

# วิชา เทคโนโลยี นวัตกรรม และผลิตภัณฑ์

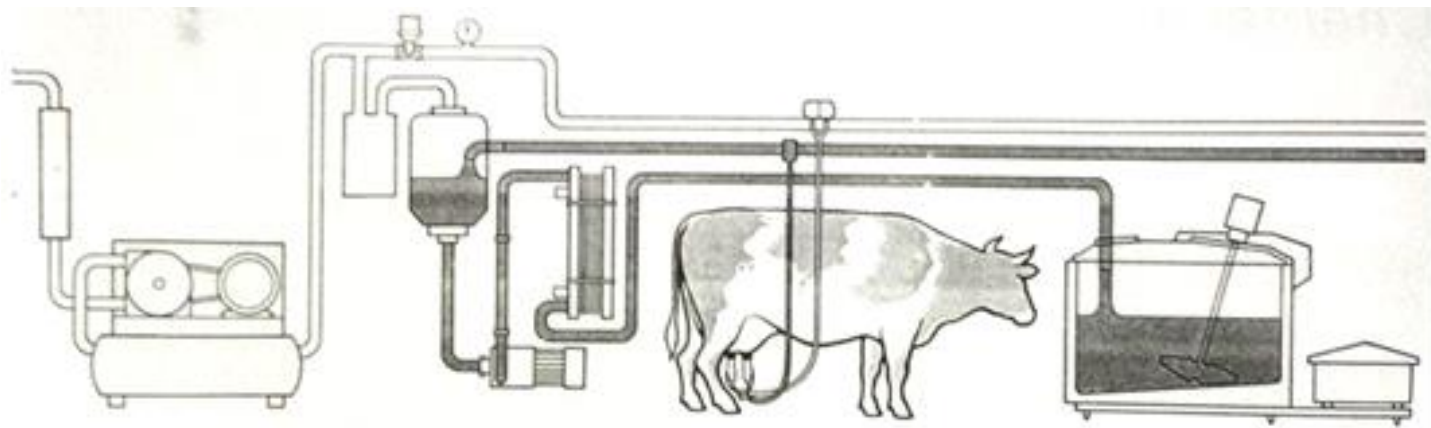
by ครูชมบี

อาจารย์ผู้สอน

ผศ. ชมภูษุช เผื่อนพิภพ Chompoonuch phuenpipob

# การตรวจรับน้ำนมดิบ

น้ำนมที่รับมาจะมาจากการรวบรวมของเกษตรกรทั้งจากฟาร์มโคนม ศูนย์รวมนม และสหกรณ์น้ำนมดิบ สำหรับฟาร์มที่มีขนาดใหญ่จะนิยมใช้ระบบปิด สำหรับการรีด และการเก็บรักษาน้ำนมดิบ โดยการติดตั้งอุปกรณ์รวบรวมและถังเก็บ น้ำนมดิบให้เป็นระบบต่อเนื่อง มีการขนถ่ายน้ำนมดิบที่รีดได้จากแม่โคผ่านทางท่อที่ทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำนม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของฝุ่นละออง สิ่งสกปรก นอกจากนี้ภายในถังเก็บน้ำนมดิบยังควบคุมอุณหภูมิไว้ให้ไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการรีดนมจนถึงการเก็บน้ำนมดิบแบบระบบปิด  
ที่มา : ALFA-LAVAL (1989)

จากนั้นจะทำการการขนถ่ายน้ำนมดิบเข้าสู่โรงงานแปรรูปนม นิยมใช้รถบรรทุก ที่ประกอบด้วยแท็งก์ขนาดความจุ 250-10,000 ลิตร ตลอดการขนส่งรวมถึงขณะขนถ่ายน้ำนมดิบ จะทำการป้องกันการผ่านเข้าออกของอากาศและควบคุมอุณหภูมิของน้ำนมให้ไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส โดยทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำนมดิบทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เช่น การตรวจสอบความผิดปกติของกลิ่น-รส การตรวจหาฝุ่นผง การตรวจนับจำนวนเซลล์โซมาติก วัตถุประสงค์แข็ง การวัดปริมาณโปรตีนและไขมัน การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ เป็นต้น

น้ำนมดิบที่ถูกถ่ายออกจากเต็งก์จะผ่านเครื่องวัดปริมาตรไปตามท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในไม่น้อยกว่า 2 นิ้ว ไปยังถังเก็บน้ำนมดิบอาจเป็นแบบแนวตั้ง หรือแนวนอน อุณหภูมิภายในถังเก็บไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการเก็บน้ำนมดิบไม่ควรเกิน 72 ชั่วโมง เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีจากการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มไซโครไฟล์ หลังจากขนถ่ายน้ำนมดิบจะทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดทันทีด้วยระบบ CIP (cleaning in place) (วรรณ และ วิบูลย์ศักดิ์, 2531; ALFA-LAVAL, 1989 ; Trevor and Richard, 2008)

# การปรับองค์ประกอบของน้ำนมดิบ

## 1. การปรับปริมาณไขมันนม

น้ำนมดิบที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการแปรรูปจำเป็นต้องมีการปรับปริมาณองค์ประกอบทางเคมี และต้องผ่านการทำลายหรือลดปริมาณของจุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดการเน่าเสียหรือทำให้เกิดความเป็นพิษต่อผู้บริโภคออกก่อนที่จะนำน้ำนมดิบเหล่านั้นเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ ที่เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งใน และต่างประเทศ

เช่น นมสดพาสเจอร์ไรซ์ นมสเตอริไลซ์ นมยูเอชที โยเกิร์ต เนย เนยแข็ง และ  
นมผง กรณีปริมาณไขมันนมสูงกว่าที่ประกาศกระทรวงกำหนด จำเป็นต้องแยก  
ไขมันนมออกบางส่วน เพื่อปรับให้ได้ตามมาตรฐาน หรือตามประกาศกระทรวง  
สาธารณสุขฉบับที่ 350 พ.ศ. 2556 เรื่องนมโค

มาตรฐานสำหรับนมโคสดและนํ้านมโคชนิดเต็มไขมัน ต้องมีปริมาณของของแข็งไม่รวมไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.25 ของนํ้าหนัก และมีปริมาณไขมันไม่น้อยกว่า ร้อยละ 3.2 ของนํ้าหนัก มาตรฐานสำหรับนํ้านมโคชนิดพร่องไขมัน ต้องมีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.5 ของนํ้าหนัก และมีปริมาณไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.1-3.2 ของนํ้าหนัก และมาตรฐานสำหรับนํ้านมชนิดไม่มีไขมัน หรือ ขาดไขมัน ต้องมีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.8 ของนํ้าหนัก และมีปริมาณไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.1 ของนํ้าหนัก



ทั้งนี้จึงต้องทำการปรับองค์ประกอบให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ต้องการ โดยอาศัยหลักการของวิธี เพียร์สัน สแควร์ (Pearson square) หรือ วิธีคำนวณสัดส่วนความสมดุลแบบกล่อง ส่วนใหญ่จะใช้วิธีนี้ในการ คำนวณหาสัดส่วนของส่วนผสม 2 ชนิด แสดงดังตัวอย่างที่ 1 อีกทั้งเพื่อ ประกอบการอธิบาย การคำนวณจะแทนด้วยอักษรภาษาอังกฤษและวาง อักษรตามตำแหน่ง

# ตารางที่ 1 รูปแบบการคำนวณการปรับมาตรฐานไขมันด้วยวิธี เพียร์สัน สแควร์

ชนิดส่วนผสม	ปริมาณ (หน่วย)	ปริมาณ (หน่วย)	
ส่วนผสมชนิดที่ 1	A		$D = (B-C)$
สารที่ต้องการ		C	
ส่วนผสมชนิดที่ 2	B		$E = (A-C)$

ตัวอักษรในตารางแทนค่าด้วยข้อมูลดังนี้

A = ปริมาณเริ่มต้นของส่วนผสมชนิดที่ 1

B = ปริมาณเริ่มต้นของส่วนผสมชนิดที่ 2

C = ปริมาณสุดท้ายของสารที่ต้องการ

D =  $B - C$  = ผลต่างของปริมาณเริ่มต้นของส่วนผสมชนิดที่ 2 - ปริมาณสุดท้ายของสารที่ต้องการ

E =  $A - C$  = ผลต่างของปริมาณเริ่มต้นของส่วนผสมชนิดที่ 1 - ปริมาณสุดท้ายของสารที่ต้องการ

# โจทย์คำนวณ



ตัวอย่างที่ 1 ต้องการเตรียมครีมร้อยละ 40 จำนวน 300 กิโลกรัม จากน้ำมันที่มีไขมันร้อยละ 3.5 และครีมที่มีไขมันร้อยละ 45 จงคำนวณครีมและน้ำมันที่ใช้ในการเตรียมครีม

สำหรับการคำนวณตามวิธี เพียร์สัน สแควร์ จะมีการใช้รูปแบบตามตารางที่ 1  
แก้โจทย์ปัญหา โดยนำข้อมูลที่ทราบค่าอยู่แล้วเป็นค่าตั้งต้นในการคำนวณผล  
แทนตัวอักษร A ด้วยค่าร้อยละของน้ำมันที่มีไขมัน  
แทนตัวอักษร B ด้วยค่าร้อยละของครีมที่มีไขมัน  
และแทนตัวอักษร C ด้วยค่าร้อยละของครีม (ปริมาณสุดท้ายของสารที่  
ต้องการ) แสดงดังตารางที่ 2

## ตารางที่ 2 การปรับปริมาณไขมันนมในการเตรียมครีมด้วยการคำนวณตามวิธี เพียร์สัน สแควร์

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)	ปริมาณ (ร้อยละ)	
น้ำนมที่มีไขมัน	3.5		$45 - 40 = 5$
ครีม		40	
ครีมที่มีไขมัน	45.0		$3.5 - 40 = -36.5$ (ไม่นำเครื่องหมาย - มาคิด)

จากการแทนค่า พบว่า  $D + E = 5 + 36.5 = 41.5$  ดังนั้นค่าที่ได้ คือ 41.5

ซึ่งให้เทียบบัญญัติไตรยางศ์เป็น 100 จากนั้นทำการเทียบเพื่อหาปริมาณส่วนผสมทั้ง 2 ชนิดดังนี้

จากผลรวมของส่วนผสม 2 ชนิด คือ 41.5 คิดเป็นร้อยละ 100

ถ้าส่วนของน้ำมันที่มีไขมันร้อยละ 3.5 มีปริมาณ 5 ส่วน คิดเป็นร้อยละ  $\frac{5 \times 100}{41.5} = 12.05$

จากผลรวมของส่วนผสม 2 ชนิด คือ 41.5 คิดเป็นร้อยละ 100

ถ้าส่วนของครีมที่มีไขมันร้อยละ 45 มีปริมาณ 36.5 ส่วน คิดเป็นร้อยละ  $\frac{36.5 \times 100}{41.5} = 87.95$

จะพบว่า  $12.05 + 87.95 = 100$  แต่ในการเตรียมครีมที่มีไขมันร้อยละ 40 นี้ ต้องการที่ปริมาณ 300 กิโลกรัม เพราะฉะนั้นจึงนำ 3 มาคูณเท่าของส่วนที่ได้จาก ด้านบน ดังนี้

$$(12.05 \times 3) + (87.95 \times 3) = (36.15) + (263.85) = 300$$

**ดังนั้นสรุปได้ว่า** ในการเตรียมครีมที่มีไขมันร้อยละ 40 จำนวน 300 กิโลกรัม ต้องใช้น้ำนมที่มีไขมันร้อยละ 3.5 จำนวน 36.15 กิโลกรัม หรือประมาณ 36 กิโลกรัม และใช้ครีมที่มีไขมันร้อยละ 45 จำนวน 263.85 กิโลกรัม หรือประมาณ 264 กิโลกรัม

# โจทย์คำนวณ



ตัวอย่างที่ 2 ต้องการน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 24 องศาบริกซ์ สำหรับนำไปผสมในการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์รสหวาน จึงอยากทราบปริมาณของน้ำตาลทราย และน้ำ ที่นำมาทำน้ำเชื่อม



สำหรับการคำนวณตามวิธี เพียร์สัน สแควร์ จะใช้รูปแบบตามตารางที่ 1  
แก้โจทย์ปัญหา โดยนำข้อมูลที่ทราบค่าอยู่แล้วเป็นค่าตั้งต้นในการคำนวณผล  
แทนตัวอักษร A ด้วยค่าความหวานเริ่มต้นของน้ำ  
แทนตัวอักษร B ด้วยค่าความหวานของน้ำตาลทราย  
และแทนตัวอักษร C ด้วยค่าความหวานของน้ำเชื่อมที่ต้องการ แสดงดังตารางที่ 3

### ตารางที่ 3 การคำนวณหาปริมาณน้ำตาลทรายและน้ำด้วยวิธีเพียร์สัน สแควร์

ส่วนผสม	ค่าความหวาน (องศาบริกซ์)	ค่าความหวาน (องศาบริกซ์)	
น้ำ	0		$100 - 24 = 76$
น้ำเชื่อม		24	
น้ำตาลทราย	100		$0 - 24 = -24$ (ไม่นำเครื่องหมาย - มาคิด)

จากการแทนค่าดังตารางที่ 3 พบว่า ในการเตรียมน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้น 24 องศาบริกซ์จะใช้น้ำร้อยละ 76 และน้ำตาลทรายร้อยละ 24 แต่หน่วยที่ระบุเป็นส่วนนั้น ยังไม่สามารถใช้ชั่งตวงได้ชัดเจนจึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยของส่วนให้เป็นหน่วยตามมาตราชั่งตวงวัดสากล เช่น กรัม กิโลกรัม มิลลิลิตร และลิตร เป็นต้น และเมื่อทำการผสมสารเข้าด้วยกันแล้ว สามารถทำการตรวจสอบค่าความหวานสุดท้ายได้โดยการใช้เครื่องมือวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (refractometer) และนอกจากนี้ยังมีการทำโปรแกรมการใช้วิธี เพียร์สัน สแควร์ สำเร็จรูปในเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือพีดีเอ (PDA) เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้งาน (ชมภูนุช, 2557)

## 2. การแยกไขมันนม

จะอาศัยการหมุนเหวี่ยงแยกด้วยหลักความแตกต่างของความหนาแน่นของหางนม (ค่าความถ่วงจำเพาะ = 1.035 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) และไขมันนม (ค่าความถ่วงจำเพาะ = 0.93 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

เครื่องแยกไขมันนมสามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ตามทิศทางการเข้าของน้ำนมและการออกของไขมันนมและหางนม แสดงดังตารางที่ 4

## ตารางที่ 4 ทิศทางการเข้า-ออกของไขมันนมในเครื่องแยกไขมันนม

เครื่องแยกไขมันนม	ทิศทางการเข้า ของน้ำนม	ทิศทางการออก	
		ไขมันนม	หางนม
เครื่องแยกแบบเปิด (open separator)	ด้านบน	ด้านบน	ด้านบน
เครื่องแยกแบบกึ่งเปิดหรือแบบแพริงดิสก์ (semi-open separator, paring disc design)	ด้านบน	กึ่งกลาง	กึ่งกลาง
เครื่องแยกแบบปิดหรือแบบเฮอมาติก (hermetic separator, airtight design)	ด้านล่าง	ด้านบน	ด้านบน

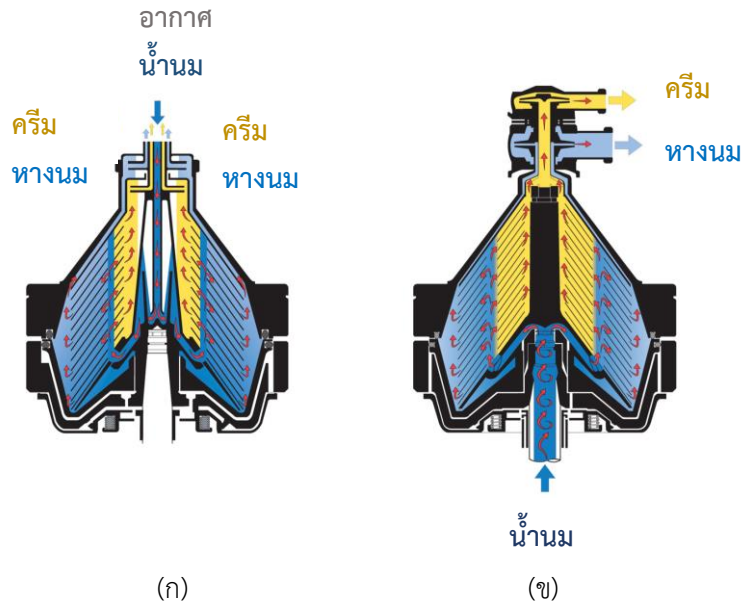
ที่มา : อภิญญา (2551)

เครื่องแยกประกอบด้วยจานรูปกรวยคล้ายหมวกซ้อนเป็นชั้นๆ เพื่อให้มีพื้นที่ในการแยกไขมันนม ในกระบวนการแยกจะเริ่มจากน้ำมันเคลื่อนที่เข้าตรงท่อที่เป็นแกนกลางอาจอยู่ทางด้านบน หรือทางด้านล่างและเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนก็ได้ โดยผ่านรูกระจายที่อยู่บนจานแยกภายใต้แรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งในชั้นของจานแยกที่ซ้อนกันในแนวตั้งจะมีช่องเจาะทะลุที่ตำแหน่งห่างจากแกนกลางเท่าๆ กัน เครื่องจะหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบแกนกลาง 3,000–20,000 รอบต่อนาที

ขณะเครื่องทำงานนํ้านมจะถูกนำไปผ่านความร้อนเล็กน้อย (pre-heat) ที่ระดับ  
พาสเจอร์ไรซ์ และผ่านผนังของกรวย (bowl) จะได้สารลักษณะชั้นเหนียวติดอยู่  
บริเวณผนังของกรวย ซึ่งเป็นสิ่งสกปรกหรือสิ่งปนเปื้อนในนํ้านม จำพวก  
ฝุ่น ซากตะกอนของจุลินทรีย์ เซลล์เม็ดเลือดขาว เซลล์เม็ดเลือดแดง ฯ

จากนั้นหางนมที่มีน้ำหนักมากจะถูกหมุนเหวี่ยงให้เคลื่อนที่ออกมาอยู่นอก  
กรวยแยกและเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนเพื่อออกทางช่องเปิด ส่วนไขมันนมที่มี  
น้ำหนักเบากว่าจะเคลื่อนที่เข้าด้านในและออกจากกรวยตรงแกนด้านใน  
และออกทางช่องเปิดด้านบน (อรพิน, 2554; ALFA-LAVAL,1989) ทั้งนี้จาก  
ระบบการทำงานของเครื่อง ส่วนของไขมันนมและหางนมที่แยกได้  
จะเคลื่อนที่ออกจากเครื่องแยกไขมันคนละท่อ ซึ่งจะไม่สามารถผสมกันได้  
อีกต่อไป แสดงลักษณะการเข้า-ออกของไขมันนมในเครื่องแยกไขมันนมดัง  
ภาพที่ 2 และแสดงภาพเครื่องแยกไขมันนมที่ใช้ในโรงงานดังภาพที่ 3





ภาพที่ 2 ภาพตัดขวางของเครื่องแยกไขมันนมแสดงทิศทางการเข้า-ออกของไขมันนม  
 (ก) เครื่องแบบกึ่งเปิด (ข) เครื่องแบบปิดหรือแบบเฮอมาติก  
 ที่มา : Tetra Pak (1995)



ภาพที่ 3 เครื่องแยกไขมันนมในโรงงาน  
ที่มา : Westfalia Separator, Inc. (1996)

การแยกไขมันนมที่มีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 72 ด้วยเครื่องแยกแบบปิดหรือแบบเฮอมาติก (hermetic separator) ไขมันนมที่ได้จะถูกเคลื่อนย้ายมาจากตรงกึ่งกลางที่ซึ่งมีปริมาณไขมันสูงที่สุด และจะออกไปทางด้านบนไม่มีการเข้าของอากาศมาด้านใน ขณะทำการแยก แต่ถ้าใช้เครื่องแยกแบบกึ่งเปิดหรือแบบแพริงดิสก์ (paring disc separator) ไขมันนมที่ได้จะมีไขมันร้อยละ 40 และจะออกไปทางกึ่งกลางตรงบริเวณแผ่นดิสก์ และมีอากาศเข้ามาปะปนน้ำนมขณะแยกไขมันได้ (วรรณภา และวิบูลย์ศักดิ์, 2531; ALFA-LAVAL, 1989) ตัวอย่างของการแปรรูป เช่น ครีม และเนยสด

## ช่องทางการติดต่อ

สถานที่ : ห้อง 1406 ชั้น 4 อาคารปฏิบัติการ

เวลาติดต่อ : จันทร์-ศุกร์ (ยกเว้นวันหยุดราชการ) 09.00-16.30 น.

(กรณีที่อาจารย์มีสอนตามตารางสอน ให้นักศึกษาตรวจสอบ

เวลาตามตารางสอนก่อนหรือทำการนัดหมายล่วงหน้า)

เบอร์ติดต่อ : 089-788-2555

E-mail: [chompoonuch.p@mutp.ac.th](mailto:chompoonuch.p@mutp.ac.th)

Facebook: chompoonuch phuenpipob