้ละอองฝอยมีขนาดใหญ่โต การเพิ่มความเข้มข้นของของเหลว มีผลต่อสถานะการระเหยน้ำ โดยทั่วไปจะมีผลทำให้ขนาดของอนุภาคใหญ่ขึ้น

2.6.2 อัตราการป้อนของของเหลว (Feed rate) เมื่ออัตราการป้อนของเหลวเพิ่มขึ้น ในขณะที่สถานะอื่นๆ คงที่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีขนาดอนุภาคใหญ่ขึ้น

2.6.3 อัตราการไหลของอากาศ (Air flow rate) อัตราการไหลของอากาศเป็นการควบคุมเวลาที่อาหารจะอยู่ในหอทำแห้ง การเพิ่มเวลาให้อาหารอยู่ในหอทำแห้งนานขึ้นจะมีผลทำให้การระเหยน้ำมีมากขึ้น การลดความเร็วของอากาศช่วยให้เก็บรวบรวมผลิตภัณฑ์แห้งได้ดี แต่ความสามารถของเครื่องจักรจะลดลง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิของลมเข้า ซึ่งทำให้การระเหยน้ำรวดเร็วขึ้น

2.6.4 อุณหภูมิในการทำแห้ง (Drying temperature) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเข้า โดยที่อัตราการป้อนของอาหารเหลวคงที่ จะเพิ่มความสามารถในการระเหยน้ำ(evaporative capacity) อัตราการระเหยน้ำเร็วขึ้น และผลิตภัณฑ์ผงที่ได้มีความ โปร่งมากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิมอบออกเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นในอาหารจะลดลง ในการปฏิบัติงาน โดยมีอุณหภูมิขาคต่ำเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงนั้นจะทำให้ผงมีการเกาะกลุ่มกันเป็นก้อน (agglomeration) เป็นขั้นตอนหนึ่งเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ผงชนิดที่ละลายน้ำได้ทันที(instant powder) การปรับอัตราการป้อนของของเหลวมีผลต่ออุณหภูมิขาคต่ำ ถ้าอัตราการป้อนของของเหลวสูงขึ้นทำให้อุณหภูมิลดลง และจะทำให้ ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูง จะเกาะอยู่บริเวณผนังของหอทำแห้งได้

2.7 ปัจจัยที่ต้องควบคุมในการทำแห้งแบบสเปรย์คราย

สถานะที่จำเป็นต้องควบคุมในการทำแห้งแบบสเปรย์คราย คือ

- 1) การกระจายของหยดเม็ดเล็กๆ จะต้องเป็น ไปอย่างสม่ำเสมอ โดยการเลือกหัวฉีดให้เหมาะสมกับระบบของเครื่อง
- 2) ระบบอากาศร้อนจะต้องเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และมีการกระจายของอากาศร้อน ทั่วหอทำแห้ง โดยควบคุมอุณหภูมิของอากาศร้อนในหอที่ออกจากหออย่างเหมาะสม
- 3) ต้องควบคุมเวลาที่อากาศร้อนจะสัมผัสกับหยดเล็กๆ ของของเหลวให้สั้นที่สุด

2.8 ปัญหาที่พบในการทำแห้งด้วยวิธีนี้ มีหลายกรณี เช่น

- 1) ผงที่ได้มีลักษณะไหม้เกรียม
- 2) ผงที่ได้มีขนาดละเอียดเกินไป และมีอัตราการละลายต่ำ
- 3) ขนาดของอนุภาคไม่สม่ำเสมอ
- 4) การทำแห้งไม่สม่ำเสมอ

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

- 1) น้ำนมดิบ

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 1) Rotary Evaporator
- 2) Refractometer
- 3) Mini Spray Dryer B-191
- 4) เครื่องอบแห้งสุญญากาศ
- 5) เครื่อง Centifuge
- 6) เครื่อง Chroma Meter Operation (MINOLTA)
- 7) Aluminum can พร้อมฝา
- 8) ซ้อนตักสาร
- 9) Tong
- 10) Desiccator
- 11) น้ำกลั่น
- 12) กรวย
- 13) บีกเกอร์
- 14) แท่งแก้วคน

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมน้ำนม

- 1) ซึ่ื่อน้ำนมดิบจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมบริเวณสถาบันเทคโนโลยีการเกษตร
- 2) วัดปริมาณไขมันด้วยวิธี Gerber และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำนมดิบ โดยใช้เครื่อง Hand Refractometer
- 3) ระเหยน้ำนมด้วยเครื่อง Rotary Evaporator ที่อุณหภูมิ 60 °C จนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนมตามต้องการ

3.3.2 การศึกษาปัจจัยของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนมและอุณหภูมิในกระบวนการ spray dry ทำแห้งน้ำนมด้วยวิธี spray dry โดยใช้เครื่อง Mini Spray Dryer B-191 (Buchi)

โดยทำการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้นของน้ำนมก่อนทำการ spray dry ที่ 30 และ 40 ° Brix

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิขาเข้า 160,170,และ180 °C โดยควบคุมอุณหภูมิขาออกอยู่ที่ 100 °C

3.3.3 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์นมผง

นำตัวอย่างนมผงที่ได้จากข้อ 3.3.2 มาทำการวิเคราะห์ลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ปริมาณความชื้น (AOAC, Official Method of Analysis, 1995)
- 2) ความสามารถในการละลายโดยตัดแปลงจาก Standard for grades of dry milks including methods of analysis, American Dry Milk Institute, 1971
- 3) สี โดยใช้ เครื่อง Chroma Meter Operation
- 4) ปริมาณผลผลิตที่ได้ (yield)

3.3.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ factorial design และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS V.7

บทที่ 4

ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

4.1 ผลการหาปริมาณไขมัน และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนํ้านมดิบ

เมื่อนํ้านมดิบที่ซื้อมาจากเกษตรกรที่อยู่ในเขตลาดกระบัง มาวัดปริมาณ ไขมันด้วยวิธี Gerber พบว่าค่าปริมาณ ไขมันในนํ้านมดิบมีค่า 5 % และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนํ้านมดิบที่วัดโดยใช้ refractrometer มีค่า 10 °Brix ซึ่งค่าที่ได้นี้จะมีความใกล้เคียงกับค่านํ้านมดิบทั่วไป

4.2 ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนํ้านมและอุณหภูมิในกระบวนการที่มีต่อความชื้น ความสามารถในการละลายและสีของนมผงสเปรย์คราย

ตารางที่ 3 แสดงผลของปริมาณความชื้น ความสามารถในการละลายและสีของผลิตภัณฑ์นมผง ที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิเข้าต่างๆ

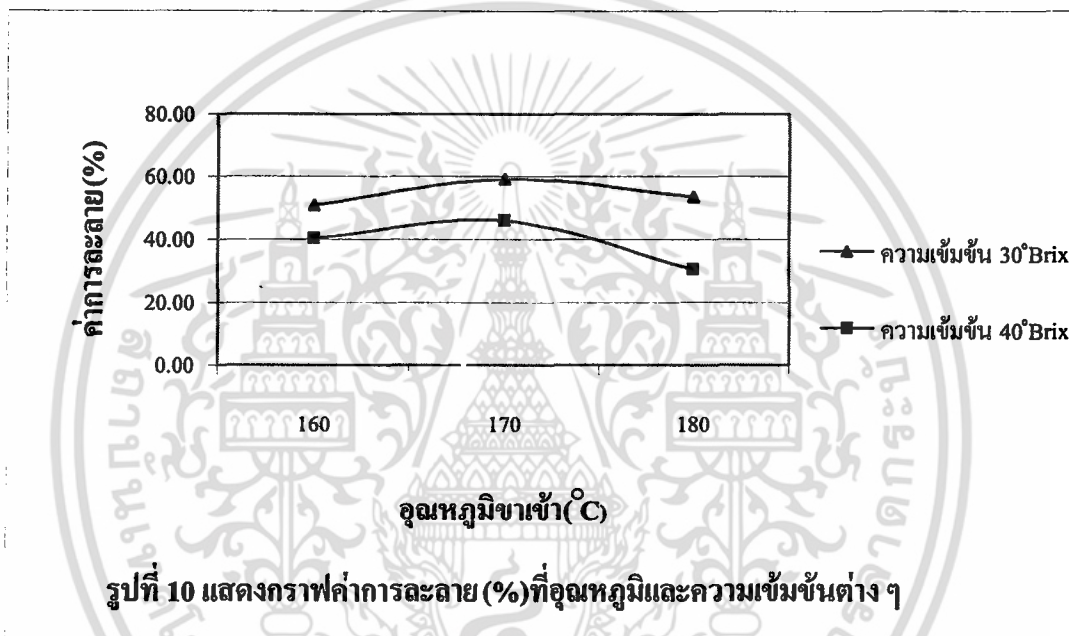
สภาวะการ spray dry	ความชื้น (%)	การละลาย(%)	สี		
			I.	a	b
ความเข้มข้น 30 °Brix					
อุณหภูมิเข้า 160 °C	10.77 ^a	50.96 ^{bc}	95.00 ^{ab}	-1.02 ^{bc}	5.97 ^b
อุณหภูมิเข้า 170 °C	12.08 ^a	59.02 ^c	95.91 ^b	-1.07 ^{ab}	7.37 ^d
อุณหภูมิเข้า 180 °C	11.28 ^a	53.55 ^{bc}	96.94 ^c	-1.14 ^a	6.73 ^c
ความเข้มข้น 40 °Brix					
อุณหภูมิเข้า 160 °C	13.30 ^a	40.32 ^{ab}	94.59 ^a	-0.63 ^d	3.86 ^a
อุณหภูมิเข้า 170 °C	10.57 ^a	46.16 ^{bc}	96.85 ^c	-1.06 ^{ab}	6.04 ^b
อุณหภูมิเข้า 180 °C	12.80 ^a	30.52 ^a	95.80 ^b	-0.97 ^c	6.58 ^c

*หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

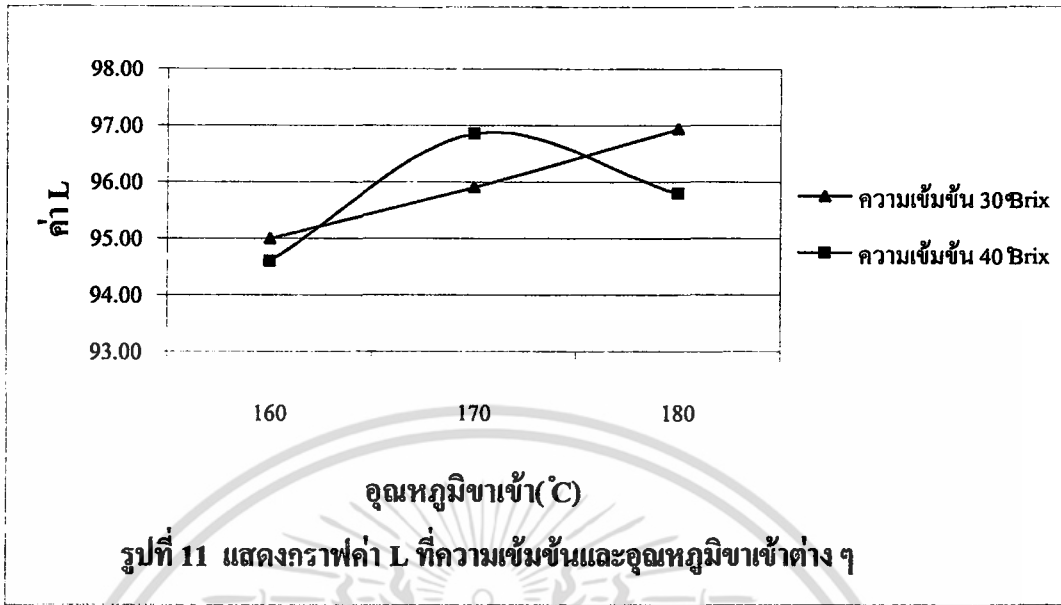
($p \leq 0.5$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิขาเข้าที่แตกต่างกันในช่วงที่ศึกษา (160, 170 และ 180 °C) และความเข้มข้นของนม(30 °Brix และ 40 °Brix) ไม่มีผลต่อความชื้นของนมผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.5$) โดยมีค่าความชื้นของนมผงที่ทดลองได้อยู่ระหว่าง 10.57-13.30 % ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ของนมผง ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองนี้จะสเปรย์ครายโดยควบคุมอุณหภูมิขาออกที่ 100 °C ทำให้ต้องปรับอัตราการป้อน (pump) ของนมให้สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิขาเข้าเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์เกาะอยู่บริเวณหอทำแห้งมาก ผลิตภัณฑ์นมผงที่ได้จึงมีความชื้นสูง

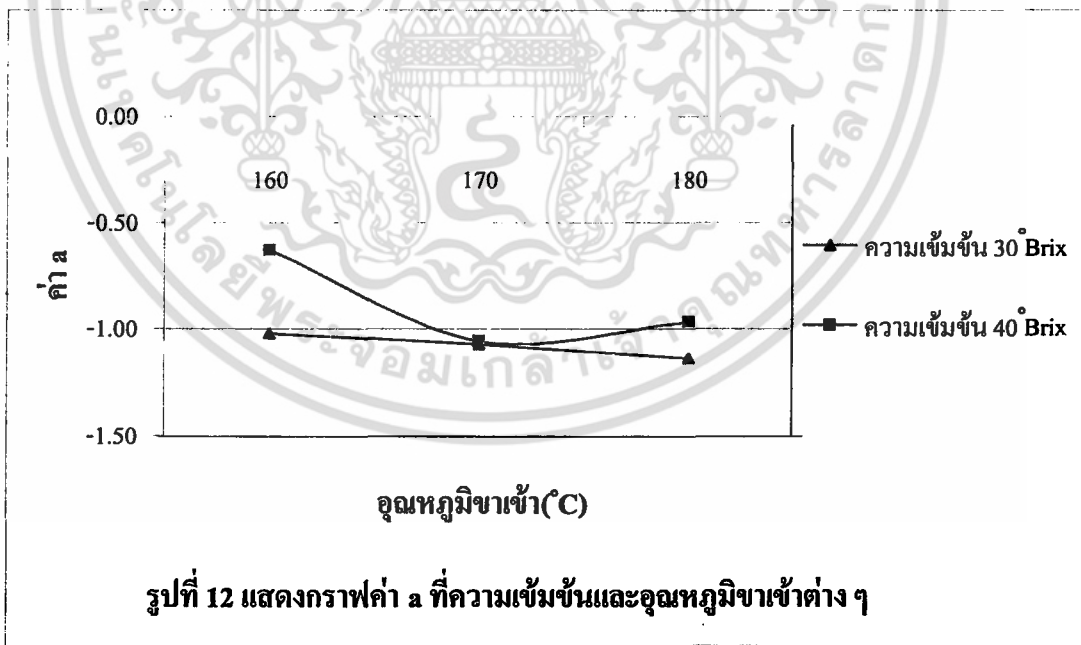


จากรูปที่ 10 แสดงกราฟค่าการละลาย (%) ของผลิตภัณฑ์นมผงที่อุณหภูมิและความเข้มข้นต่าง ๆ กันจะพบว่าค่าการละลายมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีอุณหภูมิขาเข้าเพิ่มขึ้น โดยจะสังเกตเห็นได้ชัดที่อุณหภูมิขาเข้า 180 °C ทั้งที่ความเข้มข้น 30 และ 40 °Brix ซึ่งอาจเกิดจากโปรตีนเกิดการเสียสภาพ (denaturation) ซึ่งทำให้ค่าความสามารถในการละลายลดลง และเห็นได้ชัดว่าผลิตภัณฑ์นมผงจะมีความสามารถในการละลายดีที่สุดที่อุณหภูมิ 170 °C ทั้งความเข้มข้น 30 และ 40 °Brix ส่วนที่อุณหภูมิ 160-170 °C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.5$)



รูปที่ 11 แสดงกราฟค่า L ที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิขาเข้าต่างๆ

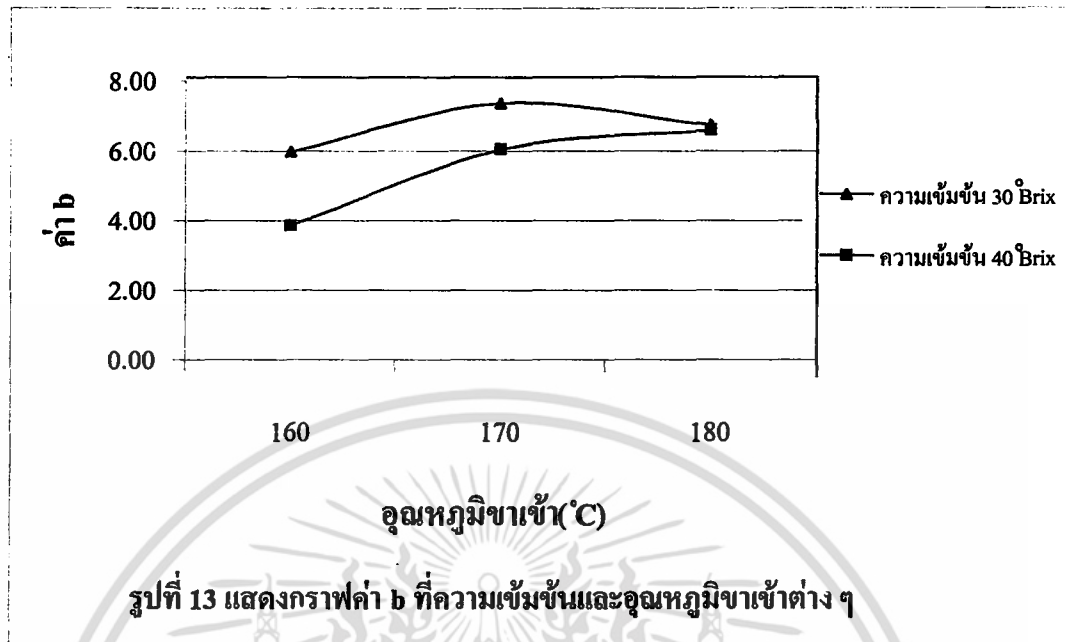
จากรูปที่ 11 แสดงกราฟค่า L ของผลิตภัณฑ์นมผงที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิขาเข้าต่างๆ จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นค่า L จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น โดยปกติแล้วผลิตภัณฑ์นมผงทั่วไปจะมีสีขาว ค่า L ที่วัดได้จึงมีค่าสูง



รูปที่ 12 แสดงกราฟค่า a ที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิขาเข้าต่างๆ

จากรูปที่ 12 แสดงกราฟค่า a ของผลิตภัณฑ์นมผงที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิขาเข้าต่างๆ กัน จะพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นค่า a ที่ได้จะมีแนวโน้มลดลง คือ สีของผลิตภัณฑ์นมผงมีแนวโน้มค่อนข้างไปทางสีเขียว ซึ่งมีสีจะออกไปทางสีเข้มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากรูปที่ 13 แสดงกราฟค่า b ของผลิตภัณฑ์นมผงที่ความเข้มข้นและอุณหภูมิขาเข้าต่าง ๆ พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขาเข้าให้สูงขึ้น ค่า b จะมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยมีแนวโน้มออกไปทางสีเหลือง ซึ่งเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning reaction) ของผลิตภัณฑ์นมผงทำให้เกิดสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น

4.3 สรุปผลการทดลอง

สรุปผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำนมและอุณหภูมิในกระบวนการที่มีต่อความขึ้นความสามารถในการละลายและสีของนมผงสเปรย์ดรายมีดังนี้ คือ

4.3.1 ผลต่อปริมาณความขึ้น

ความเข้มข้น (30 °Brix และ 40 °Brix) และอุณหภูมิขาเข้า (160, 170 และ 180 °C) ที่ต่างกันไม่มีผลต่อความขึ้นของนมผงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.5$)

4.3.2 ผลต่อความสามารถในการละลาย

เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นค่าการละลายจะมีแนวโน้มลดลง โดยจะสังเกตได้ชัดที่อุณหภูมิ 180 °C ทั้งความเข้มข้น 30 ° และ 40 °Brix จะลดต่ำลง อาจเนื่องจากโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมผงเกิดการเสียสภาพ (denaturation) ทำให้ความสามารถในการละลายลดลง และที่อุณหภูมิ 170 °C ทั้งที่ความเข้มข้น 30 และ 40 °Brix มีความสามารถในการละลายสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

4.3.3 ผลต่อค่าสี

เมื่ออุณหภูมิขาเข้าเพิ่มขึ้นมีผลต่อค่าสี คือ

- 1) ทำให้ค่า L มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ผลิตภัณฑ์นมผงมีความสว่างเพิ่มขึ้น
- 2) ทำให้ค่า a มีแนวโน้มลดลง คือ ผลิตภัณฑ์นมผงมีสีออกเขียวหรือสีเข้มมากขึ้น
- 3) ทำให้ค่า b มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ผลิตภัณฑ์นมผงมีสีออกเหลืองมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล

4.4 ข้อผิดพลาดและข้อเสนอนแนะ

เครื่องมินิสเปรย์คราย (B-191) เป็นเครื่องทดลองในระดับ LAB ซึ่งมีประสิทธิภาพในการผลิตไม่ดี ไม่สามารถหาปริมาณการผลิตได้ ซึ่งในการทดลองนี้ต้องการวัดปริมาณ yield ที่ได้ แต่ไม่สามารถทำได้เพราะเนื่องจากเมื่อทำการ spray dry จะไปติดอยู่ที่บริเวณหัวฉีดและหอบแห้งมากทำให้ปริมาณ yield ที่ได้มีปริมาณน้อยมากไม่สามารถวัดได้ และวิธีวิเคราะห์ดัชนีการละลายโดยวิธี Standard for grades of dry milks including methods of analysis ต้องใช้ปริมาณนมผง 13 กรัม แต่ในการทดลองนี้ถ้าใช้น้ำนมดิบ 1 ลิตร มาทำการสเปรย์ครายจะได้ผลิตภัณฑ์นมผงประมาณ 10 กรัม (1%) ซึ่งปริมาณผลิตภัณฑ์นมผงที่ได้นี้ไม่เพียงพอที่จะวิเคราะห์ดัชนีการละลายโดยวิธี มาตรฐานนี้ได้ ดังนั้น จึงได้ดัดแปลงวิธีการหาความสามารถในการละลายจากวิธีมาตรฐานนี้เพื่อที่จะได้เปรียบเทียบความสามารถในการละลายของผลิตภัณฑ์นมผงนี้ได้

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ห่วงรั้ง. เอกสารประกอบการสอนกระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 465-471 กรุงเทพฯ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมผง. มอก. 391-2524. 2542. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมการแปรรูปอาหาร: การถนอมอาหาร, หน้า 243-249. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์.

วรรณมา ตั้งเจริญชัย. 2538. ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์นม. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 75-87 กรุงเทพฯ.

วรรณมา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิลละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สุเมธ บุญเกิด . การทำงานของ spray dryer เบื้องต้น. วิจัยอุตสาหกรรมเกษตรและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

AOAC Official Method Analysis. 1995. AOAC Official Method 927.05 Moisture in Dried Milk . Dairy Products Chapter 33, p. 49 33.5.02.

Buchi. Operating – Instruction, Mini Spray Dryer B-191.

George M Hall. The Effect of Drying on The Functional Properties of Dairy Products. Department of Chemical Engineering, Loughborough University, Loughborough, Leics,UK.

K.Mosters. 1976. Spray Drying Handbook. George Gadwin Limited.

Ronald C. Deis. 1997. Spray-Drying Innovative Use of an Old Process. Design Elements.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวัดปริมาณไขมันนมโดย Gerber method

อุปกรณ์และสารเคมี

- 1) Standard Gerber butyrometer สำหรับน้ำนม
- 2) Standaard double ended stopper
- 3) Standard milk pipette ขนาด 10.75 ลิตร
- 4) Standard pipette สำหรับกรด H_2SO_4 ขนาด 10 ml
- 5) Standard pipette สำหรับ amyl alcohol ขนาด 2 ml
- 6) Centrifuge ความเร็วประมาณ 1,100 rpm. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19-21 นิ้ว
- 7) Water bath
- 8) กรด H_2SO_4
- 9) Amyl alcohol

วิธีวิเคราะห์

- 1) ปิเปตกรด H_2SO_4 10 ml ลงใน butyrometer
- 2) เตรียมผสมนมให้เข้ากันดี ปิเปต 10.75 ml ลงใน butyrometer
- 3) ปิเปต amyl alcohol 2 ml ปิดจุกให้แน่น
- 4) เขย่าหลอด butyrometer จนไม่มีส่วนของสีขาวในหลอดหลงเหลืออยู่
- 5) นำไปหมุนเหวี่ยงในเครื่อง Centrifuge 1,100 rpm นาน 4 นาที
- 6) อ่านปริมาณไขมันที่ก้านหลอด ก่อนอ่านควรปรับให้ขีดล่างของชั้นไขมันเลื่อนไปอยู่ในส่วนที่อ่านสเกลได้ และให้สเกลอยู่ในระดับสายตา

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์นมผง

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC,1995)

1.1 อุปกรณ์และเครื่อง

- 1) อลูมินัมแคนพร้อมฝา
- 2) เครื่อง Vacuum oven
- 3) Desiccater
- 4) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- 5) ช้อนตักสาร
- 6) Tong

1.2 วิธีการวิเคราะห์

- 1) ชั่งน้ำหนักผลิตภัณฑ์นมผง 1-1.5 กรัม ใส่ลงในอลูมินัมแคนที่อบและชั่งน้ำหนักแล้ว
- 2) นำตัวอย่าง ไปอบ ในเครื่อง Vacuum oven ที่อุณหภูมิ 100 °C ความดัน 100 mmHg ประมาณ 5 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บไว้ใน Desiccater ทิ้งไว้ให้เย็น
- 3) นำตัวอย่างที่อบแล้วมาชั่งน้ำหนัก แล้วนำกลับ ไปอบต่อ จากนั้นนำออกมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 2 ชั่วโมง จนน้ำหนักของตัวอย่างคงที่แล้วคำนวณหาปริมาณความชื้น โดยใช้สูตร

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย

2.1 อุปกรณ์ และเครื่องมือ

- 1) หลอดแอมเพนคอร์บ
- 2) ไมโครปิเปต
- 3) น้ำกลั่น
- 4) เครื่อง Centrifuge

2.2 วิธีการวิเคราะห์

- 1) ชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประมาณ 0.13 กรัมใส่ลงหลอดแอมเพนคอร์บที่ชั่งน้ำหนักแล้ว
- 2) ใส่น้ำกลั่น 1 ml ผสมให้เข้ากัน
- 3) นำหลอดแอมเพนคอร์บที่ใส่ตัวอย่างไป centrifuge ที่ 10,000 rpm 15 นาที
- 4) ใช้ไมโครปิเปตดูดส่วนที่ใส่ออกจากหลอดตัวอย่าง ให้เหลือส่วนที่เป็นตะกอนไว้
- 5) ใส่น้ำกลั่น 1 ml ผสมให้เข้ากัน
- 6) นำหลอดที่ใส่ตัวอย่างไป centrifuge ที่ 10,000 rpm 15 นาที
- 7) ใช้ไมโครปิเปตดูดส่วนที่ใส่ออกจากหลอดตัวอย่าง ให้เหลือส่วนที่เป็นตะกอนไว้
- 8) นำหลอดที่มีตะกอนไปชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาความสามารถในการละลายโดยใช้สูตร

$$\% \text{ ค่าการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างนมผง} - \text{น้ำหนักตะกอน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างนมผง}} \times 100$$

3. การวัดค่าสี

อุปกรณ์ที่ใช้คือ เครื่อง Chroma Meter Operation, CR300. MINOLTA
ค่าที่วัดได้จะมี 3 ค่า คือ

3.1 ค่า L (Lightness) เป็นค่าสว่างมีค่าตั้งแต่ 0-100

โดยค่า L เท่ากับ 0 เป็นค่าที่มืดที่สุด

ค่า L เท่ากับ 100 เป็นค่าที่สว่างที่สุด

3.2 ค่า a เป็นค่าแสดงความเป็นสีแดงและสีเขียว

โดยค่า a เป็นค่าบวก แสดงความเป็นสีแดง

ค่า a เป็นค่าลบ แสดงความเป็นสีเขียว

3.3 ค่า b เป็นค่าแสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน

โดยค่า b เป็นค่าบวก แสดงความเป็นสีเหลือง

ค่า b เป็นค่าลบ แสดงความเป็นสีน้ำเงิน

ประวัติผู้เขียน

นายคมสิทธิ์ ลาวัณย์วงศ์วิช เกิดเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2523 ภูมิลำเนาเดิมอยู่ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเทพศิรินทร์ จังหวัดกรุงเทพฯ ในปี พ.ศ.2539 และสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเทพศิรินทร์ จังหวัดกรุงเทพฯ ในปี พ.ศ.2542 และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2545

นายอรรถพล ภูเขียว เกิดเมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2524 ภูมิลำเนาเดิมอยู่ที่จังหวัดพิจิตร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนตะพานหิน จังหวัดพิจิตร ในปี พ.ศ.2539 และสำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนตะพานหิน จังหวัดพิจิตร ในปี พ.ศ.2542 และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2545