สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

Computer assisted instruction about milk inspection before processing

โดย

นางสาวนันทพร รุจิขจร

ปว.
ข419ป
2542
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....36253.....
วัน, เดือน, ปี.....20 ก.ค. 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป
Computer assisted instruction about milk inspection before processing

ชื่อ – สกุล นางสาวนันทพร รุจิขจร

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาผศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล

บทคัดย่อ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับการสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา เทคโนโลยีการแปรรูปนม (03630113) ซึ่งเป็นวิชาในหมวดวิชาเลือก ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อให้นักศึกษาและผู้สนใจมีความรู้และเข้าใจในเรื่องการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป และตระหนักถึงความสำคัญของการตรวจสอบคุณภาพน้ำนม

การดำเนินการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มีขั้นตอนดังนี้ เลือกหัวข้อปัญหาพิเศษ ทำการศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์เนื้อหา ศึกษาข้อมูล เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ เขียนบทสำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ดำเนินงานสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ประเมินผลงานโดยผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบแก้ไข และทำการเขียนภาคเอกสาร

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ได้บันทึกข้อมูลไว้ในแผ่นซีดี พร้อมคู่มือการใช้ โดยมีจำนวนหน้าของบทเรียนทั้งสิ้น 128 หน้า แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อใหญ่ ๆ ได้ 5 หัวข้อ ได้แก่ บทนำ, การเก็บตัวอย่างน้ำนมเพื่อนำมาทดสอบ, การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมที่ชานชาลา, การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมในห้องปฏิบัติการ และแบบทดสอบจำนวน 50 ข้อ เพื่อใช้ประเมินผู้เรียน ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล ที่ปรึกษา ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่อง และให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โรงงานนม โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการถ่ายภาพ และข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำนม

ขอขอบคุณภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ในการถ่ายภาพ และวัสดุในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณบิดา – มารดา พี่ และน้อง ๆ ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษ ไม่ว่าจะเป็นด้านกำลังกาย กำลังใจ ด้านอุปกรณ์ในการผลิตปัญหาพิเศษ และด้านทุนทรัพย์

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือทุกด้าน รวมทั้งให้กำลังใจเสมอมา

นันทพร รุจิขจร

พฤษภาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่	1
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนการสอน	4
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนแปรรูป	15
3 วิธีการสร้างอุปกรณ์	38
3.1 ผลการวิเคราะห์หลักสูตร	38
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหาที่นำมาสร้างอุปกรณ์	39
3.3 คำบรรยายประกอบอุปกรณ์	55
3.4 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์	87
4 การตรวจสอบและแก้ไขอุปกรณ์	88
4.1 วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์	88
4.2 ผลการตรวจสอบอุปกรณ์	89
4.3 วิธีการปรับปรุงแก้ไข	89
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	90
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด- ด่าง กับคุณภาพน้ำนม	25
2	แสดงการแปลผลคุณภาพน้ำนมจากการตรวจดูสีเมทธีลีนบลู	27
3	แสดงการจัดชั้นของน้ำนมจากชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทธีลีนบลู	27
4	แสดงความสัมพันธ์ของสี และคุณภาพน้ำนมในการทดสอบด้วยน้ำยาริซาซูริน	29
5	แสดงผลการตรวจสอบอุปกรณ์	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องเร่งพัฒนาประเทศในทุกด้าน และการศึกษาเป็นกระบวนการอย่างหนึ่ง ที่ทำให้คนมีความรู้ ความสามารถเพียงพอต่อการเป็นผู้สร้างความเจริญและการเป็นผู้รับการเปลี่ยนแปลงของสังคม การศึกษานับว่ามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งปรากฏผลเด่นชัดทางด้านวัตถุ และการศึกษายังเป็นปัจจัยหลัก ในการพัฒนาสังคม วัฒนธรรม การเมืองการปกครอง ซึ่งเน้นหนักทางคุณธรรมและคุณภาพของประชาชน (สุมน อมรวิวัฒน์, 2540 : 188)

การจัดการศึกษาเป็นการจัดให้เด็กมารับการสั่งสอนฝึกอบรมพร้อม ๆ กันในสถานศึกษา ซึ่งการจัดการศึกษาระบบนี้มีการวางแผนและจัดหลักสูตรแต่ละระดับเป็นพื้นฐาน ครูมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมุ่งให้นักเรียนได้พัฒนาไปจนสุดความสามารถตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร (สุมน อมรวิวัฒน์, 2540 : 177)

การนำสื่อมาช่วยในการเรียนการสอนนั้น ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างถูกต้องชัดเจน ง่ายต่อการเข้าใจ สร้างความสนใจและประทับใจ ตลอดจนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างพอใจและกระตือรือร้น ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น และยังสร้างความเสมอภาคทางการศึกษา เพราะสื่อช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมาก เรียนรู้ได้ทั่วถึง และประสบความสำเร็จ (วาสนา ชาวหา : 2533, 17) สื่อแต่ละชนิดมีส่วนสร้างเสริมการเรียนรู้ได้ต่างกัน ครูควรเลือกสื่อที่จะร่วมกันสร้างเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (อรพรรณ พรสีมา : 2530, 95)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อประกอบการสอนชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่ได้ครบทุกสื่อในเวลาเดียวกัน สามารถควบคุมการนำเสนอได้ด้วยตัวของมันเอง ช่วยประหยัดเวลาในการสอน และมีประสิทธิภาพดีกว่าสื่ออื่น ๆ (บูรณะ สมชัย : 2542, 17) ผู้เรียนจะสามารถสัมผัสโดยตรงกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้เก็บข้อมูลเนื้อหาวิชาและเรียงลำดับเอาไว้ มีสีสัน ดนตรี กราฟฟิกเคลื่อนไหวเหมือนจริง ทำให้น่าเร้าใจ เป็นการเพิ่มความน่าสนใจในบทเรียน (วาริน รัศมีพรหม : 2531,190)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอุตสาหกรรมการแปรรูปน้ำนมนั้น การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนแปรรูปเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากน้ำนมเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนให้ประโยชน์แก่ร่างกาย ผู้บริโภคส่วนมากเป็นหญิงมีครรภ์ เด็กเล็ก และผู้สูงอายุ น้ำนมที่นำมาทำการแปรรูปจึงต้องมีคุณภาพสูง เหมาะกับผู้บริโภคซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคสูง (http://www.doae.go.th/ library/html/ prod _all.html)

การตรวจสอบน้ำนมเพื่อดูว่าน้ำนมเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิตหรือไม่ และมีองค์ประกอบตรงตามมาตรฐาน ที่เป็นตัวกำหนดราคาซื้อหรือไม่ (คณาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตร, 2539 : 222) นอกจากจะใช้ในการตัดสินราคาน้ำนม เพื่อแยกน้ำนมคุณภาพต่ำไม่ให้ปลอมปนกับน้ำนมคุณภาพสูง ขณะเดียวกันเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมยังสามารถนำผลการตรวจไปใช้ในการปรับปรุงสุขาภิบาลในคอกสัตว์ เพื่อช่วยในการจัดการฟาร์มและป้องกันสภาวะโรคที่อาจเกิดในฝูงโคนมได้อีกด้วย (http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

ผู้จัดทำเห็นว่าวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปนม (03630113) ซึ่งเป็นวิชาในกลุ่มวิชาเลือกตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ของสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีเนื้อหาในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป จึงได้จัดทำสื่อการสอนที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาดังกล่าว ให้ผู้เรียนเข้าใจในการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดีขึ้น และปลูกจิตสำนึกที่จะปรับปรุงคุณภาพน้ำนมเพื่อประโยชน์ต่อตนเองและผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง " การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป " สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา เทคโนโลยีการแปรรูปนม (03630113) ซึ่งเป็นวิชาในหมวดวิชาเลือก ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป โดยมีเนื้อหาในส่วนของการตรวจสอบน้ำนมก่อนนำไปผ่านกระบวนการแปรรูป ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบที่ใช้ โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตนม ได้แก่

การตรวจสอบนำนมที่ชานชาลา ได้แก่

- การตรวจสอบโดยประสาทสัมผัส
- การตรวจหาความถ่วงจำเพาะ
- การตรวจสอบอุณหภูมิ
- การทดสอบด้วยน้ำยาแอลกอฮอล์
- การตรวจความเป็นกรดของน้ำนม
- การทดสอบแบบ Clot-on-boiling test
- การตรวจหาตะกอนในน้ำนม

การตรวจสอบในระดับห้องปฏิบัติการ ได้แก่

- การตรวจหาจุดเยือกแข็ง
- การตรวจสอบทางจุลชีววิทยา
- การตรวจสอบองค์ประกอบของน้ำนม
- การตรวจหาเซลล์ร่างกาย
- การตรวจหาสารตกค้างในน้ำนม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง " การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป " สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชา เทคโนโลยีการแปรรูปน้ำนม (03630113) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เพื่อใช้ในการเผยแพร่แก่ผู้ที่สนใจในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการทำปัญหาพิเศษประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปนม (03630113) ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ การสอบถามจากผู้มีประสบการณ์และหน่วยงานที่ เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย

1. การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน

2.1.1 ความหมายของกระบวนการสื่อความหมาย

สมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 : 30 – 31) กล่าวถึงกระบวนการสื่อความหมายว่าเป็นกระบวนการส่ง หรือถ่ายทอดความรู้ เนื้อหาสาระ ประสบการณ์ ความคิด ความรู้สึก ความต้องการ ความสนใจ ทัศนคติ ค่านิยม ทักษะ และความชำนาญจากบุคคลฝ่ายหนึ่งซึ่งเรียกว่า ผู้ส่ง ไปยังบุคคลอีกฝ่ายหนึ่งเรียกว่า ผู้รับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ เปลี่ยนพฤติกรรมของผู้รับให้เป็นไปตามที่ผู้ส่งต้องการ ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

ด้านพุทธพิสัย มุ่งให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระและเรื่องราวต่าง ๆ

ด้านจิตพิสัย มุ่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านอารมณ์ ความรู้สึก ทัศนคติ และค่านิยมต่าง ๆ

ด้านทักษะพิสัย มุ่งให้เกิดความชำนาญในการกระทำสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยกล้ามเนื้อ และอวัยวะต่าง ๆ

2.1.2 ลักษณะของการสื่อสาร

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 22) ได้กล่าวไว้ดังนี้

ก. วิธีการสื่อสาร แบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ

1. การสื่อสารด้วยวาจา หรือ วจนภาษา (Oral Communication) เช่น การพูด การร้องเพลง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสื่อสารที่มิใช่วาจา หรือ อวจนภาษา (Nonverbal Communication) และการสื่อสารด้วยภาษาเขียน (Written Communication) เช่น ภาษามือ ท่าทาง ตัวหนังสือ
3. การสื่อสารโดยใช้จักษุสัมผัส หรือ การเห็น (Visual Communication) เช่น การสื่อสารด้วยภาพ โปสเตอร์ สไลด์ เป็นต้น หรือ การใช้สัญลักษณ์และเครื่องหมายต่าง ๆ

ข. รูปแบบของการสื่อสาร

1. การสื่อสารทางเดียว (One – Way Communication) เป็นการส่งข่าวสาร หรือการสื่อความหมายไปยังผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว โดยที่ผู้รับไม่สามารถมีการตอบสนองได้ทันที (Immediate response) ให้ผู้ส่งทราบได้ แต่อาจมีผลป้อนกลับไปยังผู้ส่งภายหลังได้ จึงเป็นการสื่อสารที่ผู้ส่งและผู้รับไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันได้ทันที มักเป็นการสื่อสารที่อาศัยสื่อมวลชน เช่น การฟังวิทยุ การดูโทร-ทัศน์
2. การสื่อสาร 2 ทาง (Two – Way Communication) เป็นการสื่อสารหรือสื่อความหมายที่ผู้รับมีโอกาสตอบสนองมายังผู้ส่งได้ทันที โดยผู้ส่งและผู้รับอาจอยู่ต่อหน้ากันหรืออยู่คนละที่ก็ได้ แต่สามารถมีการเจรจาโต้ตอบกันได้ โดยแต่ละฝ่ายผลัดกันเป็นผู้ส่งและผู้รับในเวลาเดียวกัน เช่น การพูดโทรศัพท์ การประชุม เป็นต้น

2.1.3 องค์ประกอบของการสื่อความหมาย

สมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 : 31) กล่าวว่า กระบวนการสื่อความหมายจะเกิดขึ้นได้ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

1. ผู้ส่ง (Sender or Source) คือบุคคลที่มีเจตนาจะส่งสารไปยังผู้รับอาจเป็นคน สัตว์ องค์การหรือหน่วยงาน

2. สาร (Message) คือ เนื้อหา ข้อความ เรื่องราว ความต้องการ ความรู้สึก และทักษะที่จะเป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้รับ

3. สื่อ หรือ ช่องทาง (Media or Channel) คือ ตัวกลางหรือพาหะที่จะนำสารไปถึงผู้รับ อาจเป็น ภาษาพูด ภาษาเขียน สัญลักษณ์ ท่าทาง วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือสื่อสารมวลชนในรูปแบบต่าง ๆ ที่อาจรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5

4. ผู้รับ (Receiver) คือ บุคคล องค์การ หรือหน่วยงาน ซึ่งผู้ส่งต้องการให้มีพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนไปในรูปแบบที่ผู้ส่งพึงประสงค์

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 26) กล่าวว่าการเรียนการสอนในห้องเรียน เป็นกระบวนการสื่อความหมายรูปแบบหนึ่ง เป็นการถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนจากครูผู้สอนไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนนั้น และทำการตอบสนองเพื่อเกิดการเรียนรู้ขึ้น สอดคล้องกับ จริยา เหนียนเฉลย (2535 : 1) ที่กล่าวว่า จุดมุ่งหมายพื้นฐานของการศึกษา คือ การจัดการให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติวิชาชีพได้ ซึ่งกิดานันท์ มลิทอง (2540 : 26) ได้ให้องค์ประกอบของการสื่อสารในห้องเรียนไว้ดังนี้

1. ผู้ส่งสาร คือ ผู้สอน ครู วิทยากร หรือผู้บรรยาย
2. เนื้อหาความรู้ ได้แก่ เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรที่กำหนดไว้
3. สื่อหรือช่องทาง เช่น สไลด์ เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส โทรทัศน์ ฯ
4. ผู้รับสาร ได้แก่ ผู้เรียน
5. ผลที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอน คือ ผลของการเรียนรู้เพื่อแสดงว่าผู้เรียนเข้าใจสารหรือความรู้ที่รับมาหรือไม่
6. ผลป้อนกลับ คือ การที่ผู้เรียนตอบคำถามได้ หรืออาจจะถามคำถามกลับไปยังผู้สอนหรือการที่ผู้เรียนมีอาการตอบสนองต่าง ๆ

2.1.4 **ความหมายของสื่อการเรียนการสอน**

กิดานันท์ มะลิทอง (2635 : 75) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนว่า สิ่งใดก็ตามที่บรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอน ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับทำให้การสอนของผู้สอนส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับวรรณา เจียมทะวงศ์ (2528 : 1) ที่ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า สิ่งที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะและเจตคติให้แก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามวัตถุประสงค์ สื่อการสอนที่ดีย่อมทำให้การเรียนบรรลุเป้าหมายซึ่งต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในด้านต่างๆ

สมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 : 43-44) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนหมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปสู่เป้า-หมายอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ วัตถุสิ่งของในธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้นมา รวมทั้งวิธีการสอนและกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งผู้สอนได้เลือกมาใช้ช่วยในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนการสอน และวิรุฬ ลีลาพฤทธิ์ (2521 : 2) กล่าวถึงสื่อการสอนว่า สื่อการสอน คือ โสตทัศนูปกรณ์ที่เป็นอุปกรณ์การสอน ซึ่งเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยครูในการถ่ายทอดสิ่งต่างๆ ที่เป็นจริง ทักษะทัศนคติ ความรู้ความเข้าใจ และความซาบซึ้งไปยังผู้เรียนได้

ขณะที่ณรงค์ สมพงศ์ (2530 : 40) กล่าวว่า สื่อการสอนนั้น (Instructional media) เป็นสื่อที่มุ่งเน้นการนำไปใช้ทางด้านการสอนทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น การใช้สไลด์และภาพยนตร์ประกอบการสอน การใช้ตำรา บทเรียนในโปรแกรม รายการวิทยุโรงเรียน เป็นต้น เนื่องจากสื่อการสอนเป็นส่วนหนึ่งของระบบการศึกษา จึงกล่าวได้ว่า สื่อการสอนเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษานั่นเอง และนิพนธ์ สุขปรีดี (2521 : 26) ได้กล่าวว่า สื่อการสอน คือ โสตทัศนศึกษาหรือการศึกษาให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยผ่านประสาทสัมผัสทางหูเท่ากับ 94 เปอร์เซ็นต์ ประสาท-สัมผัสอื่นๆ ที่เหลือเพียง 6 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนจึงหมายถึง สิ่งที่บรรจุไว้ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่เป็นทั้งวัตถุที่มนุษย์สร้างขึ้นมาหรือเกิดเองตามธรรมชาติ รวมถึงกิจกรรมและวิธีการต่าง ๆ ที่ผู้สอนเลือกมาเพื่อใช้ในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.5 **บทบาทของสื่อการเรียนการสอนในกระบวนการเรียนการสอน**

การเรียนการสอนในห้องเรียน เป็นกระบวนการสื่อความหมายรูปแบบหนึ่ง และเพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ สมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 : 39) กล่าวว่า ครูผู้สอนซึ่งเป็นผู้กำหนดระบบการสอนจะต้องตระหนักถึงกระบวนการสื่อความหมาย วิธีการเสริมสร้างคุณภาพในการสื่อความหมาย รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ หากได้มีการวางแผนและพยายามกำจัดอุปสรรคต่าง ๆ ให้หมดไป หรือให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเรียนการสอนนั้นจะดำเนินไปสู่เป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จริยา เหนียนเฉลย (2535 : 6-7) กล่าวไว้ว่า สื่อการสอนทำให้การเรียนรู้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลา ช่วยถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดเห็นระหว่างครูและนักเรียน ช่วยสร้างความเข้าใจในเรื่องราวที่ครูสอนได้เร็วและจำได้อย่างถาวร ครูต้องรู้จักใช้สื่อการสอนและเทคนิคที่จะทำให้นักเรียนมีความสนใจในบทเรียนและเกิดประสิทธิผลในการเรียน ดังนั้นสื่อจึงมีบทบาทในการเรียนการสอนดังนี้

1. ช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น เพราะผู้เรียนเกิดความเข้าใจเป็นรูปธรรมชัดเจน
2. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ในปริมาณมากขึ้น ในเวลาที่กำหนดไว้
3. ช่วยให้ผู้เรียนสนใจ และมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในกระบวนการเรียนการสอน
4. ช่วยให้ผู้เรียนจดจำ มีความประทับใจ และการเรียนรู้มีความคงทน
5. ช่วยส่งเสริมการคิด และการแก้ปัญหาในการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ช่วยให้สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนรู้ได้ยาก เนื่องจาก
   6.1 ทำให้สิ่งที่ซับซ้อนง่ายขึ้น
   6.2 ทำให้สิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมขึ้น
   6.3 ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง
   6.4 ทำให้สิ่งที่เคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงช้าดูเร็วขึ้น
   6.5 ทำให้สิ่งที่มีขนาดใหญ่มากย่อขนาดลง
   6.6 ทำให้สิ่งที่เล็กมากขยายขนาดขึ้น
   6.7 นำอดีตมาให้ศึกษาได้
   6.8 นำสิ่งที่อยู่ไกลหรือลี้ลับมาศึกษาได้

2.1.6 คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนต่อผู้เรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 88) กล่าวถึงคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. เป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายขึ้น ในระยะเวลาอันสั้น และสามารถช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
2. สื่อจะช่วยกระตุ้น และสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ทำให้เกิดความสนุกและไม่รู้สึกเบื่อหน่ายการเรียน
3. การใช้สื่อจะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกัน และเกิดประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่เรียน
4. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้เกิดมนุษยสัมพันธ์อันดีในระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และกับผู้สอนด้วย
5. ช่วยเสริมสร้างลักษณะที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการใช้สื่อเหล่านั้น
6. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยการจัดให้มีการใช้สื่อในการศึกษารายบุคคล

สมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 : 39) กล่าวว่า ความล้มเหลวอย่างหนึ่งในการสื่อความหมายในการสอนคือ ครูไม่สนใจที่จะใช้สื่อการสอน หรือเลือกใช้สื่อการสอนไม่เหมาะกับเนื้อหา และระดับของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการสอนลดลง ครูจึงต้องให้ความสำคัญในการเลือกใช้สื่อการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน และเนื้อหาที่เรียนให้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 หลักเกณฑ์ในการเลือกสื่อการสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 89) กล่าวว่า สื่อการสอนจะมีคุณค่าก็ต่อเมื่อผู้สอนได้นำไปใช้อย่างเหมาะสมและถูกวิธี การเลือกสื่อการสอนที่นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง โดยในการเลือกสื่อ ผู้สอนจะต้องตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียนให้แน่นอนเสียก่อน เพื่อใช้เป็นตัวชี้นำในการเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีหลักการอื่น ๆ เพื่อประกอบการพิจารณา คือ

1. สื่อนั้นต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่จะสอน
2. เลือกสื่อที่มีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย น่าสนใจ และเป็นสื่อที่จะให้ผลต่อการเรียนการสอนมากที่สุด ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ดี เป็นลำดับขั้นตอน
3. เป็นสื่อที่เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน
4. สื่อนั้นควรสะดวกในการใช้ มีวิธีใช้ไม่ยุ่งยากจนเกินไป
5. ต้องเป็นสื่อที่มีคุณภาพ เทคนิคการผลิตดี มีความชัดเจนและเป็นจริง
6. มีราคาไม่แพงจนเกินไป หรือถ้าผลิตเองควรคุ้มกับเวลาและการลงทุน

นอกจากนี้ จริยา เหนียนเฉลย (2535 : 7-8) ยังได้เพิ่มเติมหลักการพิจารณาการเลือกสื่อการสอนดังนี้

1. ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน
2. สื่อที่ใช้จะต้องช่วยให้นักเรียนเกิดกิจกรรมตามที่ครูต้องการ
3. สื่อนั้นจะต้องมีระยะเวลาในการนำเสนอที่เหมาะสม

2.1.8 ประเภทของสื่อการสอน

De Kieffer อ้างโดย จริยา เหนียนเฉลย (2535 : 4-5) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนเป็น 3 ประเภท คือ

1. Non-Projected Materials หมายถึง วัสดุหรือเครื่องฉายที่ไม่ต้องอาศัยเครื่องฉายในการนำเสนอ แต่สามารถนำเสนอได้ด้วยตัวของมันเอง ได้แก่ รูปภาพ แผนที่ หุ่นจำลอง ฯลฯ ตลอดจนกิจกรรมต่างๆ เช่น การสาธิต นิทรรศการ ทัศนศึกษา เป็นต้น
2. Projected Materials หมายถึง วัสดุหรือเครื่องฉายที่ต้องอาศัยเครื่องฉายจึงจะสามารถนำเสนอได้ เช่น ฟิล์มภาพยนตร์ และเครื่องฉายภาพยนตร์ ภาพโปร่งใสและเครื่องฉายภาพข้ามศรีษะ เป็นต้น
3. Audio Materials หมายถึง โสตวัสดุอุปกรณ์หรือวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงสามารถรับรู้ได้โดยการฟัง เช่น เครื่องบันทึกเสียงและเทปเครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องขยายเสียง เครื่องรับวิทยุ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา

บูรณะ สมชัย (2542 : 13 – 16) กล่าวว่าในการเรียนการสอนนั้น มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในกระบวนการเรียนการสอน หรือที่เรียกว่า Computer assisted education สามารถจำแนกได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. CAI (Computer assisted instruction) คือ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยครูสอน เป็นสื่อการเรียนการสอนเหมือนแผ่นใส สไลด์ หรือวีดีทัศน์ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน
2. CAL (Computer assisted learning) คือ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียน เหมือนกับสมุดหรือตำราอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งรวบรวมเนื้อหาวิชานั้นไว้ทั้งหมด เหมือนกับสารานุกรม บางตอนนำสนอด้วยข้อความและรูปภาพ บางตอนจัดให้มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทดสอบ แต่ไม่บังคับผู้เรียนจะเลือกเรียนเนื้อหานั้น หรือจะข้ามไปก็ได้ จึงถือได้ว่าช่วยเสริมประสบการณ์ผู้เรียน
3. CBT (Computer based training) คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการฝึกทักษะจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน 100 เปอร์เซ็นต์ เช่น โปรแกรมฝึกพิมพ์ดีด โปรแกรมต่อคำศัพท์ หรือเกมทางการเรียนต่าง ๆ โดยทำในลักษณะจำลองสถานการณ์ หรือเสมือนจริง

2.1.10 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บูรณะ สมชัย ชัย (2542 : 14) กล่าวว่า CAI (Computer assisted instruction) หมายถึง โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยครูสอน ทำหน้าที่เป็นสื่อการเรียนการสอนเหมือนแผ่นใส สไลด์ หรือวีดีทัศน์ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายในระยะเวลาอันจำกัด และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้น ๆ แต่เนื่องจากโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ได้ครบทุกสื่อในเวลาเดียวและสามารถควบคุมการนำเสนอได้ด้วยตัวเอง ทำให้ประหยัดเวลาและมีประสิทธิภาพมากกว่า สอดคล้องกับวีระพนธ์ คำดี (มปป. : 1 – 2) ที่กล่าวว่า CAI คือ การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนของนักเรียนและครู โดยมีครูหรือผู้มีความรู้เป็นผู้ผลิตสื่อขึ้นมา และนำไปให้นักเรียนใช้เรียน โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการนำกระบวนการเรียนการสอนของครูไปสู่นักเรียน และถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541 : 7) กล่าวว่า CAI คือ สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถในของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการ-สอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เสนอบทเรียนแทนผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอน และผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง สามารถประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา ขณะเดียวกันผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนโดยปราศจากข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ในการศึกษา ผู้ที่เรียนอ่อนสามารถนำไปใช้ในการเรียนเพิ่มเติมนอกเวลาได้

2.1.11 ลักษณะโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บูรณะ สมชัย (2542 : 23 – 27) กล่าวถึงโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ว่าประกอบด้วย 3 ลักษณะดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหา (Presentation) คือการนำเสนอข้อมูลหรือเนื้อหาบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามวัตถุประสงค์ไม่ว่าจะเป็นขั้นความรู้ ขั้นความจำหรือขั้นนำไปใช้ในเวลาจำกัด โดยการนำเสนอให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องนำเสนอด้วยมัลติมีเดีย
2. การปฏิสัมพันธ์ (Interactive) คือการโต้ตอบกับผู้เรียน
   ลักษณะการปฏิสัมพันธ์กับ CAI นั้น ได้แก่
   ก. Mouse – click คือ การใช้เมาส์คลิกที่ออบเจกต์ เช่น พลิกหน้า เลื่อนหน้าขึ้นลง เป็นต้น
   ข. Hot – key คือ การใช้นิ้วกดแป้นคีย์บอร์ดลัด เช่น แป้นลูกศร แป้นอักษร Y = Yes , N = No เป็นต้น
   ค. Text – Matching คือ การพิมพ์ข้อความตามเงื่อนไข ถ้าตรงตามเงื่อนไขจะเป็นจริง (True) ถ้าไม่ตรงก็จะเป็นเท็จ (False) เช่น เติมคำในช่องว่าง พิมพ์ตัวเลขเพื่อนำไปประเมินผล เป็นต้น
   ง. Time คือ การกำหนดเวลาให้กระทำ จะเป็นตัวเร่งให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อเนื้อหาบทเรียน
   จ. Sound คือ การใช้เสียงเป็นสื่อโต้ตอบกับบทเรียน เช่น ฝึกการอ่านภาษา ถ้าอ่านไม่ถูกหรือเสียงเพี้ยนก็จะให้ทบทวนใหม่หรือผ่านหน้าต่อไปไม่ได้
3. การประมวลผล (Evaluation) คือ การประมวลผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยจะรวบรวมผลของการโต้ตอบที่ต้องการมาเป็นข้อมูลและคำนวณผลออกมา โดยออกมาเป็น “เปอร์เซ็นต์” เป็น “เกณฑ์” หรือเป็น “เกรด” ก็ได้ โดยจะประมวลผลเพื่อเหตุผลต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. วัดผลการสอบหรือวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้

ข. หาความเป็นมาตรฐานของข้อสอบ

ค. หาเกณฑ์ตัดสิน เช่น ผ่าน – ไม่ผ่าน

2.1.12 รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541 : 11 – 12) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกทำแบบทดสอบหรือไม่ หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับรูปแบบใดก็ได้ เพราะผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่เน้นให้ผู้ใช้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ได้ ประเภทนี้นิยมมากในระดับอุดมศึกษาเนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาอธิบายซ้ำแล้วซ้ำอีก
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่เสนอบทเรียนในรูปการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem – solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้คือ ลดค่าใช้จ่ายและลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นจากการที่ได้จากการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจ นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในระดับอุดมศึกษาเพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้คือ ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับทันที และการคำนวณผลยังมีความแม่นยำ รวดเร็วอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.13 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้สร้าง CAI – Multimedia หรือ Authoring application tools บางทีก็เรียกกันในหมู่ผู้จัดทำ CAI ว่า "Tool" ซึ่งปัจจุบันมีด้วยกันหลายโปรแกรม เช่น

1. จุฬา CAI พัฒนาโดยอาจารย์จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. Authoware ของบริษัท Macromedia, Inc. USA. เป็น Tools ที่ออกแบบให้มีการทำงานเป็น Flow line ทำให้ดูใกล้เคียงกับ Flow chart ง่ายต่อการออกแบบ และกำหนดให้การควบคุมวัตถุ (Object) ต่าง ๆ ที่จะปรากฏบนจอภาพเป็นแบบ Visual Graphics เกือบทั้งหมด ทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องกังวลการจดจำคำสั่งต่าง ๆ
3. Multimadia Toolbook ของบริษัท Asymetrix, U.S.A. จะเน้นให้มีการควบคุมวัตถุ (Object) ด้วยภาษาสคริปต์เป็นหลัก ซึ่งดูยากกว่า Authoware แต่ความยืดหยุ่นในการใช้งานจะดีกว่า สามารถนำไปใช้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์หรือโปรแกรมสำเร็จรูปได้ในตนเอง ทำให้สามารถสร้างโปรแกรมย่อย ๆ สำหรับผู้ใช้ทั่วไป และสามารถสร้างเนื้อหาจากโปรแกรมได้ทันที
4. Macromedia Director ของบริษัท Macromedia, Inc. USA. เป็นการควบคุมวัตถุด้วยภาษาสคริปต์เช่นเดียวกับ Multimadia Toolbook แต่จะเป็นแนวคิดของการสร้างภาพยนตร์ มีตารางแสดงช่วงเวลา (Time Duration) และการแสดง (Action) แต่ละวัตถุจึงยืดหยุ่นมากกว่าทั้ง 2 โปรแกรมแรก และการใช้งานก็ยากกว่า โดยเฉพาะผู้ที่ยังไม่คุ้นเคยกับการสร้าง CAI Tools ตัวนี้จึงเหมาะกับผู้ที่มีความชำนาญแล้วหรือคุ้นเคยกับโปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่งข้างต้นแล้ว (บูรณะ สมชัย, 2542 : 31 – 33)

2.1.14 ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ย่อมมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการใช้ ซึ่ง กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 240 – 241) ได้กล่าวไว้ดังนี้

ข้อดี

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่
2. การใช้สี ภาพลายเส้นที่แลดูเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง และเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ในทันที
5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่เร่งรีบ โดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด
6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการนำออกมาใช้

นอกจากนี้ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541 : 12) ยังได้กล่าวถึงข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้เพิ่มเติมดังนี้

1. ผู้สอนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการสอนเสริม หรือสอนทบทวนการสอนปรกติในชั้นเรียนได้ โดยผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาสอนซ้ำ
2. ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้เรียนด้วยตนเองในสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก และยังสามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ

ข้อจำกัด

1. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษานั้นจำเป็นต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ เพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่าย ตลอดจนการดูแลรักษาด้วย
2. การให้ผู้สอนออกแบบโปรแกรมเองเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญาและความสามารถ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มภาระให้แก่ผู้สอน
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า จึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้
4. ผู้เรียนบางคน โดยเฉพาะที่เป็นผู้ใหญ่ อาจไม่ชอบโปรแกรมที่เป็นขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้
5. ค่าใช้จ่ายในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ค่อนข้างสูง ต้องพิจารณาให้คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไป

2.1.15 คุณค่าทางการศึกษาของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์มีบทบาทในการเรียนการสอนในประเทศไทยกว่า 10 ปี สาเหตุที่ได้รับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยมเรื่อยมา และมีแนวโน้มว่าจะเป็นสื่อที่สำคัญต่อไปในอนาคตเนื่องจาก คอมพิวเตอร์สามารถเข้ามาช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาได้ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541 : 13) ซึ่งได้แก่

1. ปัญหาการสอนแบบตัวต่อตัว ในปัจจุบันอัตราส่วนของครูต่อนักเรียนที่สูงมาก การสอนแบบตัวต่อตัวในชั้นเรียนจึงเป็นไปได้ยาก บทเรียนคอมพิวเตอร์จะช่วยทดแทนการสอนลักษณะตัวต่อตัวได้ดีที่สุด เนื่องจากเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้โต้ตอบกับผู้สอนได้มาก และผู้สอนตอบสนองผู้เรียนได้ทันที
2. ปัญหาเรื่องภูมิหลังที่แตกต่างกันของผู้เรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์จะช่วยให้ผู้เรียนศึกษาตามความรู้ความสามารถของตนเอง โดยเลือกลักษณะและรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ เช่น ความเร็วช้าของบทเรียน เนื้อหาและลำดับของการเรียน
3. ปัญหาการขาดแคลนเวลา ผู้สอนมักประสบปัญหาการมีเวลาในการทำงานไม่เพียงพอ จากงานวิจัยหลายชิ้นพบว่าการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นจะใช้เวลา 2 ใน 3 เท่าของการสอนด้วยวิธีปรกติเท่านั้น
4. ปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ สถานศึกษาที่อยู่ห่างไกลมักประสบปัญหาขาดแคลนผู้สอน บทเรียนคอมพิวเตอร์จึงเป็นทางออกให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังใช้ได้กับสถานศึกษาที่ขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญไม่ต้องเดินทางไปสอนด้วยตนเองแต่ถ่ายทอดลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ และเผยแพร่ให้แก่ผู้เรียนในสถานศึกษาอื่น ๆ ต่อไป เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบการสอนที่พร้อมจะทำงานอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา

2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำนม

2.2.1 ความหมายของน้ำนม

ชูศรี บำรุงพฤกษ์ (2513 : 13) ได้ให้ความหมายของน้ำนมไว้ว่า นมหรือน้ำนม (Milk) คือสิ่งที่รีดได้จากเต้านมของแม่โค โดยมิได้แยกออกหรือเจือปนซึ่งวัตถุใด ทั้งนี้ต้องรีดจากแม่โคที่ปราศจากโรคอันอาจติดต่อมาถึงคนได้ และไม่มีนมน้ำเหลืองเจืออยู่

2.2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำนม

ก่อนจะทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมนั้น จะต้องทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ โดยตัวอย่างน้ำนมที่จะนำมาวิเคราะห์นั้น จะต้องเป็นน้ำนมที่มีคุณสมบัติเป็นตัวแทนของน้ำนมทั้งหมดด้วย รวมทั้งต้องปฏิบัติต่อตัวอย่างน้ำนมอย่างถูกต้องด้วย เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องและเป็นที่น่าเชื่อถือ การเก็บตัวอย่างน้ำนมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำนม ได้แก่

1. เครื่องกวน (Agitators) ใช้เพื่อกวนน้ำนมในถังให้เข้ากัน
2. เครื่องตักนม (Dipper) ประกอบด้วยถ้วย มีก้านยาว ถ้วยตักมีขนาด 10 มิลลิลิตรหรือมากกว่า เครื่องตักควรสะอาดผ่านการฆ่าเชื้อโรค และห่อไว้ในสภาพปลอดเชื้อ
3. ขวดเก็บตัวอย่าง มีความจุไม่น้อยกว่า 15 มิลลิลิตรง่ายต่อการผสมตัวอย่าง ฆ่าเชื้อด้วยวิธีของความร้อนแห้ง หรือไอน้ำ ฝาปิดป้องกันการรั่วซึมและไม่เป็นพิษ
4. กล่องบรรจุเพื่อการขนส่ง ทำด้วยโลหะ พลาสติก หรือไม้ที่บุด้วยโลหะ กล่องนี้ต้องทำการบุด้วยฉนวนเพื่อเก็บรักษาความเย็นของตัวอย่างที่ 0-4.4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะเดินทางถึงห้องปฏิบัติการ
5. อ่างทำความเย็น ใช้ใส่น้ำผสมน้ำแข็งเพื่อเก็บรักษาตัวอย่าง มีตะแกรงลวดสำหรับวางเรียงตัวอย่างในแนวตั้ง โดยระดับน้ำและน้ำแข็งต้องอยู่สูงกว่าระดับตัวอย่างน้ำนมในขวด และคอขวดต้องอยู่เหนือระดับน้ำและน้ำแข็ง

2.2.2.2 ข้อควรระวังในการเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบ

ก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำนมจะต้องมีการผสมน้ำนมดิบให้เข้ากันดี แล้วจึงทำการเก็บตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างน้ำนมมีข้อควรระวังดังนี้

1. ใช้ภาชนะเก็บตัวอย่างที่ปลอดเชื้อ
2. มือผู้เก็บต้องแห้งและสะอาด
3. ปริมาณตัวอย่างไม่ควรเกิน 2 ใน 3 ของปริมาตรขวด
4. ทำให้ตัวอย่างน้ำนมเย็นที่ 0-4.4 องศาเซลเซียสโดยเร็วที่สุด
5. ห้ามแช่แข็งตัวอย่างน้ำนม
6. เก็บตัวอย่างน้ำนมไว้วิเคราะห์ไม่นานเกิน 36 ชั่วโมง
7. ไม่เก็บตัวอย่างน้ำนมที่แช่แข็ง มีก้อนหรือลิ่มนม

2.2.2.3 การเก็บตัวอย่างน้ำนม

1. การเก็บตัวอย่างน้ำนมจากแท็งค์เก็บน้ำนมในฟาร์ม (Farm bulk tank) หลังจากคนน้ำนมในแท็งค์แล้ว เก็บตัวอย่างน้ำนมด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ก่อนเก็บตัวอย่างจะต้องกลั้วเครื่องตักน้ำนมด้วยน้ำนมเสียก่อน ไม่ใช้เครื่องตักนมอันเดียวกันเก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. การเก็บตัวอย่างจากถังนม (Sampling milk from more than one vessel) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำนมจากถังหลาย ๆ ถัง เรียกตัวอย่างน้ำนมชนิดนี้ว่า Aliquot sample ซึ่งมีหลักการเก็บดังนี้ คือ
   - ถ้าถังนมหลาย ๆ ถังมีความจุเท่ากัน และมีน้ำนมบรรจุเท่า ๆ กัน เมื่อคนให้เข้ากันแล้วให้ตักน้ำนมจากแต่ละถังในปริมาณที่เท่า ๆ กัน ใส่รวมในขวดตัวอย่างเดียวกัน เช่น น้ำนมดิบ 10 ถัง ถังละ 40 กิโลกรัม ให้เก็บตัวอย่างจากถังนมแต่ละถังถังละ 10 มิลลิลิตร ใส่รวมในขวดตัวอย่างเดียวกัน รวมเป็น 100 มิลลิลิตร
   - ถ้าถังนมมีน้ำนมบรรจุไม่เท่ากันต้องปรับปริมาณให้เท่ากันก่อน เมื่อคนน้ำนมเข้ากันดีแล้ว ตักตัวอย่างน้ำนมจากแต่ละถังเท่า ๆ กัน หรือตักน้ำนมในปริมาณมากน้อยตามสัดส่วนปริมาณที่บรรจุ (วรรณา ตั้งเจริญชัย, 2528 : 24-29)
3. การเก็บตัวอย่างน้ำนมแบบสะสม (Composite sample) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำนมสะสมหลายวันติดต่อกัน แล้วนำมาวิเคราะห์รวมกันเป็นตัวอย่างเดียว โดยการเก็บแต่ละวันต้องมีปริมาณเท่า ๆ กัน มีหลักการดังนี้
   - ขวดตัวอย่างต้องอุดจุกยางให้แน่น
   - ต้องใช้สารเคมีกันบูด (Preservative) ผสมลงไป นิยมเติมฟอร์มาลีน 1 ซีซีต่อน้ำนม 1 ลิตร
   - ต้องเก็บตัวอย่างน้ำนมในที่เย็น และอย่าให้ถูกแสงแดดโดยตรง ตัวอย่างน้ำนมที่ผสมฟอร์มาลีนกันบูดนี้ เมื่อนำไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์มันเนยโดยวิธี Gerber หรือ Babcock จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษคน มิฉะนั้นกรดซัลฟูริกจะไม่สามารถย่อยโปรตีนในน้ำนมได้ เนื่องจากโปรตีนในน้ำนมทำปฏิกริยากับฟอร์มาลีนเกิดเป็นก้อนแข็ง (และกำลังเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติก)
4. การเก็บตัวอย่างจากไซโล หรือแท็งค์นมของโรงงาน (Silo or Dairy plant storage) นิยมเก็บตัวอย่างจาก balance tank ก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป จะต้องหลีกเลี่ยงการเก็บตัวอย่างจากก๊อก หรือลิ้นเปิดปิดของแท็งค์ นอกจากบริเวณดังกล่าวจะปลอดเชื้อ ในการเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบสำหรับวิเคราะห์ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
36253

จุลินทรีย์จะไม่มีการเติมสารเคมี หรือสารกันบูดป้องกันการเน่าเสียในระหว่างรอการวิเคราะห์ ยกเว้นน้ำนมดิบที่รอการวิเคราะห์ทางเคมี

2.2.2.4 การปฏิบัติต่อตัวอย่างน้ำนมในห้องปฏิบัติการ

ก่อนจะนำตัวอย่างน้ำนมไปทำการวิเคราะห์ต้องผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อน โดยการเขย่าขวดตัวอย่างแรง ๆ สักครู่ มันเนยจะแทรกตัวสม่ำเสมอ บางกรณีชั้นของครีมค่อนข้างคงตัวจะแยกเป็นชั้นถาวร แม้พยายามเขย่าแล้ว กรณีนี้ต้องนำตัวอย่างไปอุ่นให้ร้อนที่ 40 องศาเซลเซียส แล้วเขย่าต่อไปไขมันจะละลายแทรกปนไปในองค์ประกอบอื่น ๆ เอง

เพื่อความสะดวกในการเขย่า นิยมนำลูกปืนกลม ๆ หนัก ๆใส่ลงไปเขย่า หากตัวอย่างใดมีรสเปรี้ยวเพราะน้ำนมเสีย ไม่ต้องนำมาทดสอบ ในการเขย่าน้ำนมนั้นจะเกิดฟองอากาศแทรกอยู่ หากต้องหาวิเคราะห์มันเนยจะต้องตั้งน้ำนมไว้นิ่ง ๆ ให้ฟองอากาศหมดไปก่อนจึงนำมาวิเคราะห์มันเนยได้ (ทรงยศ อเนกะเวียง, 2529 : 43-45)

2.2.3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำนม

การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป สามารถแบ่งได้ดังไดอะแกรมที่ 1 คือ

2.2.3.1 การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมที่ชานชาลา (Platform test for milk)

ทรงยศ อเนกะเวียง (2529 : 1) กล่าวถึงการตรวจสอบน้ำนมในระดับนี้ว่า เป็นการตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอบน้ำนมดิบที่ถูกลำเลียงมาถึงชานชาลาของโรงนม การตรวจสอบในระดับนี้สามารถทำได้สะดวก รวดเร็ว ทราบผลทันที และมีความแม่นยำพอประมาณ จึงช่วยให้ตัดสินได้ว่าน้ำนมดิบนั้นเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพดีหรือไม่ ผ่านความร้อนมาแล้วหรือไม่ และเป็นการป้องกันไม่ให้มีการนำน้ำนมที่มีคุณภาพต่ำปลอมปนเข้ากับน้ำนมที่มีคุณภาพสูงการตรวจสอบระดับนี้ทำได้หลายวิธี (http://www.doae.go.th/library/ html /prod_all.html) ได้แก่

1. **การตรวจสอบโดยประสาทสัมผัส** ทำได้โดยใช้ประสาททั้ง 5 ของมนุษย์ คือ

ก.) ตา – โดยการดูสีของน้ำนม

สี (Colour) น้ำนมปกติจะมีสีขุ่น ซึ่งเป็นสีของเคซีน เรามองเห็นเป็นสีขาวเนื่องจากมีการกระจายแสงของเม็ดไขมัน ไมเซลของเคซีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส คาโรทีน และไรโบฟลาวิน บางครั้งจะเห็นน้ำนมเป็นสีอื่น เช่น สีส้มอมเหลืองของครีม เนื่องจากเม็ดไขมันจับตัวกันจนมีขนาดใหญ่ขึ้น (วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ, 2534 : 208) หรือเกิดจาก riboflavin หรือวิตามิน B6 ที่มีสีเหลืองและละลายได้ในน้ำนม (มรว.ชวนิศดากร วรวรรณ, 2527 : 343) ส่วนน้ำนมที่มีการเติมน้ำจะมองเห็นเป็นสีขาวโปร่ง น้ำนมที่ผ่านความร้อนระดับพาสเจอร์-ไรส์ (60 องศาเซลเซียส 30 นาที) จะสะท้อนแสงได้มากเพราะซีรัมโปรตีนตกตะกอน จึงทำให้ดูว่ามีสีขาวมากกว่าน้ำนมประเภทอื่น ส่วนนมที่ผ่านความร้อนสูงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งเป็นสีของสาร melanoidin (หรือ humin) ที่เกิดจากการรวมตัวของ lysine (ของโปรตีนนม) กับสาร hydroxy methy furfural (ได้จากการสลายตัวของ lactose เมื่อได้รับความร้อนสูง)

สีในน้ำนมที่อาจปรากฏขึ้นได้แก่

- สีขาวอมเหลือง (Yellowish-white) คือมีสีขาวเป็นพื้นแต่มีสีเหลืองของคาโรทีนปนมาบ้างซึ่งเป็นสีของน้ำนมโคทั่ว ๆ ไปที่มีมันเนยระหว่าง 3.5-4.0 เปอร์เซ็นต์
- สีเหลืองอมขาว (Whitish-yellow) คือมีสีเหลืองเป็นพื้น แต่มีสีขาวปนอยู่ด้วย มักเป็นน้ำนมที่มีไขมันเนยสูง เช่น น้ำนมโคพันธุ์เจอร์ซี (ไขมันเนย 5.2 เปอร์เซ็นต์) หรืออาจเป็นน้ำนมเหลือง (colostrum) ก็ได้
- สีผิดปกติอื่นๆ (Abnormal color) อาจเป็นสีแดง เหลือง น้ำเงิน เป็นต้น แล้วแต่ความผิดปกติ หรืออาจเกิดจากจุลินทรีย์ในน้ำนมก็ได้

ข.) จมูก – ดมกลิ่นน้ำนม เช่น กลิ่นเปรี้ยว บูด เหม็นคาว เป็นต้น

กลิ่นของน้ำนม (flavour) น้ำนมโคดิบปกติจะมีกลิ่นคาวหรือเหม็นสาบโคเล็กน้อย (เพราะน้ำนมดูดกลิ่นได้ดี) กลิ่นผิดปกติอาจมีได้หลายชนิด เช่น กลิ่นหืน (rancid) และกลิ่นไม่สะอาดอื่น ๆ ส่วนน้ำนมที่ผ่านความร้อนมาแล้ว กลิ่นต่าง ๆ เหล่านี้จะระเหยไปเกือบหมด แต่จะมีกลิ่นสุกหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่นไหม้ (cooked flavour) เข้ามาแทน จะมากน้อยเพียงใดขึ้นกับกรรมวิธีการผลิตและดีกรีความร้อน

กลิ่นน้ำนมดิบจะแสดงให้เห็นถึงความสะอาดในการรีดนม เพื่อนำไปประกอบการตีราคาน้ำนมดิบ การทดสอบเรื่องกลิ่นนี้มักทำควบคู่กับการทดสอบรสของน้ำนม

ค.) ลิ้น – ชิม รสว่าเปรี้ยว หวาน มัน เค็ม ขม เจือจาง

รสของน้ำนม น้ำนมปกติจะมีรสหวานเล็กน้อยจากน้ำตาลแลคโทสในน้ำนม ซึ่งมีอยู่ในน้ำนมประมาณ 4.9 เปอร์เซ็นต์ ถ้าปริมาณแลคโทสสูง เกลือแร่ในน้ำนมจะต่ำ เกลือแร่ที่เกี่ยวข้องกับรสของน้ำนมมากที่สุดคือโซเดียมคลอไรด์ ถ้ามีมากน้ำนมจะมีรสเค็มและมีความหวานน้อยลง รสอื่น ๆ ที่อาจสัมผัสได้ในน้ำนมนอกเหนือจากรสหวานถือเป็นรสที่ผิดปกติ ได้แก่

- รสเค็ม (salty) มักเป็นรสของน้ำนมผิดปกติต่าง ๆ เช่น นมเหลือง นมแมสไตติส (mastitis) และนมปลายระยะการให้นม (late lactation milk) รสเค็มที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากเกลือคลอไรด์เช่น เกลือแกง (Sodium Chloride)
- รสขม (Bitter) ตามปกติจะไม่ค่อยพบในน้ำนมดิบเว้นแต่น้ำนมดิบผิดปกติที่มีรสเค็มจนขม รสขมของนมส่วนมากเกิดกับนมสเตอริไรซ์ ในกรณีที่แบคทีเรียที่ทนต่อความร้อนจะปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยโปรตีนบางส่วนให้กลายเป็น peptone ซึ่งทำให้น้ำนมมีรสขม
- รสเปรี้ยว (Sour) คือรสของน้ำนมจวนเสียหรือน้ำนมเสีย รสเปรี้ยวเป็นรสของกรดแลคติค ซึ่งจุลินทรีย์เปลี่ยนมาจากแลคโทส
- รสจืด (dilute) เป็นรสของนมที่เติมน้ำ
- รสอื่นๆ เช่น รสฝาด เฝื่อน เป็นต้น อาจเป็นรสของยากันบูดหรือเนื่องมาจากความผิดปกติต่าง ๆ ของน้ำนม

การทดสอบรสชาติน้ำนมนั้น ลิ้นจะสัมผัสรสหวานเล็กน้อยของน้ำนมได้ต่อเมื่อไม่ถูกรบกวนประสาทสัมผัส ถ้ามีรสเค็มหรือเปรี้ยวเล็กน้อย รสหวานจะไม่ปรากฏ และน้ำนมที่ผ่านความร้อน รสหวานจะหายไปหมด เหลือเพียงรสชืด ๆ เท่านั้น

การทดสอบคุณภาพน้ำนมเหลว (liquid milk) นี้จะใช้ประสาทสัมผัสเพียง 3 ชนิดเท่านั้น ส่วนประสาทสัมผัสทางกายและโสตนั้นจะใช้ในบางกรณีเท่านั้น

2. **การหาความถ่วงจำเพาะของน้ำนม** น้ำนมจะมีความถ่วงจำเพาะต่างกันไป หาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำนมมีไขมันสูงความถ่วงจำเพาะก็จะลดลง การปลอมปนน้ำในน้ำนมจะส่งผลให้ความถ่วงจำเพาะลดลงเช่นกัน โดยน้ำนมปกติจะมีความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 1.030-1.033 (http://www.doae.go.th/library/html /prod_all.html)

การหาความถ่วงจำเพาะทำได้โดยเปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำนมที่ทราบปริมาตรที่แน่นอนที่อุณหภูมิ 15.5 องศาเซลเซียส กับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรและมีอุณหภูมิเท่ากัน หรือใช้แลคโตมิเตอร์ (Lactometer) ซึ่งสามารถวัดได้ง่ายและรวดเร็ว เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง (สมพงษ์ เทศประสิทธิ์, 2528 : 184 – 185)

เกณฑ์ที่ใช้ในการรับซื้อน้ำนมในปัจจุบันมีค่าอยู่ระหว่าง 1.025-1.027 (http://www.doae.go.th/library/html /prod_all.html)

3. **การวัดอุณหภูมิ** เนื่องจากน้ำนมมีสารอาหารที่อุดมสมบูรณ์ และครบถ้วนจุลินทรีย์จึงเจริญเติบโตได้ดี ในการเก็บรักษาน้ำนมเพื่อคงคุณภาพไว้ควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เพราะแบคทีเรียเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะแบ่งตัวทุก ๆ 20 – 30 นาที โดยจะเพิ่มจำนวนจาก 1 เซลล์ดังนี้

หลังจาก 1 / 2 ชั่วโมง	เพิ่มเป็น 2 เซลล์
หลังจาก 1 ชั่วโมง	เพิ่มเป็น 4 เซลล์
หลังจาก 2 ชั่วโมง	เพิ่มเป็น 16 เซลล์

ขณะเดียวกันการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์จะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ เช่น

หลังจากรีดนมจะมีแบคทีเรีย	40,000 เซลล์ / มิลลิลิตร
หลังจากรีดนม 24 ชั่วโมง ที่ 5 องศาเซลเซียส	90,000 เซลล์ / มิลลิลิตร
หลังจากรีดนม 24 ชั่วโมง ที่ 10 องศาเซลเซียส	180,000 เซลล์ / มิลลิลิตร
หลังจากรีดนม 24 ชั่วโมง ที่ 15 องศาเซลเซียส	4,500,000 เซลล์ / มิลลิลิตร

ดังนั้นจึงควรเก็บน้ำนมไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส (http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html) น้ำนมที่ส่งถึงโรงงานภายใน 2 – 3 ชั่วโมงไม่จำเป็นต้องทำให้เย็น เพราะในระยะนี้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แทบจะยังไม่เกิดขึ้นเลย เนื่องจากในระยะนี้น้ำนมมีคุณสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ได้อย่างอ่อน ๆ หรือเรียกว่าอยู่ในระยะ Lag period แต่อย่างไรก็ตามควรทำให้เย็นก่อน เนื่องจากการขนส่งอาจล่าช้าได้ โดยทั่ว ๆ ไปการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจะลดลงมาก แต่การทำให้น้ำนมเย็นก็ให้ผลดีเฉพาะชนิดของแบคทีเรีย ในน้ำนมที่มีการผลิตสะอาด การทำให้เย็นแทบจะไม่จำเป็นเลย หรือจำเป็นน้อยกว่านมที่สกปรก ทั้งนี้เพราะจุลิน-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรีย์ในน้ำนมสะอาดนอกจากมีจำนวนต่ำแล้วยังไม่ค่อย active ด้วย การทำให้น้ำนมเย็นจึงชะงักการเจริญเติบโตได้ง่ายกว่าจุลินทรีย์ในน้ำนมสกปรก

การวัดอุณหภูมิไม่เป็นวิธีตรวจคุณภาพนมได้ดีนัก เนื่องจากน้ำนมที่มีอุณหภูมิสูงขณะมาถึงโรงงานไม่ได้หมายความว่าจะมีแบคทีเรียสูงหรือรสไม่ดีเสมอไป ดังนั้นจึงควรใช้การตรวจอุณหภูมิควบคู่ไปกับการตรวจวิธีอื่นด้วย (ชูศรี บำรุงพฤกษ์, 2513 : 116 – 117)

4. การทดสอบ alcohol test ทรงยศ อเนกะเวียง (2529 : 15) กล่าวถึงการทดสอบน้ำนมด้วยวิธีนี้ว่า เป็นการทดสอบความเป็นกรดของน้ำนม โดยน้ำนมโคที่มีคุณภาพดีจะไม่ทำปฏิกริยาจนเกิดการตกตะกอนกับแอลกอฮอล์ที่เข้มข้นเพียง 68 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำนมที่ตกตะกอนในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นน้ำนมที่โปรตีนขาดเสถียรภาพ ซึ่งจะตกตะกอนได้ง่ายเมื่อผลิตเป็นน้ำนมผ่านความร้อน พบได้ในน้ำนมที่เกิดกรดคือมีรสเปรี้ยว นมน้ำเหลืองจากแม่โคหลังคลอด และน้ำนมจากโคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ การทำการทดสอบแอลกอฮอล์นั้นทำโดยการเติมแอลกอฮอล์ 68 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณที่เท่ากันลงในตัวอย่างที่ทดสอบ ถ้าเป็นปกติหรือที่เรียกว่า Normal sweet milk alcohol ความเข้มข้นในปริมาณนี้จะไม่ตกตะกอนเคซีน ถ้าน้ำนมนั้นมีกรดที่เกิดจากแบคทีเรียสร้างขึ้น กรดที่เกิดขึ้นนี้จะทำปฏิกริยากับแอลกอฮอล์ยังผลให้เคซีนตกตะกอนออกมาเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าถ้าเอาน้ำนมไปให้ความร้อนในกระบวนการผลิต น้ำนมอาจตกตะกอนได้ น้ำนมที่ตกตะกอนเป็นเกล็ด (flake) กับแอลกอฮอล์ 68 เปอร์เซนต์นั้นถือว่ามีปฏิกริยาเป็นบวก ซึ่งความเป็นกรดของน้ำนมเกี่ยวข้องกับขนาดของเกล็ดหรือ flake ด้วยเช่น

1) เกล็ดละเอียด (Fine flake) น้ำนมมีความเป็นกรด (แลคติค) ประมาณ 0.19 เปอร์เซ็นต์

2) เกล็ดขนาดกลาง (Medium flake) น้ำนมมีความเป็นกรด (แลคติค) ประมาณ 0.23 เปอร์เซ็นต์

3) เกล็ดขนาดใหญ่ (Large flake) น้ำนมมีความเป็นกรด (แลคติค) ประมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์

ส่วนที่ไม่เป็นเกล็ดแสดงว่ามีปฏิกริยาเป็นลบ อย่างไรก็ดีน้ำนมที่มีความเป็นกรดต่ำก็อาจให้ผลเป็นบวกได้ ยกตัวอย่างเช่นนมประเภทแข็งตัวโดยไม่เปรี้ยว (Sweet curdling) ย่อมจะให้ผลเป็นบวก ทั้งนี้เนื่องจากบางส่วนของเคซีนถูกทำลายด้วยความร้อนไปแล้ว แต่ขนาดของเกล็ดจะมีขนาดเล็ก (Fine flake)

บางครั้งการทดสอบด้วยแอลกอฮอล์นั้นอาจใส่สารที่เป็นตัวชี้ เช่น อริซารีนผสมรวมกับแอลกอฮอล์เพื่อให้เห็นปฏิกริยาชัดเจนขึ้นโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำนมที่มีค่าความเป็นกรด 6.4 เมื่อเกิดปฏิกริยาจะเห็นเป็นตะกอนสีเหลือง-น้ำตาล

น้ำนมที่มีค่าความเป็นกรด 6.5-6.8 เกิดตะกอนสีชมพูม่วง

น้ำนมที่มีค่าความเป็นกรดมากกว่า 6.9 เกิดตะกอนสีม่วงแดง

(http://www.doae.go.th/library/html /prod_all.html)

5. **การวัดความเป็นกรดของน้ำนม** (Acidity) ทรงยศ อเนกะเวียง (2529 : 31) กล่าวว่า น้ำนมมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ค่อนข้างเป็นกลาง ที่อุณหภูมิปกติเฉลี่ยประมาณ 6.6 น้ำนมที่มีความผิดปกติจะมีค่าความเป็นกรด – ด่างเปลี่ยนไป เช่น น้ำนมที่ได้จากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีฤทธิ์เป็นด่าง (pH เท่ากับ 7.5) หรือ ถ้าหากจุลินทรีย์ประเภทสร้างกรดปน-เปื้อนเข้าสู่น้ำนมแล้วจุลินทรีย์เหล่านี้จะเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสบางส่วนในน้ำนมให้เป็นกรดแลค-ติค ทำให้ความเป็นกรดของน้ำนมเพิ่มขึ้น

ตามปกติจุลินทรีย์จะสร้างกรดในน้ำนมประมาณ 0.03 – 0.04 เปอร์เซ็นต์ (กรดแลคติก) ความเป็นกรดประเภทนี้เรียกว่า " Developed acidity " และเป็นกรดที่ทำให้นมเสียหรือหมดอายุ สัดส่วนของความเป็นกรดตามธรรมชาติ และความเป็นกรดที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมีดังต่อไปนี้

ความเป็นกรดของน้ำนม

Titrable acidity (ประมาณ 0.2 เปอร์เซนต์)

ความเป็นกรดตามธรรมชาติของนม ความเป็นกรดที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น

Natural acidity (ประมาณ 0.16 เปอร์เซ็นต์) Developed acidity (ประมาณ 0.04 เปอร์เซ็นต์)

น้ำนมดิบที่รับเข้ามาสู่โรงงานเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ไม่ควรจะมีค่าความเป็นกรดสูงมากนัก (ความเป็นกรดไม่ควรสูงกว่า 0.2 เปอร์เซ็นต์) โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำนมที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำนมสดผ่านความร้อน เช่น นมสเตอริไลส์ (น้ำนมดิบควรมีความเป็นกรดไม่เกิน 0.185 เปอร์เซ็นต์) นมพาสเจอร์ไรส์ (น้ำนมดิบควรมีความเป็นกรดไม่เกิน 0.2 เปอร์เซนต์)

น้ำนมที่มีความเป็นกรดสูงนั้น โปรตีนของน้ำนมจะถูกทำลายด้วยความร้อนได้ง่าย คือ น้ำ-นมตกตะกอนแข็งตัวเร็ว ซึ่งเรียกว่าน้ำนมเสีย หรือหมดอายุ น้ำนมที่มี Developed acidity สูงนี้เป็นน้ำนมที่มีรสไม่ดี หากนำไปผลิตเป็นนมผ่านความร้อนแล้ว อาจทำให้ลูกค้าปฏิเสธได้ ในทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับกัน น้ำนมโคดิบที่มีความเป็นกรดตามธรรมชาติสูง (เช่น สูงถึง 0.19 เปอร์เซ็นต์) กลับเป็นน้ำนมที่ทนความร้อนได้ดี เนื่องจากจุลินทรีย์ไม่ชอบเจริญในน้ำนมประเภทนี้

การศึกษาความเป็นกรดในน้ำนม มักนิยมใช้วิธีการไตเตรทน้ำนมกับด่าง (NaOH มาตรฐาน 0.1 นอร์มัล) แล้วคำนวณค่าความเป็นกรดของน้ำนมออกมาในรูปของกรดแลคติค (CH_3CHOH COOH) ทั้ง ๆ ที่ความเป็นกรดในน้ำนมนั้นมิใช่มาจากกรดแลคติคเสมอไป (แต่เนื่องจากได้ยึดถือเป็นมาตรฐานสากล) ภายหลังการไตเตรทน้ำนมด้วยด่าง (NaOH มาตรฐาน) แล้วนำมาคำนวณด้วยสูตรต่อไปนี้ ค่าที่ได้เรียกว่า Titrable acidity (TA) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (แลคติค) ในนม} = \text{\% Titrable acidity} = \frac{\text{ml. of N/10 NaOH used} \times 0.009 \times 100}{\text{gram of milk sample}}$$

ชูศรี บำรุงพฤกษ์ (2513 : 117) ได้ให้ข้อสังเกตในการตรวจหาความเป็นกรดของน้ำนมไว้ว่า ในการตรวจสอบความเป็นกรดของน้ำนมมีสิ่งที่ควรทราบคือ

1. น้ำนมสดไม่มีกรดแลคติค
2. ความเป็นกรดของน้ำนมสดเนื่องมาจากเคซีอีน อัลบูมิน โกลบูลิน คาร์บอนไดออกไซด์ ซิเตรท และฟอสเฟต รวมทั้งเกลือแคลเซียมที่ละลายในน้ำนม
3. ส่วนประกอบต่าง ๆ ย่อมแตกต่างกันไปในวัวแต่ละตัว ความเป็นกรดมีตั้งแต่ 0.1 – 0.25 เปอร์เซ็นต์
4. โดยทั่ว ๆ ไป น้ำนมที่มีไขมันสูงจะมีความเป็นกรดสูง เพราะของแข็งไม่รวมไขมันมักสูงไปด้วย
5. ความเป็นกรดของน้ำนมรวมจากวัวหลาย ๆ ตัวทั่วไปเฉลี่ยประมาณ 0.15 – 0.16 เปอร์เซ็นต์
6. การเติมน้ำลงไปในตัวอย่างน้ำนมที่วัดความเป็นกรด จะทำให้ความเป็นกรดลดลง

ซึ่งความเป็นกรดของน้ำนมส่งผลต่อคุณภาพน้ำนมดังแสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรดด่างกับคุณภาพน้ำนม

Acidity (%)	pH	คุณภาพน้ำนม
0.14 – 0.18	6.5 – 6.7	น้ำนมมีความสดและสะอาดปกติ
0.18 – 0.20	6.4 – 6.5	น้ำนมมีความเป็นกรดสูงระดับที่โรงงานรับได้
0.25 – 0.27	6.0 – 6.2	น้ำนมมีกลิ่นกรด ดมได้อย่างชัดเจน โรงงานไม่สามารถรับได้
0.26 – 0.30	5.6 – 6.0	น้ำนมมีรสเปรี้ยวแบบกรด ระดับที่โรงงานไม่สามารถรับได้
0.50 – 0.60	4.4 – 4.8	เคซีนในน้ำนมตกตะกอนเป็นก้อน ไม่สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ได้

ที่มา : วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ, 2534 : 209

6. **การตรวจวัดโดยวิธี** Clot – on – boiling test (COB test) เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำนม เพื่อให้ทราบว่าน้ำนมดิบมีความเหมาะสมกับการนำไปแปรรูปและจำหน่ายหรือไม่ โดยอาศัยหลักที่ว่า โปรตีนจะถูกทำลายด้วยกรดหรือความร้อนในระดับน้ำเดือด

น้ำนมที่มีความเป็นกรดสูงถึง 0.25 เปอร์เซ็นต์ (กรดแลคติค)ซึ่งมีเสถียรภาพของโปรตีนไม่ดีจะถูกทำลายด้วยความร้อนได้ง่าย การทำ COB test ทำได้โดยนำตัวอย่างน้ำนมที่ต้องการทดสอบใส่ในหลอดทดสอบ และนำไปตั้งในภาชนะที่มีน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที จึงยกหลอดออกมา และเอียงหลอดเบา ๆ สังเกตว่ามี curd หรือ clot เกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าการทดสอบนั้นให้ ผลเป็นบวก ตัวอย่างน้ำนมใดที่ให้ผลเป็นบวก (+ ve) กับ COB test แล้วแสดงว่า น้ำนมนั้นเสียหรือหมดอายุแล้ว ไม่สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ใด ๆ ได้เลย

ตัวอย่างน้ำนมที่ไม่คงตัว คือ เกิดตะกอนหรือลิ่มนมนั้น อาจเกิดจากน้ำนมมีการปนเปื้อนของนมน้ำเหลือง หรือน้ำนมจากโคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบซึ่งมีความเข้มข้นของเกลือสูงก็ได้ (วรรณา ตั้งเจริญชัย, 2538 : 47)

7. **การตรวจหาฝุ่นผงในน้ำนม** (Sediment test) ทำได้โดยการกรองน้ำนมผ่านเครื่องกรองแบบพิเศษ ซึ่งมีหลายแบบด้วยกัน ความสะอาดของน้ำนมตัดสินได้จากฝุ่นผงที่ติดค้างอยู่ที่เครื่องกรอง วิธีนี้จะแสดงให้เกษตรกรผู้รีดนมจำหน่ายได้เห็นด้วยสายตาตัวเองว่าน้ำนมนั้นสกปรกเพียงใด ใช้เป็นหลักฐานได้ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ หากน้ำนมผลิตไม่สะอาด และได้ผ่านการกรองก่อนส่งโรงงานจะทำให้ไม่สามารถตรวจความสกปรกโดยวิธีนี้ได้ (ชูศรี บำรุงพฤกษ์, 2513 : 118)

2.2.3.2 **การตรวจคุณภาพน้ำนมในระดับห้องปฏิบัติการ** (Laboratory Test)

1. **การตรวจสอบจุดเยือกแข็ง** ชูศรี บำรุงพฤกษ์ (2513 : 123) กล่าวว่า การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบจุดเยือกแข็งของน้ำนมมีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบการปลอมปนของน้ำในน้ำนมซึ่งปกติแล้วจุดเยือกแข็งของน้ำนมจะต่ำกว่าน้ำเฉลี่ยประมาณ – 0.55 องศาเซลเซียส จุดเยือกแข็งของน้ำนมค่อนข้างคงที่เพราะแรงดัน osmotic ของน้ำนมเป็นเช่นเดียวกับเลือดซึ่งมีการผันแปรได้น้อยมาก สารแขวนลอยและไขมันไม่ทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำนมเปลี่ยนแปลง แต่น้ำนมที่มีรสเปรี้ยวเล็กน้อยจุดเยือกแข็งจะลดลง ดังนั้นน้ำนมที่นำมาทดสอบจึงควรปราศจากกรดที่เกิดขึ้นภายหลัง และถ้าลดจำนวนน้ำตาลและแร่ธาตุในน้ำนมจุดเยือกแข็งจะสูงขึ้น การเติมน้ำในนมนั้นจะทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำนมใกล้เคียงกับน้ำ (0 องศาเซลเซียส) ในอัตราส่วนต่อจำนวนน้ำที่เติมลงไป

การตรวจสอบจุดเยือกแข็งใช้ Beckman Thermometer หรือเพื่อความสะดวกใช้เครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่า Hortvert cryoscope และสามารถคำนวณปริมาณน้ำที่เติมลงไปได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\% \text{ water in mixture} = \frac{0.550 - (\text{จุดเยือกแข็งที่วัดได้}) \times 100}{0.550}$$

2. การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนม จุลินทรีย์ที่ตรวจพบในน้ำนมส่วนมากเป็นพวกแบคทีเรีย ซึ่งพบทั้งชนิดที่ก่อให้เกิดโรค และไม่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งพวกที่ไม่ก่อให้เกิดโรคนั้นอาจเป็นทั้งแบคทีเรียที่มีประโยชน์และไม่มีประโยชน์ น้ำนมสดที่จำหน่ายแก่ผู้บริโภคโดยตรงต้องมีแบคทีเรียไม่เกินที่กฎหมายกำหนดไว้

การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมทำได้ 2 ทาง คือ ทางตรง และทางอ้อม เวลาที่ใช้ในการทดสอบจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกรรมวิธีที่ใช้ บางวิธีใช้เวลานานถึง 48 ชั่วโมงจึงทราบผล บางวิธีใช้เวลาเพียง 10 นาที และแต่ละวิธีให้ความแม่นยำต่างกันจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม

การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมนั้น นอกจากจะเป็นการควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนดแล้ว ยังใช้เพื่อประกอบการพิจารณารับซื้อน้ำนมดิบจากเกษตรกรอีกด้วย

การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมจำแนกได้ดังนี้

ก.) การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยทางอ้อม ได้แก่วิธี Dye reduction test คือ การทดสอบการฟอกสีโดยอาศัยหลักการที่ว่า เมื่อแบคทีเรียเจริญเติบโตจะมีการใช้ออกซิเจนจนหมดในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนของน้ำนมจะทำปฏิกริยากับสีที่ใช้

การทดสอบวิธีนี้ แบ่งออกได้เป็น ;

1. Methylene blue reduction test (MBR test) วิธีนี้เป็นวิธีทดสอบที่สำคัญและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เป็นวิธีการวัดจำนวนจุลินทรีย์อย่างหยาบ ๆ ไม่ได้เป็นการนำตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์มานับโดยตรง แต่เป็นการวัดผลการทำงานของจุลินทรีย์แทน โดยอาศัยหลักการคือ เมื่อมีแบคทีเรียที่ฟอกสีได้จะเปลี่ยนสีเมทธีลีนบลูจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี และถ้าจำนวนแบคทีเรียมีมาก การฟอกสีจะเกิดขึ้นได้เร็ว

ในสภาวะที่มีออกซิเจน สารละลายเมทธีลีนบลูมีสีน้ำเงิน แบคทีเรียในน้ำนมส่วนมากต้องการอากาศในการเจริญเติบโต เมื่อใช้ออกซิเจนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมด เมทธีลีนบลูจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสีทันที ระยะเวลาการเปลี่ยนสีของเมทธีลีนบลูสัมพันธ์ในทางลบกับจำนวนจุลินทรีย์ ถ้าระยะเวลาการเปลี่ยนสีของน้ำนมดิบนาน แสดงว่าเป็นน้ำนมดิบที่มีคุณภาพดี

วิธีการในการทำ MBR test คือ เมื่อเติมAniline dye methylene blue ลงในน้ำนมแล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37.5 องศาเซลเซียสในอ่างน้ำร้อน สีที่เติมลงไป จะถูก reduce และเกิดการเปลี่ยนสี เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ Oxidation – Reduction Potential ในน้ำนม ต้องทำการกลับตัวอย่างทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง เพื่อให้ไขมัน และแบคทีเรียกระจายตัวสม่ำเสมอ ทำการตรวจดูสี อ่านผลครั้งแรก เมื่อผ่านไปแล้ว ครึ่งชั่วโมง และทำการตรวจซ้ำทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง จนกว่าสีจะหายไป หลังการตรวจดูสีน้ำนมสามารถแปลผลได้ดังตารางที่ 2 และสามารถจัดชั้นของน้ำนมได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การแปลผลคุณภาพน้ำนมจากการตรวจดูสีของเมธีลีนบลู

เวลาเปลี่ยนในการสี	จำนวนแบคทีเรียในน้ำนม 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร	คุณภาพน้ำนม
เร็วกว่า 20 นาที	เกินกว่า 20 ล้านเซลล์	เลวมาก
20 นาที – 2 ชั่วโมง	4 ล้าน – 20 ล้านเซลล์	เลว
2 ชั่วโมง – 5 ½ ชั่วโมง	5 แสน – 4 ล้านเซลล์	ปานกลาง
นานกว่า 5 ½ ชั่วโมง	น้อยกว่า 5 แสนเซลล์	ดี

ที่มา : มรว.ชวนิศดากร วรวรรณ, 2527 : 347

ตารางที่ 3 การจัดชั้นของน้ำนมจากชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทธีลีนบลู

ชั้น	คุณภาพน้ำนม	ระยะเวลาในการเปลี่ยนสีของเมทธีลีนบลู
Class I	Excellent	เปลี่ยนสีในเวลานานกว่า 8 ชั่วโมง
Class II	Good	เปลี่ยนสีระหว่าง 6 – 8 ชั่วโมง
Class III	Fair	เปลี่ยนสีระหว่าง 2 – 6 ชั่วโมง
Class IV	Poor	เปลี่ยนสีภายในเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง

ที่มา : ทรงยศ อเนกะเวียง, 2529 : 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชูศรี บำรุงพฤกษ์ (2513 : 121) กล่าวว่า ข้อจำกัดของ Methylene blue reduction test ขึ้นอยู่กับ

1. ความแตกต่างในอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

2. การขาดความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของแบคทีเรีย โดยในขณะที่บ่มหลอดทดลองในอ่างน้ำร้อน เม็ดไขมันจะลอยขึ้นด้านบน และกวาดแบคทีเรียขึ้นมาด้านบนด้วย ทำให้น้ำนมด้านล่างมีแบคทีเรียอยู่น้อย การเปลี่ยนสีจะช้าและกินเวลานาน (ทั้ง ๆ ที่น้ำนมมีแบคทีเรียมาก) สามารถแก้ไขได้โดยต้องทำการกลับตัวอย่างน้ำนมบ่อย ๆ

3. ความแตกต่างในปริมาณออกซิจนที่ละลายในน้ำนม อันเนื่องมาจากอุณหภูมิและการคนน้ำนมก่อนตรวจ

4. มี reducing factor อื่น ๆ ปรากฏอยู่ในน้ำนม เช่น เม็ดโลหิตขาว (Leucocyte) ก็สามารถเปลี่ยนสีเมทธีลีนบลูได้เช่นกัน

5. ความแตกต่างในอัตราการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย แบคทีเรียบางชนิดสามารถเปลี่ยนสี เมทธีลีนบลูได้เร็ว เช่น *Streptococcus lactis* ส่วนแบคทีเรียบางชนิด เช่น *Bacillus subtilis* และ *Streptococcus agalactiae* เปลี่ยนสีได้ช้ามาก (ทรงยศ อเนกะเวียง, 2529 : 87)

2. Resazurin test รีซาซูริน (Resazurin) คือ Oxidation – reduction indicator ที่พัฒนาขึ้นมาโดย " แรมสเดล " (Ramsdell) ในเยอรมนี สีชนิดนี้มีความไวมากและไวกว่าเมทธีลีนบลู การเปลี่ยนแปลง Oxidation – reduction potential เพียงเล็กน้อยจากแบคทีเรีย เม็ดโลหิตขาว และแสงย่อมแสดงออกโดยการเปลี่ยนสีของรีซาซูริน

วิธีนี้อาศัยการ reduce สีเป็นไม่มีสี โดยใช้ metabolic activity ของจุลินทรีย์ที่มีในน้ำนม วิธีนี้ต้องใช้ Lovibond Comparator เข้าช่วยในการตรวจดูสีที่เปลี่ยนไป และได้มีการดัดแปลงการทดสอบไปหลายวิธี เช่น Temperature – Compensated Resazurin test, The Ten Miniutes test, The Triple – Hour Resazurin Test

หลักการในการตรวจสอบคือ เติมสารละลายรีซาซูรินลงในตัวอย่างน้ำนม บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสี ซึ่งเกิดขึ้น 2 ช่วง (2 stage) ดังนี้

ขั้นที่ 1 Resazurin (Irreversible change) → Resorufin

สีน้ำเงิน (Blue) → สีชมพู (Pink)

ช่วงแรกนี้ สีจะถูกเปลี่ยนเป็น Resorufin ให้เป็นสีต่าง ๆ คือ blue, lilac, mauve, pink - mauve, mauve – pink และ pink

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 Resorufin (reversible change) Dihydro – resorufin

สีชมพู (Pink) ไม่มีสี (Colourless)

ขั้นนี้จะเป็นการเปลี่ยนสีของ Pink resorufin เป็น Dihydro – resorufin ซึ่งไม่มีสี ปฏิกริยาในขั้นนี้จะกลับได้ โดยเฉพาะเมื่อมีออกซิเจนก็จะช่วยในการ reform ของ Pink resorufin

อัตราความเร็วในการเปลี่ยนสี สัมพันธ์กับจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนม โดยการเทียบสีที่เปลี่ยนไปกับ Lovibond Comparator ซึ่งให้เบอร์สำหรับแต่ละสี คือในช่วงแรกให้เป็น 6 – 1 และช่วงสุดท้าย 1 – 0 เราสามารถวัด Bacterial activity ได้โดยการเทียบสีในช่วงเวลาต่าง ๆ จนกว่าสีจะหมดไป

การทดสอบแบบรีซาซูริน 1 ชั่วโมง เป็นการพัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยถือว่า ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ตัวอย่างน้ำนมเปลี่ยนสีถึงขั้นใด ก็นำมาเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน เพื่อแบ่งระดับน้ำนม ซึ่งจะทำให้ใช้เวลาทดสอบสั้นเพียง 1 ชั่วโมง ซึ่งถือเป็นข้อได้เปรียบของรีซาซูรินเทสต์ (ทรงยศ อเนกะเวียง, 2529 : 93) สีของน้ำนมหลังทดสอบด้วยน้ำยารีซาซูริน มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของน้ำนมดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของสีและคุณภาพน้ำนม

Quality of milk	Lovibond disc		เปอร์เซ็นต์		
	colour	Reading	Resazurin	Resorufin	Dihydroresorufin
Excellent	Blue	6	100	0	0
Very good	Lilac	5	80	20	0
Goood	Mauve	4	60	40	0
Fair	Pink – purple	3	40	60	0
Poor	Purple – pink	2	20	80	0
Very poor	Pink	1	0	100	0
Bad	colourless	0	0	0	100

ที่มา : ทรงยศ อเนกะเวียง, 2529 : 95

ข.) การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยทางตรง ได้แก่วิธี

1. Agar plate count or standard plate count (SPC) คือ การนับกลุ่มแบคทีเรียที่เลี้ยงในจานเลี้ยงเชื้อ เป็นวิธีมาตรฐานที่มีความแม่นยำและเชื่อถือได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชูศรี บำรุงพฤกษ์ (2513 : 120) กล่าวถึงวิธีนี้ว่าสามารถทำได้โดยเจือจางน้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วให้มีความเจือจางต่าง ๆ กัน เช่น 1 / 1000 นำน้ำนมที่ผ่านการเจือจางใส่ในจานเพาะเชื้อ (Petri dish) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เทอาหารเลี้ยงเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไปเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งให้แข็งตัว แล้วคว่ำจาน นำไปบ่มในตู้บ่ม ที่อุณหภูมิเหมาะสมประมาณ 30 – 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำออกมานับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น จำนวนที่นับได้คูณด้วยอัตราเจือจางจะเท่ากับจำนวนแบคทีเรียต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร ข้อควรจำคือ การเจือจางน้ำนมควรเจือจางให้สามารถนับแบคทีเรียได้ประมาณ 30 – 300 โคโลนีต่อจาน เพื่อให้ได้ผลที่แน่นอนยิ่งขึ้น

มรว. ชวนิศดากร วรวรรณ (2527 : 348) กล่าวว่าวิธีนี้จะต้องเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียในวุ้นเลี้ยงเชื้อมาตรฐาน ซึ่งอยู่ในจานครอบ น้ำนมตัวอย่างจะถูกปล่อยให้กระจายในวุ้นเลี้ยงเชื้อในช่วงเวลาหนึ่ง ในสภาพที่เหมาะที่สุดที่แบคทีเรียเจริญได้ ซึ่งแบคทีเรียจะเจริญเป็นกลุ่มเล็ก ๆ พอมองเห็นได้ด้วยแว่นขยาย จากการนับและคำนวณกลุ่มแบคทีเรียจะบอกได้ว่าน้ำนม 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีแบคทีเรียประมาณเท่าใด ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการประมาณจำนวนแบคทีเรียในน้ำนมที่ใช้กันทั่วไป

อย่างไรก็ดีวิธีนี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง เช่น

- วิธีนี้ทดสอบได้เฉพาะแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ (Aerobic bacteria) ในการเจริญ
- อุณหภูมิในการบ่มจานเพาะเชื้อไม่เหมาะกับแบคทีเรียทุกชนิดในน้ำนม
- อาหารวุ้นที่ใช้ในการเพาะไม่เหมาะกับแบคทีเรียทุกชนิดในน้ำนม

แต่ข้อบกพร่องเหล่านี้ถือเป็นส่วนน้อยไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อจำนวนแบคทีเรียทั่วไปในน้ำนมเลย จึงถือเป็นวิธีมาตรฐานสากล ได้ชื่อว่า " Standard plate count " (ทรงยศ อเนกะเวียง , 2529 : 99)

น้ำนมที่สะอาดมีคุณภาพยอดเยี่ยมจะมีจุลินทรีย์เพียง 1,000 เซลต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร ในประเทศไทยให้คุณภาพน้ำนมเกรด 1 ที่จำนวนจุลินทรีย์ 100,000 เซลต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตรซึ่งตรวจนับได้หลังบ่มที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

2. Direct microscopic count (D.M.C. หรือ Breed 's smear) คือ การนับจำนวนแบคทีเรียโดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ เป็นวิธีที่รู้ผลรวดเร็ว ภายในเวลาเพียง 15 นาที วิธีนี้จึงเป็นวิธีทดสอบหาจำนวนแบคทีเรียวิธีหนึ่งซึ่งรู้ผลการทดสอบก่อนที่จะนำน้ำนมไปแปรรูปในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชูศรี บำรุงพฤกษ์ (2513 : 120) กล่าวว่าหลักในการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมวิธีนี้คือ นำตัวอย่างน้ำนม 0.1 มิลลิลิตร เกลี่ยบนสไลด์เป็นเนื้อที่ 1 ตารางเซนติเมตร เมื่อน้ำนมบนสไลด์แห้งแล้วทำการสกัดไขมันออกโดยใช้ Xylol แช่ในแอลกอฮอล์แล้วย้อมสี จากนั้นนำสไลด์นั้นไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อนับจำนวนแบคทีเรีย

การตรวจสอบด้วยวิธีนี้มีข้อจำกัดคือ ปริมาณน้ำนมที่นำมาตรวจนั้นมีน้อยมาก ความแน่นอนของการวัดปริมาณน้ำนม เนื้อที่ที่เกลี่ยน้ำนม และความสม่ำเสมอจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการวัดความแน่นอนของวิธีนี้ สำหรับการนับจำนวนแบคทีเรียที่นับได้ไม่ควรนำเอามาเปรียบเทียบกันเพื่อวัดคุณภาพน้ำนมในแง่ความสะอาด และไม่อาจถือเป็นการนับจำนวนแบคทีเรียที่แน่นอน แต่ควรจะสังเกตลักษณะของเซลล์เพื่อให้ทราบแหล่งที่มา เช่น ถ้าพบ *Streptococci* เป็นลูกโซ่ยาวแสดงว่าน้ำนมนั้นมาจากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ หรือถ้าพบกลุ่มแบคทีเรียทรงกลมยาวแสดงว่าภาชนะที่ใช้สกปรก

ทรงยศ อเนกะเวียง (2529 : 122-123) กล่าวถึงข้อดีข้อเสียของวิธีนี้ดังนี้คือ

ข้อดี

1. ตรวจนับและรู้ผลในเวลารวดเร็ว
2. ขั้นตอนของการปฏิบัติงานมีน้อย
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบมีน้อยชิ้น
4. ค่าใช้จ่ายในการทดสอบถูก
5. รู้ชนิดและประเภทของจุลินทรีย์คร่าว ๆ ได้
6. สามารถนับจำนวนเซลของเม็ดโลหิตขาว (Leucocyte) ได้ด้วย ถ้าพบว่าจำนวนเซลล์เม็ดโลหิตขาวมีมาก อาจสันนิษฐานว่าน้ำนมนั้นมาจากแม่โคซึ่งเป็นโรคเต้านมอักเสบ (Matitis)

ข้อเสีย

1. ไม่เหมาะสมกับการนับจุลินทรีย์ในน้ำนมที่ค่อนข้างสะอาด ซึ่งมีจุลินทรีย์น้อย (เช่น น้ำนมดิบเกรด เอ)
2. ไม่เหมาะสมกับการนับจุลินทรีย์ในน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ เพราะเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้วใหม่ ๆ มักติดสีย้อม ทำให้สับสนในการนับ
3. จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ มักจะมีจำนวนมากกว่าธรรมดา (คือ มากกว่าวิธี SPC) ทั้งนี้เพราะนับรวมจุลินทรีย์ที่ตายใหม่ ๆ ซึ่งมักจะติดสีย้อมด้วย

นอกจากการตรวจสอบจุลินทรีย์ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นยังมีการตรวจสอบจุลินทรีย์แบบอื่น ๆ อีกดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การตรวจสอบจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม (Determination of coliform bacteria) แบคทีเรียโคลิฟอร์ม คือ แบคทีเรียประเภท acid and gas producing bacteria , เป็นพวกแกรมบวก , anaerobic or facultative , non spore forming rod , หมักน้ำตาลแลคโตสได้กรดกับแก๊ส โคลิฟอร์มที่สำคัญมีอยู่ 2 genera คือ Escherichia (เช่น *E.coli*) และ Enterobacter (เดิมเรียก Arobacter) ทั้งสอง generaนี้มักเรียกรวมกันว่า "โคไล – แอโรยีนส์" (coli – aerogenes) (ทรงยศ อเนกะเวียง , 2529 : 111)

แบคทีเรียกลุ่มนี้พบได้ในลำไส้ของคนและสัตว์ ในอุจจาระ ในโคนมที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ ในภาชนะรีดนม หรือในคอกที่ล้างทำความสะอาดไม่ทั่วถึง หากมีการตรวจพบแบคทีเรียกลุ่มนี้มากกว่า 100 เซล ต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร แสดงว่าสุขลักษณะการรีดนมไม่ถูกต้องจึงมีการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มนี้ (http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

ความสำคัญของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม คือ

1. มักพบแบคทีเรียโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบเสมอ
2. แบคทีเรียโคลิฟอร์มไม่ทนต่ออุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์ (ยกเว้นบางสเตรนที่หายาก) ดังนั้นหากมีการพบแบคทีเรียนี้ในน้ำนมพร้อมดื่มหมายความว่าแบคทีเรียนี้ ปะปนเข้าไปภายหลัง (recontamination) โดยเฉพาะอย่างยิ่งตอนที่บรรจุขวดหรือกล่อง
3. การตรวจพบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *E. coli*) หมายความว่า น้ำนมที่ผ่านความร้อนนั้นอาจมีเชื้อแบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุของโรค (pathogenic bacteria) ปะปนเข้ามาก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งกำเนิดของโคลิฟอร์มคือ ลำไส้ใหญ่ อุจจาระ น้ำสกปรก ซึ่งเป็นที่อยู่ของ pathogenic bacteria ด้วย

โคลิฟอร์มนั้นเป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศหรือต้องการแต่น้อยมาก เจริญในอาหารที่มีน้ำดีของโคผสมอยู่ด้วย ซึ่งวิธีการทดสอบแบคทีเรียโคลิฟอร์มนิยมทำกัน 2 วิธีคือ

ก. การทดสอบการสร้างแก๊ส เนื่องจากแบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียที่สร้างทั้งกรดและแก๊สขณะเจริญ ดังนั้นการทดสอบอาจทำได้โดยทางอ้อมคือ ทดสอบแก๊สแทน

ข. การทดสอบโคโลนี โคโลนีของแบคทีเรียโคลิฟอร์มมีขนาดค่อนข้างใหญ่ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 มิลลิเมตร และมีสีแดงเข้ม เนื่องจากกรดที่สร้างขึ้นมาทำปฏิกริยากับ indicator ที่ผสมในอาหารวุ้น (ทรงยศ อเนกะเวียง, 2529 : 111–112) วิธีการทดสอบทำโดยการผสมน้ำนมตัวอย่างกับอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากนั้นทำการตรวจนับแบคทีเรียที่เกิดขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ (http:// www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจนับแบคทีเรียกลุ่มที่ชอบความเย็น แบคทีเรียกลุ่มที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ แบคทีเรียกลุ่มนี้จะพบได้ในเต้านมและถังนมซึ่งมีอุณหภูมิลดต่ำ 2 – 7 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่แล้วจุลินทรีย์กลุ่มนี้สามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน หากยังมีในน้ำนมจะทำให้คุณภาพน้ำนมลดลง มักทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์เพราะจุลินทรีย์พวกนี้จะสร้างน้ำย่อย เพื่อย่อยโปรตีน และไขมันในน้ำนมทำให้น้ำนมเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียได้ (http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

วรรณา ตั้งเจริญชัย (2538 : 113) กล่าวถึงแบคทีเรียประเภทนี้ว่า แม้จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคแต่สามารถสร้างกลิ่นรสที่ผิดปกติในผลิตภัณฑ์ เช่น กลิ่นคล้ายผลไม้ (โดยไม่มีการเติมกลิ่นผลไม้ในผลิตภัณฑ์) กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม การตรวจนับแบคทีเรียกลุ่มนี้ จะทำโดยบ่มน้ำนมที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน และใช้วิธี Standard plate count

3. **การตรวจนับแบคทีเรียกลุ่มที่เจริญได้ดีในที่อุณหภูมิสูง** (heat – resistant bacteria) Thermoduric bacteria เป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิที่สูงกว่า maximal temperature ของการเจริญเติบโต ในอุตสาหกรรมนมจะมีความหมายถึง แบคทีเรียที่ทนต่อสภาวะของการพาส-เจอร์ไรส์เซชั่น แต่มิได้หมายความว่าแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวเจริญได้ ณ อุณหภูมินี้แบคทีเรียกลุ่มนี้อยู่ในสปีชี่ของ Micrococcus , Microbacterium , Streptococcus , Lactobacillus , Aerobic spore formers และบางครั้งจะพบ gram – negative rod สาเหตุของการปนเปื้อนแบคทีเรียดังกล่าวเนื่องจากเครื่องมือและอุปกรณ์ในฟาร์มตลอดจนในโรงงานแปรรูปไม่สะอาดพอ การตรวจสอบหาแบคทีเรียที่ทนความร้อน กระทำโดยนำตัวอย่างนมดิบมาผ่านความร้อนสภาวะเดียวกับพาสเจอร์ไรส์เซชั่น แล้วจึงนำมาตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ที่ยังเหลืออยู่ในตัวอย่างด้วยวิธี Standard plate count

3. **การตรวจส่วนประกอบของน้ำนม** แบ่งออกเป็น

ก. การตรวจหาจำนวนไขมัน

ทรงยศ อเนกะเวียง (2529 : 39) กล่าวถึงความสำคัญของไขมันในน้ำนมไว้ว่า มันเนย หรือ Butter fat มีสำคัญต่อน้ำนมคือ

- ให้คุณค่าทางอาหาร
- เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำนม เช่น กลิ่นต่าง ๆ ในน้ำนม
- ใช้ประกอบการพิจารณาตีราคาน้ำนมดิบ ที่ศูนย์รวมนมทุกแห่ง
- ใช้ประกอบการพิจารณาคุณภาพน้ำนมว่ามีการเติมน้ำหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ปริมาณไขมันในน้ำนมดิบยังเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการปรับมาตรฐานของน้ำนมก่อนผ่านกระบวนการแปรรูป (วรรณา ตั้งเจริญชัย , 2538 : 75)

การตรวจหาปริมาณไขมันของน้ำนมจึงเป็นประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมการทำผลิตภัณฑ์น้ำนมเป็นอันมาก

ในน้ำนมปกตินั้นจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 3.5 – 3.9 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยแล้ว 3.71 เปอร์เซ็นต์ (วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ , 2534 : 206)

วิธีการตรวจหาไขมันในน้ำนมที่นิยมกันได้แก่วิธีต่อไปนี้

1. การทดสอบแบบ แบ็บคอก (Babcock Test) ใช้ทดสอบกับตัวอย่างน้ำนมที่มีปริมาณไม่มาก มีหลักในการหาปริมาณไขมันคือ ใช้กรดกำมะถันเข้มข้นผสมกับน้ำนมเพื่อย่อยส่วนประกอบอื่น ๆ นอกจากไขมัน จากนั้นแยกไขมันออกจากส่วนผสมอื่น ๆ โดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงอย่างแรงจะแยกไขมันทำให้ลอยขึ้นมาในคอขวดที่สามารถอ่านจำนวนไขมันได้ทันที (มรว. ชวนิศนดากร วรวรรณ , 2527 : 346)

2. การทดสอบแบบ เกอร์เบอร์หรือฟิวโคมา (Gerber / Fucoma Test) วิธีนี้ใช้หลักการเดียวกับแบบ แบ็บคอก แต่มีการใช้เอมิลแอลกอฮอล์ ช่วยป้องกันการไหม้ของไขมัน (วรรณา ตั้งเจริญชัย , 2538 : 77)

3. การทดสอบโดยวิธีโฟโตเมตริก (Photometric Method) ใช้ตรวจสอบตัวอย่างน้ำนมที่มีปริมาณมาก เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ และรวดเร็วมาก (สมพงษ์ เทศประสิทธิ์ , 2528 : 197)

4. การสะกัดด้วยอีเทอร์ (Ether Extract) เป็นการสกัดไขมันจากน้ำนมด้วยตัวทำละลายไขมัน และชั่งไขมันที่สกัดได้เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน ได้แก่วิธีของ Rose – Gottlieb และ วิธีของ Mojonnier (ประกาย จิตรกร , 2526 : 253) วิธีนี้ใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน และอุปกรณ์มีราคาแพง แต่ให้ผลที่แม่นยำ (วรรณา ตั้งเจริญชัย , 2538 : 75)

เปอร์เซนต์ไขมันที่ใช้ในการให้ราคาน้ำนมในประเทศไทยอยู่ระหว่าง 3.20 – 3.50 (http:// www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

ข. การตรวจหาของแข็งในน้ำนม ทรงยศ เอนกะเวียง (2529 : 75-77) กล่าวว่า

องค์ประกอบของน้ำนมโดยประมาณมีดังต่อไปนี้

นม = ธาตุน้ำนมทั้งหมด (Total solid) + น้ำ (water)

ซึ่งในธาตุน้ำนมทั้งหมดประกอบด้วยมันเนย (Butter fat) และธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (Solid-non – fat, Sn.f.) ทั้งธาตุน้ำนมทั้งหมด (Total solid, T.S.) และธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Sn.f.) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ถ้ามีการเติมน้ำปนลงในน้ำนม จะทำให้เปอร์เซนต์ของ T.S. และ Sn.f. เปลี่ยนแปลงไป (ลดลง) การทดสอบทำได้หลายวิธีคือ

1. การระเหยน้ำออก (Evaporation) ทำโดยการระเหยน้ำออกแล้วนำมาชั่งหาน้ำหนัก วิธีนี้ให้ผลแม่นยำ แต่ใช้เวลานาน
2. การคำนวณ (calculation) ทำได้โดยการอ่านค่าจากอุปกรณ์วัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนม ที่เรียกว่า Quevenne ' s lactometer และคำนวณโดยใช้สูตรของควีวีน (Quevenne) ดังนี้

$$\% \text{ Total solid} = \frac{\text{corrected } Q^{\circ}}{4} + (1.2 \times \% \text{ B.F.})$$

เมื่อกำหนดให้ Q° = Quevenne lactometer reading ของตัวอย่างนมที่ 60 องศาฟาเรนไฮต์

% B.F. = คือเปอร์เซ็นต์มันเนยของน้ำนม (ทดสอบหาโดยวิธีใดก็ได้)

หรือ $$\% \text{ Solid} - \text{non} - \text{fat} = \frac{\text{corrected } Q^{\circ}}{4} + (1.2 \times \% \text{ B.F.})$$

หรือ Solid – non – fat = Total solid – Butter fat

เกณฑ์ในการให้ราคาน้ำนมดิบคือ ต้องมีของแข็งไม่รวมไขมัน 7.15 – 8.50 เปอร์เซ็นต์ (http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

4. การตรวจหาเซลล์ร่างกาย เนื้อเยื่อร่างกาย หรือ เซลล์โซมาติก ได้แก่ เม็ดเลือดขาว เยื่อบุผนังของท่อส่งนม หรือถุงพักน้ำนม ที่ลอกหลุดปนมากับน้ำนม ขณะรีดนม ปริมาณของเซลล์โซมาติกนี้จะเป็นตัวชี้สภาพของเต้านม รังนม และถุงพักน้ำนม

ปกติปริมาณเซลล์นี้จะต่ำ แต่เมื่อเกิดการติดเชื้อขึ้น ร่างกายจะสร้างเม็ดเลือดขาวเพื่อทำลายเชื้อโรค ขณะเดียวกันเนื้อเยื่อบุเต้านม ท่อน้ำนม ที่ถูกเชื้อโรคทำลายจะอ่อนแอ มีการลอกหลุดมากขึ้นกว่าปกติ เมื่อไม่มีการรักษา เชื้อจะลุกลามทำให้ระบบการสร้างน้ำนมเสียหาย หากมีการรักษาได้ทันท่วงที เนื้อเยื่อจะค่อย ๆ สมานและกลับเข้าสู่สภาวะเดิม หากการทำลายเป็นแบบเรื้อรัง ผนังเนื้อเยื่อจะสมานแต่ไม่สามารถเข้าสู่สภาวะปกติทำให้การสร้างน้ำนมลดลง ถุงพักมีขนาดเล็กลง การรีดน้ำนมก็ได้จำนวนน้อยลงตามลำดับ ซึ่งจะเกิดความเสียหายและผลเสียทางเศรษฐกิจ

ประโยชน์ที่จะได้จากการตรวจนับเซลล์ จะทำให้เราทราบความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเต้านม ทำให้สามารถดูแลจัดการฝูงโคนมได้ทันท่วงที ก่อนแสดงอาการ

ปัจจุบันนี้เกษตรกรที่เลี้ยงโคนมเป็นจำนวนมาก จะมีปัญหาในการดูแลและจัดการฝูงโคนม จึงต้องใช้วิทยาการนี้มาช่วยเหลือโดยดูปริมาณของระดับเซลล์ หากโคนมตัวใดให้นมที่มีเซลล์สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ว่าการให้นมยังเป็นปกติ น้ำนมยังไม่เปลี่ยนแปลง ก็จะเก็บตัวอย่างน้ำนมส่งตรวจทางจุลชีววิทยา ขณะเดียวกันก็แยกโคนมนั้นไว้รีดนมทีหลังเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่อาจทำให้เกิดเต้านมอักเสบไปสู่โคนมตัวอื่น ๆ ในฝูง

ระดับเซลล์โซมาติกที่ใช้ควบคุมนั้น หากเป็นน้ำนมรวมของฝูงจะต้องให้มีค่าไม่เกิน 500,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และถ้าเป็นน้ำนมแต่ละตัว ต้องมีไม่เกิน 250,000 เซลล์ ต่อมิลลิลิตร (http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

หากมีระดับเซลล์โซมาติกมากกว่าระดับที่ควบคุม แสดงว่าเต้านมมีความผิดปกติเกิดขึ้น และน้ำนมนั้นจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค การตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น วิธีตรวจโรคเต้านมอักเสบแบบแคลิฟอร์เนีย (CMT) การตรวจสอบแบบไวด์ไซด์ (modified whiteside test) หรือแบบวิสคอนซิน (Wisconsin matitis test / WMT) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกสามารถทำได้แม้ในฟาร์มขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีวิธีตรวจคาตาเลส (Catalase test) ตรวจหาจำนวนเม็ดเลือดขาวและจำนวนเซลล์ของเต้านมที่ถูกทำลายและหลุดออกมากับน้ำนม หรือตรวจนับจำนวนเม็ดเลือดขาวจากกล้องจุลทรรศน์โดยตรงก็ได้ (สมพงษ์ เทศประสิทธิ์ , 2528 : 195 – 19)

5. **การตรวจสารตกค้างในน้ำนม** สารตกค้างในน้ำนมที่สำคัญคือ

ก. ยาปฏิชีวนะ พวกยาต้านจุลชีพ ยาถ่ายพยาธิ ยาฆ่าเชื้อต่าง ๆ เกิดตกค้างในน้ำนมขณะใช้ยา ฉีดรักษาโคป่วย และเกษตรกรยังรีดนมส่งอยู่ ยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการรักษาโรคจะถูกขับออกทางน้ำนมเมื่อคนบริโภคน้ำนมนี้จะมีผลทำให้เกิดภูมิแพ้หรือทำให้เกิดการดื้อยาในยากลุ่มเพนนิซิลิน (http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

ในปัจจุบันการตรวจวินิจฉัยยาตกค้างในน้ำนม ทดสอบได้โดย

1. ใช้แบคทีเรียตัวที่ไวต่อยาปฏิชีวนะเป็นตัวทดสอบ
2. การทดสอบทางอิมมูโน โดยการทำให้โมเลกุลของยาปฏิชีวนะจับกับโมเลกุลของตัวรับที่สร้างขึ้นให้มีส่วนรับกับยาปฏิชีวนะแต่ละชนิดโดยเฉพาะ
3. การทดสอบโดยไมโครเบียลรีเซปเตอร์ โดยให้โมเลกุลของยาปฏิชีวนะ จับกับส่วนรับของแบคทีเรีย
4. วิธีทางเคมีและฟิสิกส์ โดยใช้วิธี ทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี่ แยกยาปฏิชีวนะผ่านตัวกลางที่มีอำนาจดูดซับซึ่งแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน (ธงชัย เฉลิมชัยกิจและคณะ , 2539 : 262 - 263)

กฎระเบียบได้กำหนดไม่ให้พบ ยาปฏิชีวนะในน้ำนม ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดผลข้างเคียงต่อผู้บริโภคขณะเดียวกันในการผลิต ผลิตภัณฑ์นม เช่น โยเกิร์ต เนยแข็ง เนย หากมียาปฏิชีวนะปนเปื้อนในน้ำนม ขบวนการผลิตก็จะชะงัก เพราะยาที่ตกค้างจะระงับการเจริญของจุลินทรีย์ที่เติมลงไปในน้ำนม (http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกระบวนการแปรรูปไม่สามารถทำลายยาปฏิชีวนะได้ดังนั้นเมื่อตรวจพบจึงไม่ควรนำไปจำหน่ายหรือบริโภค (สมพงษ์ เทศประสิทธิ์ , 2528 : 195 – 196)

ข. ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าแมลงที่ปนเปื้อนในน้ำนม มาจากการใช้ยาฆ่าแมลง กำจัดพยาธิภายนอกร่างกายโคนม เช่น เหลือบ เห็บ แมลง และการใช้ยาฆ่าแมลงกำจัดแมลงในคอก เช่น แมลงวัน มด ยาฆ่าแมลงบางชนิดจะมีฤทธิ์คงอยู่นาน และคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมดังนั้นเกษตรกรจึงพึงระมัด-ระวังในการใช้ยาฆ่าแมลงนี้

การตรวจสามารถทำได้โดยสกัดไขมันนมแล้วตรวจโดยใช้เครื่องมือพิเศษเฉพาะ ในปัจจุบันประเทศไทย ยังไม่ได้มีการวางกฎระเบียบ เกี่ยวกับระดับของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในน้ำนม

ค. พิษจากเชื้อรา เชื้อราที่ทำให้เกิดพิษมีอยู่ 3 ชนิด และพิษเหล่านี้เป็นสารก่อมะเร็งในคนและสัตว์ มีอันตรายถึงชีวิต เชื้อราและพิษของเชื้อรามีอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ แหล่งอาหารที่มักพบเชื้อราคือ เมล็ดธัญพืช ข้าวโพด ถั่วลิสง พิษจากเชื้อราสามารถเกิดขึ้นก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยว หรือในขณะผึ่งแห้ง และขณะเก็บไว้ในยุ้งฉาง ละอองของเชื้อราสามารถฟุ้งกระจายได้ทั่วไปในบรรยากาศ พิษจากเชื้อราเมื่ออยู่ในร่างกายโคนม สามารถขับออกมากับน้ำนมได้และทนต่อความร้อนที่สูง

การตรวจพิษจากเชื้อรา สามารถทำโดยวิธีตรวจเฉพาะทาง ประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดในเรื่องพิษจากเชื้อราในน้ำนม

ง. โลหะหนัก โลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำนมมาจากสิ่งแวดล้อมมีผลต่อบริโภคซึ่งทำให้เกิดความผิดปกติของระบบประสาทสามารถตรวจได้จากวิธีและเครื่องมือเฉพาะ ประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดเรื่องโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำนม (http://www.doae.go.th/library/html/ prod_ all.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปนม (03630113) จำนวน 3 หน่วยกิต ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงสร้างหลักสูตร

ก. พื้นฐานการศึกษาก่อนมาต่อหลักสูตร

เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง หรือเทียบเท่าในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเกษตรกรรม หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง

ข. ระบบการศึกษา

- จัดระบบการศึกษาแบบทวิภาคี โดยแบ่งระยะเวลาการศึกษาแต่ละปีออกเป็น 2 ภาค แต่ละภาคการศึกษาใช้เวลาเรียนไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ และอาจเปิดสอนภาคฤดูร้อน โดยใช้เวลาการศึกษาไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ โดยจัดเวลาสอนครบตามหน่วยกิต
- การคิดหน่วยกิต

  รายวิชาภาคทฤษฎี ใช้เวลาบรรยาย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ตลอดหนึ่งภาคการศึกษาปกติ มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

  รายวิชาภาคปฏิบัติ ใช้เวลาฝึกหรือทดลอง 2 – 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ตลอดหนึ่งภาคการศึกษาปกติ มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

  รายวิชาภาคสนาม (ฝึกสอน) ใช้เวลาฝึก 3 – 6 ชั่วโมงตลอดหนึ่งภาคการศึกษาปกติ มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ระยะเวลาการศึกษา

ระยะเวลาการศึกษาตามหลักสูตร ใช้เวลาการศึกษาอย่างมากไม่เกิน 4 ปีการศึกษา สำหรับการเรียนเต็มเวลา และอย่างมากไม่เกิน 6 ปีการศึกษา สำหรับการเรียนไม่เต็มเวลา

ง. จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร	**79**	**หน่วยกิต**

จ. โครงสร้างหลักสูตร

หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	8	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์	2	หน่วยกิต
บังคับเรียน	2	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาภาษา สังคมศาสตร์ และมนุษย์ศาสตร์	6	หน่วยกิต
บังคับเรียน	2	หน่วยกิต
เลือกเรียน	4	หน่วยกิต
หมวดวิชาเฉพาะ	68	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาชีพครูทั่วไป	18	หน่วยกิต
บังคับเรียน	14	หน่วยกิต
เลือกเรียน	4	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาครุศาสตร์เกษตร	20	หน่วยกิต
บังคับเรียน	20	หน่วยกิต
กลุ่มวิชาอุตสาหกรรมเกษตร	30	หน่วยกิต
บังคับเรียน	18	หน่วยกิต
เลือกเรียน	12	หน่วยกิต
หมวดวิชาเลือกเสรี	3	หน่วยกิต

3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

รายวิชา (03630113) เทคโนโลยีการแปรรูปนม

คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญ องค์ประกอบและคุณสมบัติทางการภาพและทางเคมีของนมและผลิตภัณฑ์ มาตรฐาน และการตรวจสอบคุณภาพ กรรมวิธีการแปรรูป การเสื่อมเสียและการเก็บรักษา กฎหมายมาตรฐานการแปรรูปนม ดูงานนอกสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการสอน (ภาคทฤษฎี)

บทที่	จำนวนคาบ	
1. บทนำ ความสำคัญและอุตสาหกรรมน้ำนมในประเทศไทย	2	คาบ
2. องค์ประกอบของน้ำนม คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี	8	คาบ
3. การตรวจสอบคุณภาพน้ำนม	6	คาบ
4. การแปรรูปน้ำนมเป็นผลิตภัณฑ์	12	คาบ
5. การเสื่อมเสียและการเก็บรักษาน้ำนมและผลิตภัณฑ์	4	คาบ
6. กฎหมายมาตรฐานการแปรรูปน้ำนม	4	คาบ
รวม	36	คาบ

รายการสอน (ภาคปฏิบัติ)

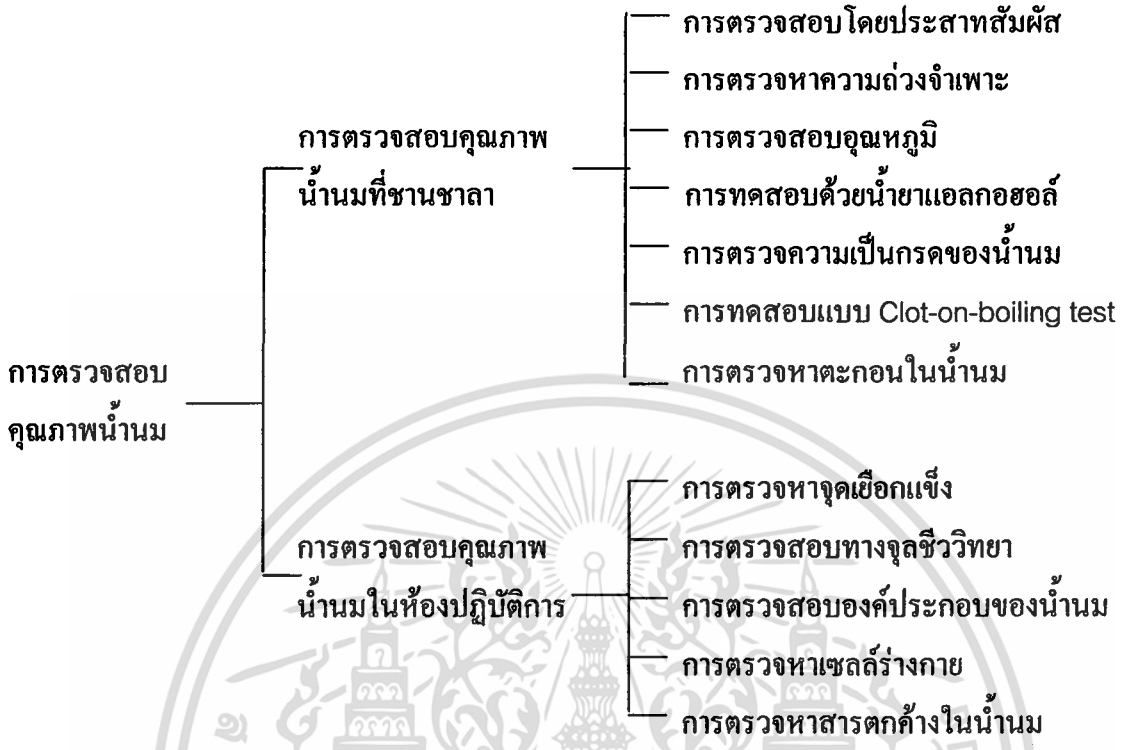
บทปฏิบัติการที่	จำนวนคาบ	
1. แนะนำการปฏิบัติงาน	3	คาบ
2. การเก็บตัวอย่างน้ำนม และผลิตภัณฑ์	3	คาบ
3. คุณภาพวิเคราะห์ของน้ำนม	6	คาบ
4. การตรวจสอบคุณภาพของน้ำนมก่อนการแปรรูป	9	คาบ
5. การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำนม	9	คาบ
6. ผลิตภัณฑ์น้ำนมแปรรูป	18	คาบ
7. การตรวจสอบการเสื่อมเสียของน้ำนมและผลิตภัณฑ์	6	คาบ
รวม	54	คาบ

<u>หมายเหตุ</u> หัวข้อที่นำมาผลิตเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ คือ หัวข้อย่อยในภาคทฤษฎี บทที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

<u>เนื้อหา</u>

การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบก่อนที่จะนำมาทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นั้น เพื่อตรวจดูว่าน้ำนมนั้นมีความเหมาะสมในการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หรือไม่ แยกน้ำนมคุณภาพต่ำไม่ให้ปะปนกับน้ำนมที่มีคุณภาพสูง และช่วยในการตัดสินราคาน้ำนมดิบของเกษตรกร นอกจากนี้ยังสามารถนำผลการตรวจไปใช้ในการปรับปรุงสุขาภิบาลในคอกสัตว์ได้อีกด้วย ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูปสามารถแบ่งได้ดังไดอะแกรมต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก่อนจะทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมนั้น จะต้องทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ โดยน้ำนมตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์นั้น จะต้องเป็นน้ำนมที่มีคุณสมบัติเป็นตัวแทนของน้ำนมทั้งหมดด้วย รวมทั้งต้องปฏิบัติต่อตัวอย่างนมอย่างถูกต้องด้วย เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องและเป็นที่น่าเชื่อถือ การเก็บตัวอย่างน้ำนมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำนม ได้แก่

1. เครื่องกวน (Agitators)
2. เครื่องตักนม (Dipper)
3. ขวดเก็บตัวอย่าง มีความจุไม่น้อยกว่า 15 มิลลิลิตร
4. กล่องบรรจุเพื่อการขนส่ง ทำด้วยโลหะ พลาสติก หรือไม้ที่บุด้วยโลหะ
5. อ่างทำความเย็น

ข. ข้อควรระวังในการเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบ

ก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำนมจะต้องผสมนมดิบให้เข้ากันดี แล้วจึงทำการเก็บตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างน้ำนมมีข้อควรระวังดังนี้

1. ใช้ภาชนะเก็บตัวอย่างที่ปลอดเชื้อ
2. มือต้องแห้งและสะอาด
3. ปริมาณตัวอย่างไม่ควรเกิน 2 ใน 3 ของปริมาตรขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำให้ตัวอย่างน้ำนมเย็นที่ 0 – 4.4 องศาเซลเซียสโดยเร็วที่สุด
5. ห้ามแช่แข็งตัวอย่างน้ำนม
6. เก็บตัวอย่างน้ำนมไว้สำหรับวิเคราะห์ไม่นานเกิน 36 ชั่วโมง
7. ไม่เก็บตัวอย่างน้ำนมที่แช่แข็ง หรือมีก้อนและลิ่มนม

ค. การเก็บตัวอย่างน้ำนม

1. การเก็บตัวอย่างน้ำนมจากแท็งค์เก็บน้ำนมในฟาร์ม (Farm bulk tank) หลังจากคนน้ำนมในแท็งก์แล้ว เก็บตัวอย่างน้ำนมด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ไม่ใช้เครื่องตักนมอันเดียวกันเก็บตัวอย่างมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง
2. การเก็บตัวอย่างจากถังนม (Sampling milk from more than one vessel) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำนมจากหลาย ๆ ถัง เรียกตัวอย่างน้ำนมชนิดนี้ว่า Aliquot sample ซึ่งมีหลักการเก็บดังนี้ คือ
   - ถ้าถังนมหลาย ๆ ถังมีความจุเท่ากัน และมีนมบรรจุเท่า ๆ กัน เมื่อคนให้เท่ากันแล้ว ให้ตักนมจากแต่ละถังในปริมาณที่เท่า ๆ กัน ใส่รวมในขวดตัวอย่างเดียวกัน
   - ถ้าถังนมมีนมบรรจุไม่เท่ากัน ต้องปรับปริมาณให้เท่ากันก่อน เมื่อคนนมเข้ากันดีแล้ว ตักตัวอย่างจากแต่ละถังเท่า ๆ กัน หรือตักนมในปริมาณมากน้อยตามสัดส่วนปริมาณที่บรรจุ
3. การเก็บตัวอย่างนมแบบสะสม (Composite Sample) เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำนมสะสมหลายวันติดต่อกัน แล้วนำมาวิเคราะห์รวมกันเป็นตัวอย่างเดียว โดยการเก็บแต่ละวันต้องเท่า ๆ กัน มีหลักการดังนี้
   - ขวดต้องอุดด้วยจุกยางให้แน่น
   - ต้องใช้สารเคมีกันบูด (Preservative) ผสมลงไป นิยมเติมฟอร์มาลีน 1 cc./นม 1 ลิตร
   - ต้องเก็บตัวอย่างนมในที่เย็น และอย่าให้ถูกแสงแดดโดยตรง
4. การเก็บตัวอย่างจากไซโล หรือแท็งค์นมของโรงงาน (Silo or Diary paint storage tanks) นิยมเก็บตัวอย่างจาก balance tank ก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป จะต้องหลีกเลี่ยงการเก็บตัวอย่างจากก๊อก หรือลิ้นเปิดปิดของแท็งก์ นอกจากบริเวณดังกล่าวจะปลอดเชื้อ ในการเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์จะไม่มีการเติมสารเคมีหรือสารกันบูดป้องกันการเน่าเสียในระหว่างรอการวิเคราะห์ ยกเว้นน้ำนมดิบที่รอการวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. การปฏิบัติต่อตัวอย่างน้ำนมในห้องปฏิบัติการ

ก่อนจะนำตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์ต้องผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนโดยการเขย่าขวดแรง ๆ สักครู่ มันเนยก็จะแทรกตัวสม่ำเสมอ หากไขมันแยกเป็นชั้นถาวร แม้พยายามเขย่าแล้ว กรณีนี้ต้องนำตัวอย่างไปอุ่นให้ร้อนที่ 40 ^{o}C แล้วเขย่าต่อไป ไขมันจะละลายแทรกปนไปในองค์ประกอบอื่น ๆ เอง นิยมนำลูกปืนกลม ๆ หนัก ๆ ใส่ลงไปแล้วเขย่า

ในการเขย่านมนั้นจะเกิดฟองอากาศแทรกอยู่ หากต้องการวิเคราะห์มันเนยจะต้องตั้งนมทิ้งไว้นิ่ง ๆ ให้ฟองอากาศหมดไปก่อนแล้วจึงนำมาวิเคราะห์มันเนยได้

การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบสามารถทำได้ 2 ระดับดังนี้ คือ

1. **การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมที่ชานชาลา** (Platform test for milk) เป็นการตรวจสอบน้ำนมดิบที่ถูกลำเลียงมาถึงชานชาลาของโรงนม การตรวจสอบในระดับนี้สามารถทำได้สะดวก รวดเร็ว ทราบผลทันที และมีความแม่นยำพอประมาณ จึงช่วยให้ตัดสินได้ว่าน้ำนมดิบนั้นเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพดีหรือไม่ ผ่านความร้อนมาแล้วหรือไม่ และเป็นการป้องกันไม่ให้มีการนำน้ำนมที่มีคุณภาพต่ำปลอมปนเข้ากับน้ำนมที่มีคุณภาพสูงการตรวจสอบระดับนี้ทำได้หลายวิธี ได้แก่

1.1 **การตรวจสอบโดยประสาทสัมผัส** ทำได้โดยใช้ประสาททั้ง 5 ของมนุษย์ คือ

ก) ตา – โดยการดูสีของน้ำนม

- น้ำนมปกติจะมีสีขุ่น ซึ่งเป็นสีของเคซีน เรามองเห็นเป็นสีขาวเนื่องจากมีการกระจายแสงของเม็ดไขมัน ไมเซลของเคซีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส คาโรทีน และไรโบฟลาวิน
- น้ำนมที่มีการเติมน้ำจะมองเห็นเป็นสีขาวโปร่ง
- น้ำนมที่ผ่านความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์ (60 องศาเซลเซียส 30 นาที) จะสะท้อนแสงได้มากเพราะโปรตีนซีรัมตกตะกอน จึงทำให้ดูว่ามีสีขาวมากกว่าน้ำนมประเภทอื่น
- ส่วนนมที่ผ่านความร้อนสูงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

สีในน้ำนมที่อาจปรากฏขึ้นได้แก่

- สีขาวอมเหลือง (Yellowish-white) เป็นสีของน้ำนมโคทั่วๆไปที่มีมันเนยระหว่าง 3.5-4.0 เปอร์เซ็นต์
- สีผิดปกติอื่นๆ (Abnormal color) อาจเป็นสีแดง เหลือง น้ำเงิน เป็นต้น แล้วแต่ความผิดปกติ หรืออาจเกิดจากจุลินทรีย์ในน้ำนมก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) จมูก – ดมกลิ่นน้ำนม เช่น กลิ่นเปรี้ยว บูด เหม็นคาว เป็นต้น

- น้ำนมโคดิบปกติจะมีกลิ่นคาวหรือเหม็นสาบโคเล็กน้อย
- ส่วนน้ำนมที่ผ่านความร้อนมาแล้ว กลิ่นต่างๆเหล่านี้จะระเหยไปเกือบหมด แต่ จะมีกลิ่นสุกหรือกลิ่นไหม้ (cooked flavour) เข้ามาแทน

กลิ่นน้ำนมดิบจะแสดงให้เห็นถึงความสะอาดในการรีดนม เพื่อนำไปประกอบการตีราคาน้ำนมดิบ การทดสอบเรื่องกลิ่นนี้มักทำควบคู่กับการทดสอบรสของน้ำนม

ค) ลิ้น – ชิม รสว่าเปรี้ยว หวาน มัน เค็ม ขม เจือจาง

- น้ำนมปกติจะมีรสหวานเล็กน้อยจากน้ำตาลแลคโทสในน้ำนม ซึ่งมีอยู่ในน้ำนมประมาณ 4.9 เปอร์เซ็นต์

รสอื่น ๆ ที่อาจสัมผัสได้ ในน้ำนมนอกเหนือจากรสหวานถือเป็นรสผิดปกติ ได้แก่

- รสเค็ม (salty) มักเป็นรสของน้ำนมผิดปกติต่าง ๆ เช่น นมเหลือง นมแมสไตติส (mastitis) และนมปลายระยะการให้นม (late lactation milk) รสเค็มที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากเกลือคลอไรด์ เช่น เกลือแกง (Sodium Chloride)
- รสขม (Bitter) พบในน้ำนมดิบผิดปกติที่มีรสเค็มจนขม รสขมของนมส่วนมากเกิดกับนมสเตอริไรซ์ ในกรณีที่แบคทีเรียที่ทนต่อความร้อนจะปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยโปรตีนบางส่วนให้กลายเป็น peptone ซึ่งทำให้น้ำนมมีรสขม
- รสเปรี้ยว (Sour) คือรสของน้ำนมจวนเสียหรือน้ำนมเสีย รสเปรี้ยวเป็นรสของกรดแลกติกซึ่งจุลินทรีย์เปลี่ยนมาจากน้ำตาลแลคโทส
- รสจืด (dilute) เป็นรสของนมที่เติมน้ำ
- รสอื่นๆ เช่น รสฝาด เฝื่อน เป็นต้น อาจเป็นรสของยากันบูดหรือเนื่องมาจากความผิดปกติต่าง ๆ ของน้ำนม

การทดสอบรสชาติน้ำนมนั้น รสหวานจะไม่ปรากฏ หากลิ้นถูกรบกวนประสาทสัมผัส และน้ำนมที่ผ่านความร้อน รสหวานจะหายไปหมด เหลือเพียงรสชืด ๆ เท่านั้น

การทดสอบคุณภาพน้ำนมเหลว (liquid milk) นี้จะใช้ประสาทสัมผัสเพียง 3 ชนิดเท่านั้น ส่วนประสาทสัมผัสทางกายและโสตนั้นจะใช้ในบางกรณีเท่านั้น

1.2 **การหาความถ่วงจำเพาะของน้ำนม** วัตถุประสงค์ของการตรวจหาความถ่วงจำเพาะในน้ำนมที่สำคัญ คือ ต้องการตรวจสอบว่ามี การปลอมปนน้ำในน้ำนมหรือไม่ การปลอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปนน้ำในน้ำนมจะส่งผลให้ความถ่วงจำเพาะลดลงโดยน้ำนมปกติจะมีความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 1.030-1.033

การหาความถ่วงจำเพาะทำได้โดยเปรียบเทียบน้ำหนักของน้ำนมที่ทราบปริมาตรที่แน่นอนที่อุณหภูมิ 15.5 องศาเซลเซียส กับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรและมีอุณหภูมิเท่ากัน หรือใช้แลคโตมิเตอร์ (Lactometer) ซึ่งสามารถวัดได้ง่ายและรวดเร็ว เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง

เกณฑ์ที่ใช้ในการรับซื้อน้ำนมในปัจจุบันมีค่าอยู่ระหว่าง 1.025-1.027

1.3 **การวัดอุณหภูมิ** เนื่องจากน้ำนมมีสารอาหารที่อุดมสมบูรณ์ และครบถ้วนจุลินทรีย์จึงเจริญเติบโตได้ดี ในการเก็บรักษาน้ำนมเพื่อคงคุณภาพไว้ควรเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เพราะแบคทีเรียเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะแบ่งตัวทุก ๆ 20 – 30 นาที แบบทวีคูณ ขณะเดียวกันการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์จะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ คือ น้ำนมดิบที่อุณหภูมิสูงจะมีปริมาณจุลินทรีย์สูงกว่าน้ำนมดิบที่อุณหภูมิต่ำ

ดังนั้นจึงควรเก็บน้ำนมไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส น้ำนมที่ส่งถึงโรงงานภายใน 2 – 3 ชั่วโมงไม่จำเป็นต้องทำให้เย็น เพราะในระยะนี้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แทบจะยังไม่เกิดขึ้นเลย เนื่องจากในระยะนี้น้ำนมมีคุณสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ได้อย่างอ่อน ๆ หรือเรียกว่าอยู่ในระยะ Lag period แต่อย่างไรก็ตามควรทำให้เย็นก่อน เนื่องจากการขนส่งอาจล่าช้าได้

การวัดอุณหภูมิไม่เป็นวิธีตรวจคุณภาพนมได้ดีนัก เนื่องจากน้ำนมที่มีอุณหภูมิสูงขณะมาถึงโรงงานไม่ได้หมายความว่าจะมีแบคทีเรียสูงหรือรสไม่ดีเสมอไป ดังนั้นจึงควรใช้การตรวจอุณหภูมิควบคู่ไปกับการตรวจวิธีอื่นด้วย

1.4 **การทดสอบ alcohol test** เป็นการทดสอบความเป็นกรดของน้ำนม โดยอาศัยหลักการที่ว่าน้ำนมโคที่มีคุณภาพดีจะไม่ทำปฏิกริยาจนเกิดการตกตะกอนกับแอลกอฮอล์ที่เข้มข้นเพียง 68% ยกเว้นแอลกอฮอล์ 95% ซึ่งน้ำนมที่ตกตะกอนในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95% เป็นน้ำนมที่โปรตีนขาดเสถียรภาพ ซึ่งจะตกตะกอนได้ง่ายเมื่อผลิตเป็นน้ำนมผ่านความร้อน พบได้ในน้ำนมที่เกิดกรดคือมีรสเปรี้ยว นมน้ำเหลืองจากแม่โคหลังคลอด และน้ำนมจากโคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ น้ำนมที่ตกตะกอนเป็นเกล็ด (flake) กับแอลกอฮอล์ 68% นั้นถือว่ามีปฏิกริยาเป็นบวก ซึ่งความเป็นกรดของน้ำนมเกี่ยวข้องกับขนาดของเกล็ดหรือ flake ด้วยเช่น

1.) เกล็ดละเอียด (Fine flake) น้ำนมมีความเป็นกรดประมาณ 0.19% (แลคติค)
2.) เกล็ดขนาดกลาง (Medium flake) น้ำนมมีความเป็นกรดประมาณ 0.23% (แลคติค)
3.) เกล็ดขนาดใหญ่ (Large flake) น้ำนมมีความเป็นกรดประมาณ 0.25% (แลคติค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางครั้งการทดสอบด้วยแอลกอฮอล์นั้นอาจใส่สารที่เป็นตัวชี้ เช่น อริซารีนผสมรวมกับแอลกอฮอล์เพื่อให้เห็นปฏิกริยาชัดเจนขึ้น

1.5 การวัดความเป็นกรดของน้ำนม (Acidity) น้ำนมมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ค่อนข้างเป็นกลาง ที่อุณหภูมิปกติเฉลี่ยประมาณ 6.6 น้ำนมที่มีความผิดปกติจะมีค่าความเป็นกรด – ด่างเปลี่ยนไป เช่น น้ำนมที่ได้จากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีฤทธิ์เป็นด่าง (pH เท่ากับ 7.5) หรือ ถ้าหากจุลินทรีย์ประเภทสร้างกรดปนเปื้อนเข้าสู่น้ำนมแล้วจุลินทรีย์เหล่านี้จะเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสบางส่วนในน้ำนมให้เป็นกรดแลคติก ทำให้ความเป็นกรดของน้ำนมเพิ่มขึ้น

ตามปกติจุลินทรีย์จะสร้างกรดในน้ำนมประมาณ 0.03 – 0.04 เปอร์เซ็นต์ (กรดแลคติค) ความเป็นกรดประเภทนี้เรียกว่า " Developed acidity " และเป็นกรดที่ทำให้นมเสียหรือหมดอายุ

น้ำนมดิบที่รับเข้ามาสู่โรงงานเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ไม่ควรจะมีค่าความเป็นกรดสูงมากนัก (ความเป็นกรดไม่ควรสูงกว่า 0.2เปอร์เซ็นต์)

น้ำนมที่มีความเป็นกรดสูงนั้น โปรตีนของน้ำนมจะถูกทำลายด้วยความร้อนได้ง่าย คือ น้ำนมตกตะกอนแข็งตัวเร็ว ซึ่งเรียกว่าน้ำนมเสีย หรือหมดอายุ น้ำนมที่มี Developed acidity สูงนี้เป็นน้ำนมที่มีรสไม่ดี หากนำไปผลิตเป็นนมผ่านความร้อนแล้ว อาจทำให้ลูกค้าปฏิเสธได้ ในทางกลับกัน น้ำนมโคดิบที่มีความเป็นกรดตามธรรมชาติสูง (เช่น สูงถึง 0.19 %) กลับเป็นน้ำนมที่ทนความร้อนได้ดี เนื่องจากจุลินทรีย์ไม่ชอบเจริญในน้ำนมประเภทนี้

การศึกษาความเป็นกรดในน้ำนม มักนิยมใช้วิธีการไตเตรทน้ำนมกับด่าง (NaOH มาตรฐาน 0.1 นอร์มัล) แล้วคำนวณค่าความเป็นกรดของน้ำนมออกมาในรูปของกรดแลคติค ($CH_3CHOHCOOH$) ทั้ง ๆ ที่ความเป็นกรดในน้ำนมนั้นมิใช่มาจากกรดแลคติกเสมอไป (แต่เนื่องจากได้ยึดถือเป็นมาตรฐานสากล) ภายหลังการไตเตรทน้ำนมด้วยด่าง (NaOH มาตรฐาน) แล้วนำมาคำนวณด้วยสูตรต่อไปนี้ ค่าที่ได้เรียกว่า Titrable acidity (TA) มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์

$$\text{เปอร์เซนต์ความเป็นกรด (แลคติก) ในนม} = \frac{\text{ml. Of N/10 NaOH used X 0.009 X100}}{\text{gram of milk sample}}$$

% Titrable acidity

ในการตรวจสอบความเป็นกรดของน้ำนมมีสิ่งที่ควรทราบคือ

1. น้ำนมสดไม่มีกรดแลคติค
2. ความเป็นกรดของน้ำนมสดเนื่องมาจากเคซีอีน อัลบูมิน โกลบูลิน คาร์บอนไดออกไซด์ ซิเตรท และฟอสเฟต รวมทั้งเกลือแคลเซียมที่ละลายในน้ำนม
3. ส่วนประกอบต่าง ๆ ย่อมแตกต่างกันไปในวัวแต่ละตัว ความเป็นกรดมีตั้งแต่ 0.1 – 0.25 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โดยทั่ว ๆ ไป น้ำนมที่มีไขมันสูงจะมีความเป็นกรดสูง เพราะของแข็งไม่รวมไขมันมักสูงไปด้วย
5. ความเป็นกรดของน้ำนมรวมจากวัวหลาย ๆ ตัวทั่วไปเฉลี่ยประมาณ 0.15 – 0.16 %
6. การเติมน้ำลงไปในตัวอย่างน้ำนมที่วัดความเป็นกรด จะทำให้ความเป็นกรดลดลง

1.6 การตรวจวัดโดยวิธี Clot – on – boiling test (COB test) เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำนม โดยอาศัยหลักที่ว่า โปรตีนจะถูกทำลายด้วยกรดหรือความร้อนในระดับน้ำเดือด

น้ำนมที่มีความเป็นกรดสูงถึง 0.25 % (กรดแลคติก) ซึ่งมีเสถียรภาพของโปรตีนไม่ดีจะถูกทำลายด้วยความร้อนได้ง่าย การทำ COB test ทำได้โดยนำตัวอย่างน้ำนมที่ต้องการทดสอบใส่ในหลอดทดสอบ และนำไปตั้งในภาชนะที่มีน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที จึงยกหลอดออกมาและเอียงหลอดเบา ๆ สังเกตว่ามี curd หรือ clot เกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าการทดสอบนั้นให้ผลเป็นบวก ตัวอย่างน้ำนมใดที่ให้ผลเป็นบวก (+ ve) กับ COB test แล้วแสดงว่า น้ำนมนั้นเสียหรือหมดอายุแล้ว ไม่สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ใด ๆ ได้เลย

1.7 การตรวจหาฝุ่นผงในน้ำนม (Sediment test) ทำได้โดยการกรองน้ำนมผ่านเครื่องกรองแบบพิเศษ ซึ่งมีหลายแบบด้วยกัน ความสะอาดของน้ำนมตัดสินได้จากฝุ่นผงที่ติดค้างอยู่ที่เครื่องกรอง วิธีนี้จะแสดงให้เกษตรกรผู้รีดนมจำหน่ายได้เห็นด้วยสายตาตัวเองว่าน้ำนมนั้นสกปรกเพียงใด ใช้เป็นหลักฐานได้ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ หากน้ำนมผลิตไม่สะอาด และได้ผ่านการกรองก่อนส่งโรงงานจะทำให้ไม่สามารถตรวจความสกปรกโดยวิธีนี้ได้

2. **การตรวจคุณภาพน้ำนมในระดับห้องปฏิบัติการ** (Laboratory Test)

2.1 การตรวจสอบจุดเยือกแข็ง การตรวจสอบจุดเยือกแข็งของน้ำนมมีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบการปลอมปนของน้ำในน้ำนมซึ่งปกติแล้วจุดเยือกแข็งของน้ำนมจะต่ำกว่าน้ำเฉลี่ยประมาณ – 0.55 องศาเซลเซียส จุดเยือกแข็งของน้ำนมค่อนข้างคงที่เพราะแรงดัน osmotic ของน้ำนมเป็นเช่นเดียวกับเลือดซึ่งมีการผันแปรได้น้อยมาก การเติมน้ำในนมนั้นจะทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำนมใกล้เคียงกับน้ำ (0 องศาเซลเซียส) ในอัตราส่วนต่อจำนวนน้ำที่เติมลงไป

การตรวจสอบจุดเยือกแข็งใช้ Beckman Thermometer หรือเพื่อความสะดวกใช้เครื่องมือเฉพาะที่เรียกว่า Hortvert cryoscope

2.2 การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนม การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมทำได้ 2 ทาง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางตรง และทางอ้อม เวลาที่ใช้ในการทดสอบจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกรรมวิธีที่ใช้ บางวิธีใช้เวลานานถึง 48 ชั่วโมงจึงทราบผล บางวิธีใช้เวลาเพียง 10 นาที และแต่ละวิธีให้ความแม่นยำต่างกันจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม

การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมนั้น นอกจากจะเป็นการควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนดแล้ว ยังใช้เพื่อประกอบการพิจารณารับซื้อน้ำนมดิบจากเกษตรกรอีกด้วย

การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมจำแนกได้ดังนี้

ก.) การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยทางอ้อม ได้แก่วิธี Dye reduction test คือ การทดสอบการฟอกสีโดยอาศัยหลักการที่ว่า เมื่อแบคทีเรียเจริญเติบโตจะมีการใช้ออกซิเจนจนหมด ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนของน้ำนมจะทำปฏิกริยากับสีที่ใช้

การทดสอบวิธีนี้ แบ่งออกได้เป็น ;

1. Methylene blue reduction test (MBR test) วิธีนี้เป็นวิธีทดสอบที่สำคัญและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เป็นวิธีการวัดจำนวนจุลินทรีย์อย่างหยาบ ๆ ไม่ได้เป็นการนำตัวจุลินทรีย์มานับโดยตรง แต่เป็นการวัดผลการทำงานของจุลินทรีย์แทน โดยอาศัยหลักการคือ เมื่อมีแบคทีเรียที่ฟอกสีได้จะเปลี่ยนสีเมทธีลีนบลูจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี และถ้าจำนวนแบคทีเรียมีมากการฟอกสีจะเกิดขึ้นได้เร็ว

ในสภาวะที่มีออกซิเจน สารละลายเมทธีลีนบลูมีสีน้ำเงิน แบคทีเรียในน้ำนมส่วนมากต้องการอากาศในการเจริญเติบโต เมื่อใช้ออกซิเจนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมด เมทธีลีนบลูจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสีทันที ระยะเวลาการเปลี่ยนสีของเมทธีลีนบลูสัมพันธ์ในทางลบกับจำนวนจุลินทรีย์ ถ้าระยะเวลาการเปลี่ยนสีของน้ำนมดิบนาน แสดงว่าเป็นน้ำนมดิบที่มีคุณภาพดี

วิธีการในการทำ MBR test คือ เมื่อเติม Aniline dye methylene blue ลงในน้ำนมแล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37.5 องศาเซลเซียสในอ่างน้ำร้อน สีที่เติมลงไป จะถูก reduce และเกิดการเปลี่ยนสี เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ Oxidation – Reduction Potential ในน้ำนม ต้องทำการกลับตัวอย่างทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง เพื่อให้ไขมัน และแบคทีเรียกระจายตัวสม่ำเสมอ ทำการตรวจดูสี อ่านผลครั้งแรก เมื่อผ่านไปแล้ว ครึ่งชั่วโมง และทำการตรวจซ้ำทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง จนกว่าสีจะหายไป

ข้อจำกัดของ Methylene blue reduction test ขึ้นอยู่กับ

1. ความแตกต่างในอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย
2. ความแตกต่างในอัตราการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย
3. การขาดความสม่ำเสมอในการกระจายตัวของแบคทีเรีย โดยในขณะที่บ่มหลอดทดลองในอ่างน้ำร้อน เม็ดไขมันจะลอยขึ้นด้านบน และกวาดแบคทีเรียขึ้นมาด้านบนด้วย ทำให้น้ำนมด้านล่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียอยู่น้อย การเปลี่ยนสีจะช้าและกินเวลานาน (ทั้ง ๆ ที่น้ำนมมีแบคทิเรียมาก) สามารถแก้ไขได้โดยต้องทำการกลับตัวอย่างน้ำนมบ่อย ๆ

4. ความแตกต่างในปริมาณออกซิจนที่ละลายในน้ำนม อันเนื่องมาจากอุณหภูมิและการคนน้ำนมก่อนตรวจ

5. มี reducing factor อื่น ๆ ปรากฏอยู่ในน้ำนม เช่น เม็ดโลหิตขาว (Leucocyte) ก็สามารถเปลี่ยนสีเมทธีลีนบลูได้เช่นกัน

2. Resazurin test สีชนิดนี้มีความไวมาก และไวกว่าเมทธีลีนบลู การเปลี่ยนแปลง Oxidation – reduction potential เพียงเล็กน้อยจากแบคทีเรีย เม็ดโลหิตขาว และแสงย่อมแสดงออกโดยการเปลี่ยนสีของรีซาซูริน

วิธีนี้อาศัยการ reduce สีเป็นไม่มีสี โดยใช้ metabolic activity ของจุลินทรีย์ที่มีในน้ำนม วิธีนี้ต้องใช้ Lovibond Comparator เข้าช่วยในการตรวจดูสีที่เปลี่ยนไป และได้มีการดัดแปลงการทดสอบไปหลายวิธี เช่น Temperature – Compensated Resazurin test, The Ten Miniutes test, The Triple – Hour Resazurin Test

หลักการในการตรวจสอบคือ เติมสารละลายรีซาซูรินลงในตัวอย่างน้ำนม บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส จะเกิดการเปลี่ยนแปลงสี

อัตราความเร็วในการเปลี่ยนสี สัมพันธ์กับจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนม โดยการเทียบสีที่เปลี่ยนไปกับ Lovibond Comparator ซึ่งให้เบอร์สำหรับแต่ละสี คือในช่วงแรกให้เป็น 6 – 1 และช่วงสุดท้าย 1 – 0 เราสามารถวัด Bacterial activity ได้โดยการเทียบสีในช่วงเวลาต่าง ๆ จนกว่าสีจะหมดไป

การทดสอบแบบรีซาซูริน 1 ชั่วโมง เป็นการพัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยถือว่า ภายในเวลา 1 ชั่วโมง ตัวอย่างน้ำนมเปลี่ยนสีถึงขั้นใด ก็นำมาเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน เพื่อแบ่งระดับน้ำนม ซึ่งจะทำให้ใช้เวลาทดสอบสั้นเพียง 1 ชั่วโมง ซึ่งถือเป็นข้อได้เปรียบของรีซาซูรินเทสต์ และสีของน้ำนมหลังทดสอบด้วยน้ำยารีซาซูรินนั้น มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของน้ำนม

ข.) การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยทางตรง ได้แก่วิธี

1. Agar plate count or standard plate count (SPC) คือ การนับกลุ่มแบคทีเรียที่เลี้ยงในจานเลี้ยงเชื้อ เป็นวิธีมาตรฐานที่มีความแม่นยำและเชื่อถือได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง วิธีนี้สามารถทำได้โดยเจือจางน้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วให้มีความเจือจางต่าง ๆ กัน เช่น 1 / 1000 นำน้ำนมที่ผ่านการเจือจางใส่ในจานเพาะเชื้อ (Petri dish) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เทอาหารเลี้ยงเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไปเขย่าให้เข้ากัน น้ำนมตัวอย่างจะถูกปล่อยให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจายในวุ้นเลี้ยงเชื้อ ทิ้งให้อาหารแข็งตัว แล้วคว่ำจาน นำไปบ่มในตู้บ่ม ที่อุณหภูมิเหมาะสม ประมาณ 30 – 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แบคทีเรียจะเจริญเป็นกลุ่มเล็ก ๆ พอมองเห็นได้ด้วยแว่นขยาย แล้วนำออกมานับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น จำนวนที่นับได้คูณด้วยอัตราเจือจางจะเท่ากับจำนวนแบคทีเรียต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร

น้ำนมที่สะอาดมีคุณภาพยอดเยี่ยมจะมีจุลินทรีย์เพียง 1,000 เซลต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร ในประเทศไทยให้คุณภาพน้ำนมเกรด 1 ที่จำนวนจุลินทรีย์ 100,000 เซลต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตรซึ่งตรวจนับได้หลังบ่มที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2. Direct microscorpic count (D.M.C. หรือ Breed 's smear) คือ การนับจำนวนแบคทีเรียโดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ เป็นวิธีที่รู้ผลรวดเร็ว ภายในเวลาเพียง 15 นาที วิธีนี้จึงเป็นวิธีทดสอบหาจำนวนแบคทีเรียวิธีหนึ่งซึ่งรู้ผลการทดสอบก่อนที่จะนำน้ำนมไปแปรรูปในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

หลักในการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมวิธีนี้คือ นำตัวอย่างน้ำนม 0.1 มิลลิลิตร เกลี่ยบนสไลด์เป็นเนื้อที่ 1 ตารางเซนติเมตร เมื่อน้ำนมบนสไลด์แห้งแล้วทำการสกัดไขมันออกโดยใช้ Xylol แช่ในแอลกอฮอล์แล้วย้อมสี จากนั้นนำสไลด์นั้นไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อนับจำนวนแบคทีเรีย

อย่างไรก็ดีวิธีนี้ก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียดังต่อไปนี้คือ

ข้อดี

1. ตรวจนับและรู้ผลในเวลารวดเร็ว
2. ขั้นตอนของการปฏิบัติงานมีน้อย
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบมีน้อยชิ้น
4. ค่าใช้จ่ายในการทดสอบถูก
5. รู้ชนิดและประเภทของจุลินทรีย์คร่าว ๆ ได้
6. สามารถนับจำนวนเซลของเม็ดโลหิตขาว (Leucocyte)ได้ด้วย ถ้าพบว่าจำนวนเซลล์เม็ดโลหิตขาวมีมาก อาจสันนิษฐานว่าน้ำนมนั้นมาจากแม่โคซึ่งเป็นโรคเต้านมอักเสบ (Matitis)

ข้อเสีย

1. ไม่เหมาะสมกับการนับจุลินทรีย์ในน้ำนมที่ค่อนข้างสะอาด ซึ่งมีจุลินทรีย์น้อย (เช่น น้ำนมดิบเกรด เอ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไม่เหมาะสมกับการนับจุลินทรีย์ในน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ เพราะเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้วใหม่ ๆ มักติดสีย้อม ทำให้สับสนในการนับ
3. จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้ มักจะมีจำนวนมากกว่าธรรมดา (คือ มากกว่าวิธี SPC) ทั้งนี้เพราะนับรวมจุลินทรีย์ที่ตายใหม่ ๆ ซึ่งมักจะติดสีย้อมด้วย

นอกจากการตรวจสอบจุลินทรีย์ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นยังมีการตรวจสอบจุลินทรีย์แบบอื่น ๆ อีกดังนี้

1. **การตรวจสอบจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม** (Determination of coliform bacteria)

แบคทีเรียกลุ่มนี้พบได้ในลำไส้ของคนและสัตว์ ในอุจจาระ ในโคนมที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ ในภาชนะรีดนม หรือในคอกที่ล้างทำความสะอาดไม่ทั่วถึง หากมีการตรวจพบแบคทีเรียกลุ่มนี้มากกว่า 100 เซล ต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร แสดงว่าสุขลักษณะการรีดนมไม่ถูกต้องจึงมีการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มนี้

โคลิฟอร์มนั้นเป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศหรือต้องการแต่น้อยมาก เจริญในอาหารที่มีน้ำดีของโคผสมอยู่ด้วย ซึ่งวิธีการทดสอบแบคทีเรียโคลิฟอร์มนิยมทำกัน 2 วิธีคือ

ก. การทดสอบการสร้างแก๊ส เนื่องจากแบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียที่สร้างทั้งกรดและแก๊สขณะเจริญ ดังนั้นการทดสอบอาจทำได้โดยทางอ้อมคือ ทดสอบแก๊สแทน

ข. การทดสอบโคโลนี โคโลนีของแบคทีเรียโคลิฟอร์มมีขนาดค่อนข้างใหญ่ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 มิลลิเมตร และมีสีแดงเข้ม เนื่องจากกรดที่สร้างขึ้นมาทำปฏิกริยากับ indicator ที่ผสมในอาหารวุ้น วิธีการทดสอบทำโดยการผสมน้ำนมตัวอย่างกับอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากนั้นทำการตรวจนับแบคทีเรียที่เกิดขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ

2. **การตรวจนับแบคทีเรียกลุ่มที่ชอบความเย็น** แบคทีเรียกลุ่มที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ แบคทีเรียกลุ่มนี้จะพบได้ในเต้านมและถังนมซึ่งมีอุณหภูมิลดต่ำ 2 – 7 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่แล้วจุลินทรีย์กลุ่มนี้สามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน หากยังมีในน้ำนมจะทำให้คุณภาพน้ำนมลดลง มักทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์เพราะจุลินทรีย์พวกนี้จะสร้างน้ำย่อย เพื่อย่อยโปรตีนและไขมันในน้ำนมทำให้น้ำนมเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียได้

แบคทีเรียประเภทนี้แม้จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคแต่สามารถสร้างกลิ่นรสที่ผิดปกติในผลิตภัณฑ์ เช่น กลิ่นคล้ายผลไม้ (โดยไม่มีการเติมกลิ่นผลไม้ในผลิตภัณฑ์) กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม การตรวจนับแบคทีเรียกลุ่มนี้ จะทำโดยบ่มน้ำนมที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน และใช้วิธี Standard Plate Count

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **การตรวจนับแบคทีเรียกลุ่มที่เจริญได้ดีในที่อุณหภูมิสูง** (heat – resistant bacteria) Thermoduric bacteria หมายถึง แบคทีเรียที่ทนต่อสภาวะของการพาสเจอร์ไรส์เซชั่น แต่มิได้หมายความว่าแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวเจริญได้ ณ อุณหภูมินี้แบคทีเรียกลุ่มนี้อยู่ในสปีชี่ของ Micrococcus , Microbacterium , Streptococcus , Lactobacillus , Aerobic spore formers และบางครั้งจะพบ gram – negative rod สาเหตุของการปนเปื้อนแบคทีเรียดังกล่าวเนื่องจากเครื่องมือและอุปกรณ์ในฟาร์มตลอดจนในโรงงานแปรรูปไม่สะอาดพอ การตรวจสอบหาแบคทีเรียที่ทนความร้อน กระทำโดยนำตัวอย่างนมดิบมาผ่านความร้อนสภาวะเดียวกับพาสเจอร์ไรส์เซชั่น แล้วจึงนำมาตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ที่ยังเหลืออยู่ในตัวอย่างด้วยวิธี Standard Plate Count

2.3 **การตรวจส่วนประกอบของน้ำนม** แบ่งออกเป็น

ก. การตรวจหาจำนวนไขมัน

ใช้ประกอบการพิจารณาตีราคาน้ำนมดิบ และใช้ประกอบการพิจารณาคุณภาพน้ำนมว่ามีการเติมน้ำหรือไม่ นอกจากนี้ปริมาณไขมันในน้ำนมดิบยังเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปใช้ในการปรับมาตรฐานของน้ำนมก่อนผ่านกระบวนการแปรรูป การตรวจหาปริมาณไขมันของน้ำนมจึงเป็นประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมการทำผลิตภัณฑ์น้ำนมเป็นอันมาก

ในน้ำนมปกตินั้นจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 3.5 – 3.9 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยแล้ว 3.71 เปอร์เซ็นต์

ข. การตรวจหาของแข็งในน้ำนม

องค์ประกอบของน้ำนมโดยประมาณมีดังต่อไปนี้

นม = ธาตุน้ำนมทั้งหมด (Total solid) + น้ำ (water)

ซึ่งในธาตุน้ำนมทั้งหมดประกอบด้วยมันเนย (Butter fat) และธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (Solid - non – fat) ทั้งธาตุน้ำนมทั้งหมด (T.S.) และธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (Sn.f.) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ถ้ามีการเติมน้ำปนลงในน้ำนม จะทำให้เปอร์เซนต์ของ T.S. และ Sn.f. เปลี่ยนแปลงไป (ลดลง)

เกณฑ์ในการให้ราคาน้ำนมดิบคือ ต้องมีของแข็งไม่รวมไขมัน 7.15 – 8.50 %

2.4 **การตรวจหาเซลล์ร่างกาย** เนื้อเยื่อร่างกาย หรือ เซลล์โซมาติก ได้แก่ เม็ดเลือดขาว เยื่อบุผนังของท่อส่งนม หรือถุงพักน้ำนม ที่ลอกหลุดปนมากับน้ำนม ขณะรีดนม ปริมาณของเซลล์โซมาติกนี้จะเป็นตัวชี้สภาพของเต้านม รังนม และถุงพักน้ำนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่จะได้จากการตรวจนับเซลล์ จะทำให้เราทราบความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเต้านม ทำให้สามารถดูแลจัดการฝูงโคนมได้ทันท่วงที ก่อนแสดงอาการ

ระดับเซลล์โซมาติกที่ใช้ควบคุมนั้น หากเป็นน้ำนมรวมของฝูงจะต้องให้มีค่าไม่เกิน 500,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และถ้าเป็นน้ำนมแต่ละตัว ต้องมีไม่เกิน 250,000 เซลล์ ต่อมิลลิลิตร

หากมีระดับเซลล์โซมาติกมากกว่าระดับที่ควบคุม แสดงว่าเต้านมมีความผิดปกติเกิดขึ้น และน้ำนมนั้นจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค การตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น วิธีตรวจโรคเต้านมอักเสบแบบแคลิฟอร์เนีย (CMT) การตรวจสอบแบบไวด์ไซด์ (modified whiteside test) หรือแบบวิสคอนซิน (Wisconsin matitis test / WMT) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกสามารถทำได้แม้ในฟาร์มขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีวิธีตรวจคาตาเลส (Catalase test) ตรวจหาจำนวนเม็ดเลือดขาวและจำนวนเซลล์ของเต้านมที่ถูกทำลายและหลุดออกมากับน้ำนม หรือตรวจนับจำนวนเม็ดเลือดขาวจากกล้องจุลทรรศน์โดยตรงก็ได้

1.5 **การตรวจสารตกค้างในน้ำนม** สารตกค้างในน้ำนมที่สำคัญคือ

ก. **ยาปฏิชีวนะ** พวกยาต้านจุลชีพ ยาถ่ายพยาธิ ยาฆ่าเชื้อต่าง ๆ เกิดตกค้างในน้ำนมขณะใช้ยา ฉีดรักษาโคป่วย และเกษตรกรยังรีดนมส่งอยู่ ยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการรักษาโรคจะถูกขับออกทางน้ำนมเมื่อคนบริโภคน้ำนมนี้จะมีผลทำให้เกิดภูมิแพ้หรือทำให้เกิดการดื้อยาในยากลุ่มเพนนิซิลิน

ในปัจจุบันการตรวจวินิจฉัยยาตกค้างในน้ำนม ทดสอบได้โดย

1. ใช้แบคทีเรียตัวที่ไวต่อยาปฏิชีวนะเป็นตัวทดสอบ
2. การทดสอบทางอิมมูโน โดยการทำให้โมเลกุลของยาปฏิชีวนะจับกับโมเลกุลของตัวรับที่สร้างขึ้นให้มีส่วนรับกับยาปฏิชีวนะแต่ละชนิดโดยเฉพาะ
3. การทดสอบโดยไมโครเบียลรีเซปเตอร์ โดยให้โมเลกุลของยาปฏิชีวนะ จับกับส่วนรับของแบคทีเรีย
4. วิธีทางเคมีและฟิสิกส์ โดยใช้วิธี ทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี่ แยกยาปฏิชีวนะ ผ่านตัวกลางที่มีอำนาจดูดซับ ซึ่งแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน

กฎระเบียบได้กำหนดไม่ให้พบ ยาปฏิชีวนะในน้ำนม ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดผลข้างเคียงต่อผู้บริโภคขณะเดียวกันในการผลิต ผลิตภัณฑ์นม เช่น โยเกิร์ต เนยแข็ง เนย หากมียาปฏิชีวนะปนเปื้อนในน้ำนม ขบวนการผลิตก็จะชะงัก เพราะยาที่ตกค้างจะระงับการเจริญของจุลินทรีย์ที่เติมลงไปในน้ำนม ในกระบวนการแปรรูปไม่สามารถทำลายยาปฏิชีวนะได้ดังนั้นเมื่อตรวจพบจึงไม่ควรนำไปจำหน่ายหรือบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าแมลงที่ปนเปื้อนในน้ำนม มาจากการใช้ยาฆ่าแมลง กำจัดพยาธิภายนอกร่างกายโคนม เช่น เหลือบ เห็บ แมลง และการใช้ยาฆ่าแมลงกำจัดแมลงในคอก เช่น แมลงวัน มด ยาฆ่าแมลงบางชนิดจะมีฤทธิ์คงอยู่นาน และคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมดังนั้นเกษตรกรจึงพึงระมัดระวังในการใช้ยาฆ่าแมลงนี้

การตรวจสามารถทำได้โดยสกัดไขมันนมแล้วตรวจโดยใช้เครื่องมือพิเศษเฉพาะ ในปัจจุบันประเทศไทย ยังไม่ได้มีการวางกฎระเบียบ เกี่ยวกับระดับของยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในน้ำนม

ค. **พิษจากเชื้อรา** เชื้อราที่ทำให้เกิดพิษมีอยู่ 3 ชนิด และพิษเหล่านี้เป็นสารก่อมะเร็งในคนและสัตว์ มีอันตรายถึงชีวิต เชื้อราและพิษของเชื้อรามีอยู่ในวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ แหล่งอาหารที่มักพบเชื้อราคือ เมล็ดธัญพืช ข้าวโพด ถั่วลิสง พิษจากเชื้อราสามารถเกิดขึ้นก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยว หรือในขณะผึ่งแห้ง และขณะเก็บไว้ในยุ้งฉาง ละอองของเชื้อราสามารถฟุ้งกระจายได้ทั่วไปในบรรยากาศ พิษจากเชื้อราเมื่ออยู่ในร่างกายโคนม สามารถขับออกมากับน้ำนมได้และทนต่อความร้อนที่สูง

การตรวจพิษจากเชื้อรา สามารถทำโดยวิธีตรวจเฉพาะทาง ประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดในเรื่องพิษจากเชื้อราในน้ำนม

ง. **โลหะหนัก** โลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำนมมาจากสิ่งแวดล้อมมีผลต่อบริโภคซึ่งทำให้เกิดความผิดปกติของระบบประสาทสามารถตรวจได้จากวิธีและเครื่องมือเฉพาะ ประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดเรื่องโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 คำบรรยายประกอบอุปกรณ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
1.	ตราสถาบัน	เพลงบรรเลง	จอภาพสีฟ้า มีตราสถาบันจะค่อย ๆ เลื่อนลง สีเปลี่ยนไป เป็นกรอบที่ 2
2.	บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนแปรรูป (Milk inspection before procssing)	เพลงบรรเลง	ตัวหนังสือจะเลื่อนขึ้นมาค้างไว้สักครู่ จึงเลื่อนหายไป เป็นกรอบที่ 3
3.	จัดทำโดย นางสาวนันทพร รุจิขจร สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	เพลงบรรเลง	ตัวหนังสือจะเลื่อนขึ้นมาค้างไว้สักครู่ จึงเลื่อนหายไป เป็นกรอบที่ 4
4.	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล	เพลงบรรเลง	ตัวหนังสือจะเลื่อนขึ้นมาค้างไว้สักครู่ จึงเลื่อนหายไป เป็นกรอบที่ 5
5.	การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนแปรรูป (Milk inspection before procssing) คำนำ บทเรียนคอมพิวเตอร์เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพ	เพลงบรรเลง	มีแถบเมนูอยู่ด้านขวา คลิกเข้าไปดูรายละเอียดได้ - Homeไปกรอบ 5 - บทนำ ไปกรอบ 6 - การเก็บตัวอย่างน้ำนม ไปกรอบ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	น้ำนมก่อนการแปรรูป จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้แก่นักศึกษาผู้สนใจ ให้มีความเข้าใจในการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดีขึ้น และปลูกจิตสำนึกที่จะปรับปรุงคุณภาพ เพื่อประโยชน์ต่อตนเองและผู้บริโภค		- การตรวจน้ำนมที่ชานชาลา ไปกรอบ 19 - การตรวจน้ำนมที่ห้องปฏิบัติการ ไปกรอบ 40 - quiz ไปที่กรอบ 76 - help ไปกรอบ 126 - exit ไปกรอบ 127
6.	บทนำ รูปผลิตภัณฑ์น้ำนม น้ำนมเป็นอาหารที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายเหมาะสำหรับผู้บริโภคทุกวัย น้ำนมดิบก่อนที่จะนำไปทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นั้นต้องตรวจสอบคุณภาพก่อนเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค	เพลงบรรเลง	ปุ่มHome ไปกรอบ 5 ปุ่ม Next ไปกรอบ 7
7.	ภาพเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ วัตถุประสงค์ในการตรวจคุณภาพน้ำนม 1. เพื่อตีราคาน้ำนม 2. เพื่อแบ่งเกรดคุณภาพน้ำนม 3. เพื่อนำผลการตรวจไปใช้ในการปรับปรุงคอกสัตว์	เพลงบรรเลง	ปุ่ม Back ไปกรอบ 6 ปุ่ม Next ไปกรอบ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
8.	ภาพไดอะแกรม การตรวจคุณภาพน้ำนม 1. การตรวจสอบที่ชานชาลา - โดยประสาทสัมผัส - ตรวจความถ่วงจำเพาะ - ตรวจอุณหภูมิ - ทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ - ตรวจความเป็นกรด - COB test - ตรวจตะกอนในน้ำนม 2. การตรวจในห้องปฏิบัติการ - ตรวจจุดเยือกแข็ง - ตรวจทางจุลชีววิทยา - ตรวจองค์ประกอบน้ำนม - ตรวจหาเซลล์ร่างกาย	เพลงบรรเลง	ปุ่ม Home ไปกรอบ 5 ปุ่ม Firstpage ไปกรอบ 6 ปุ่ม Back ไปกรอบ 7
9.	ภาพผลิตภัณฑ์น้ำนม น้ำนมประกอบด้วยองค์ประกอบมากมาย ซึ่งไม่ได้รวมกันเป็นเนื้อเดียวตลอดเวลา การเก็บตัวอย่างน้ำนมจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อที่จะได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของน้ำนมทั้งหมด	เพลงบรรเลง	ปุ่ม Home ไปกรอบ 5 ปุ่ม Next ไปกรอบ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
10.	ภาพเครื่องกวน 1. เครื่องกวน (Agitator) ใช้กวนน้ำนมในถังให้เข้ากัน ยาวประมาณ 1 เมตร ทำด้วยสแตนเลส	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Back ไปกรอบ 9 Next ไปกรอบ 11
11.	ภาพเครื่องตักน้ำนม 2. เครื่องตักนม (Dipper) เป็นถ้วยมีก้านยาวขนาด 10 มิลลิลิตร หรือมากกว่า ต้องผ่านการฆ่าเชื้อก่อนใช้งาน	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 9 Back ไปกรอบ 10 Next ไปกรอบ 12
12.	ภาพขวดบรรจุน้ำนม 3. ขวดเก็บตัวอย่าง มีความจุไม่น้อยกว่า 15 ลิตร มีฝาปิดป้องกันการรั่วซึม ต้องฆ่าเชื้อก่อนใช้งาน	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 9 Back ไปกรอบ 11 Next ไปกรอบ 13
13.	ข้อควรระวัง ในการเก็บตัวอย่างน้ำนม 1. ภาชนะที่ใช้ต้องปลอดเชื้อ 2. มือต้องแห้งและสะอาด 3. ปริมาตรตัวอย่างไม่เกิน 2 ใน 3 ขวด 4. ทำให้ตัวอย่างน้ำนมเย็นเร็วที่สุด 5. ห้ามแช่แข็งตัวอย่าง 6. เก็บตัวอย่างไว้วิเคราะห์ไม่เกิน 36 ชั่วโมง 7. ไม่เก็บตัวอย่างที่แช่แข็ง หรือมีก้อนและลิ่มนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 9 Back ไปกรอบ 12 Next ไปกรอบ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
14.	การเก็บตัวอย่างนมจากแทงก์เก็บน้ำนมในฟาร์ม ใช้เทคนิคปลอดเชื้อในการเก็บน้ำนม ไม่ใช้ที่ตักนมอันเดียวกันเก็บตัวอย่างน้ำนมมากกว่า 1 ตัวอย่าง	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 9 Back ไปกรอบ 13 Next ไปกรอบ 15
15.	การเก็บตัวอย่างน้ำนมจากถังหลายใบ ทำโดย 1. ถ้าถังน้ำนมจุเท่ากันและบรรจุน้ำนมเท่ากันให้ตักแต่ละถังรวมเป็นตัวอย่างเดียวกัน อย่างละเท่า ๆ กัน 2. ถ้าถังนน้ำนมจุไม่เท่ากันให้ปรับปริมาตรน้ำนมให้เท่ากันก่อนแล้วเก็บตัวอย่างถังละเท่า ๆ กัน หรือตักน้ำนมมากน้อยตามสัดส่วน	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 9 Back ไปกรอบ 14 Next ไปกรอบ 16
16.	การเก็บน้ำนมแบบสะสม เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำนมหลายวันติดต่อกันแล้วนำมาวิเคราะห์เป็นตัวอย่างเดียว มีหลักการดังนี้ 1. ขวดตัวอย่างต้องอุดจุกยางให้แน่น 2. ต้องผสมสารกันบูด 3. ต้องเก็บในที่เย็น อย่าให้ ถูกแดดโดยตรง	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 9 Back ไปกรอบ 15 Next ไปกรอบ 17
17.	การเก็บตัวอย่างจากไซโลหรือแท็งค์ของโรงงาน นิยมเก็บก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป ต้องหลีกเลี่ยงการเก็บที่ลิ้นเปิดปิด นอกจากบริเวณนี้จะปลอดเชื้อ	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 9 Back ไปกรอบ 16 Next ไปกรอบ 18
18.	การปฏิบัติต่อตัวอย่างนมในห้องปฏิบัติการ	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำนมได้แล้วต้องเก็บในที่มีอุณหภูมิต่ำทันที เมื่อจะนำไปวิเคราะห์ต้องนำมาเขย่าให้เข้ากันเสียก่อน หากมันเนยมีการแยกตัวถาวรให้นำไปอุ่นเสียก่อนจึงนำมาเขย่าให้เข้ากัน และก่อนจะนำไปวิเคราะห์จะต้องตั้งทิ้งไว้ให้ฟองอากาศหายไปเสียก่อน		Back ไปกรอบ 17
19.	การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมที่ชานชาลา เป็นการตรวจสอบน้ำนมที่สะดวกรวดเร็ว ให้ผลทันที สามารถตัดสินคุณภาพน้ำนมได้	เพลงบรรเลง	-การตรวจสอบทางประสาทสัมผัส ไปกรอบ 20 -การตรวจความถ่วงจำเพาะ ไปกรอบ 26 -การตรวจอุณหภูมิ ไปกรอบ 28 -Alcohol test ไปกรอบ 29 -การตรวจความเป็นกรด ไปกรอบ 33 -การทดสอบCOB ไปกรอบ 37 -การตรวจตะกอน ไปกรอบ 39 Home ไปกรอบ 5
20.	การตรวจสอบโดยใช้ประสาทสัมผัส เป็นการใช้ประสาทสัมผัส ได้แก่ ตา จมูก และลิ้นในการตรวจสอบคุณภาพน้ำนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Next ไปกรอบ 21
21.	หลอดทดลอง ตา ใช้ดูสีของน้ำนม น้ำนมปกติมีสี	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ขาวขุ่น - น้ำนมที่มีสีเหลืองปนส้มอาจเกิดจากไขมันในน้ำนม		Next ไปกรอบ 22
22.	หลอดทดลอง -น้ำนมที่มีสีแดง เหลือง น้ำเงินอาจเกิดจากจุลินทรีย์ในน้ำนม -น้ำนมเติมน้ำจะมองเห็นเป็นสีขาวโปร่ง -น้ำนมพาสเจอร์ไรส์จะเห็นเป็นสีขาวกว่าปกติ -น้ำนมผ่านความร้อนสูงจะเป็นสีน้ำตาล	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 21 Next ไปกรอบ 23
23.	หลอดทดลอง จมูก ใช้ดมกลิ่นน้ำนม -น้ำนมปกติจะมีกลิ่นสาบเล็กน้อย -น้ำนมผ่านความร้อนจะพบกลิ่นสุกหรือกลิ่นไหม้	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 22 Next ไปกรอบ 24
24.	ลิ้น เป็นการทดสอบรสของน้ำนมว่าเปรี้ยว หวาน ขม ฯ -น้ำนมปกติรสหวานเล็กน้อยจากน้ำตาลแลคโทส -น้ำนมรสเค็มเกิดจากน้ำนมผิดปกติ เช่น นมปลายระยะการให้นม นมแมสไตติส -น้ำนมรสขมเกิดจากจุลิน-ทรีย์ที่ทนความร้อนปล่อยเอนไซม์มาย่อยโปรตีนในน้ำนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 23 Next ไปกรอบ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
25.	รูปหลอดทดลอง -รสเปรี้ยวเกิดจากจุลินทรีย์เปลี่ยนน้ำตาลในนมให้เป็นกรดแลคติค -รสจืดเป็นรสของนมที่เติมน้ำ -รสฝาดเฝื่อนอาจเกิดจากยากันบูดในน้ำนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 24
26.	ภาพการวัดความถ่วงจำเพาะน้ำนม น้ำนมปกติมีความถ่วงจำเพาะ 1.030-1.033 การตรวจความถ่วงจำเพาะมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจการปลอมปนน้ำในน้ำนมซึ่งหากมีการเติมน้ำลงไปความถ่วงจำเพาะของน้ำนมจะต่ำลง สามารถตรวจได้โดยใช้แลคโตมิเตอร์	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 แลคโตมิเตอร์ ไปกรอบ 27
27.	ภาพแลคโตมิเตอร์ แลคโตมิเตอร์เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจความถ่วงจำเพาะในน้ำนม โดยใส่แลคโตมิเตอร์ในกระบอกตวงที่มีน้ำนมอยู่ และอ่านค่าจากสเกลด้านข้าง	เพลงบรรเลง	จอภาพค้างไว้สักครู่จะเปลี่ยนเป็นภาพการใช้งานแลคโตมิเตอร์ Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 26
28.	ภาพการวัดอุณหภูมิน้ำนมในถัง น้ำนมจะต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการแบ่งตัวของจุลินทรีย์ การวัดอุณหภูมิไม่เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพที่ดีนักควรใช้ควบคู่ไปกับวิธีอื่น ๆ	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
29.	ภาพอุปกรณ์ในการทำแอลกอฮอล์เทสต์ การทดสอบน้ำนมด้วยน้ำยาแอลกอฮอล์ เป็นการทดสอบความเป็นกรดของน้ำนม โดยใช้แอลกอฮอล์ 68 เปอร์เซ็นต์ ถ้าน้ำนมใดที่ตกตะกอนในแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นนี้ถือเป็นน้ำนมที่ไม่มีคุณภาพ	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Next ไปกรอบ 30
30.	ภาพการทำแอลกอฮอล์เทสต์ การทำแอลกอฮอล์เทสต์ทำได้โดยเติมแอลกอฮอล์ในปริมาณเท่ากันลงในตัวอย่างน้ำนม ถ้าน้ำนมปกติจะไม่ตกตะกอนในแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นนี้	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 29 Next ไปกรอบ 31
31.	ขนาดของเกล็ดน้ำนมสัมพันธ์กับความเป็นกรดในน้ำนม 1. เกล็ดละเอียด น้ำนมมีความเป็นกรด 0.19 เปอร์เซ็นต์ 2. เกล็ดขนาดกลาง น้ำนมมีความเป็นกรด 0.19 เปอร์เซ็นต์ 3. เกล็ดขนาดใหญ่ น้ำนมมีความเป็นกรด 0.19 เปอร์เซ็นต์	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 30 Next ไปกรอบ 32
32.	ภาพปฏิกริยาน้ำนมเมื่อใส่อริซารีน การทดสอบด้วยแอลกอฮอล์อาจใส่สารที่เป็นตัวชี้ให้เห็นปฏิกริยาชัดขึ้น เช่น อริซารีน	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
33.	การตรวจความเป็นกรดด่าง น้ำนมปกติมี pH ประมาณ 6.6 น้ำนมผิดปกติจะมีค่า pH เปลี่ยนไป -น้ำนมจากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีค่า pH สูงขึ้น -น้ำนมที่มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์จะมีค่า pH ต่ำลง	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Next ไปกรอบ 33
34.	น้ำนมดิบที่จะนำไปทำผลิต-ภัณฑ์ไม่ควรมีความเป็นกรดเกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ น้ำนมที่มีกรดซึ่งเกิดจากจุลินทรีย์สูงเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพไม่ดี แต่น้ำนมที่มีกรดธรรมชาติสูง จะเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพดี เนื่องจากจุลินทรีย์ไม่ชอบเจริญในนมประเภทนี้	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 33 Next ไปกรอบ 35
35.	ภาพการไตเตรทน้ำนมกับด่าง การหาความเป็นกรดของน้ำนมทำได้โดยไตเตรทน้ำนมกับด่างแล้วคำนวณออกมาในรูปกรดแลคติค ค่าที่ได้เรียกว่า Titrable acidity	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 34 Next ไปกรอบ 36
36.	ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด และคุณภาพน้ำนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 35
37.	การทดสอบโดยวิธี COB อาศัยหลักการที่ว่าน้ำนมที่มีความเป็นกรดสูงถึง 0.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเสถียรภาพของโปรตีนไม่ดี จะถูกทำลายด้วยความร้อนได้ง่าย	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Next ไปกรอบ 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
38.	ภาพการทดสอบน้ำนมในอ่างน้ำร้อน COB test ทำได้โดยนำตัวอย่างน้ำนมในหลอดทดสอบใส่ลงในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที จึงนำออกมาสังเกตว่ามี clot หรือ curd เกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่า น้ำนมนั้นเสียหรือหมดอายุแล้ว	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19 Back ไปกรอบ 37 ภาพหลอดทดสอบในอ่างน้ำร้อนจะค้างบนจอภาพสักครู่จากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นภาพตัวอย่างน้ำนมหลังจากทดสอบแล้ว
39.	การตรวจหาฝุ่นผง ทำได้โดยกรองน้ำนมด้วยเครื่องกรองแบบพิเศษ ตัดสินความสะอาดได้จากสิ่งตกค้างบนเครื่องกรอง แต่หากว่าน้ำนมผลิตไม่สะอาดและผ่านการกรองก่อนถึงโรงงานจะทำให้ไม่สามารถตรวจด้วยวิธีนี้ได้	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 19
40.	การตรวจสอบน้ำนมในห้องปฏิบัติการ ใช้เวลาในการตรวจสอบนาน ให้ผลที่แม่นยำ สามารถแยกน้ำนมคุณภาพต่ำออกมาได้เป็นอย่างดี	เพลงบรรเลง	แถบเมนู - การตรวจจุดเยือกแข็ง ไปกรอบ 41 - การตรวจสอบจุลินทรีย์ ไปกรอบ 42 - การตรวจองค์ประกอบน้ำนม ไปกรอบ 64 - การตรวจเซลล์ร่างกาย ไปกรอบ 67 - การตรวจสารตกค้าง ไปกรอบ 70 Home ไปกรอบ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
41.	การตรวจสอบจุดเยือกแข็ง เป็นการตรวจสอบการปลอมปนน้ำในน้ำนม ปกติจุดเยือกแข็งของน้ำนมจะต่ำกว่าน้ำเฉลี่ยประมาณ –0.55 องศาเซลเซียส หากตัวอย่างน้ำนมมีการเติมน้ำจุดเยือกแข็งจะใกล้เคียงกับน้ำ การตรวจสอบจุดเยือกแข็งทำได้โดยใช้ Beckman thermometer หรือ Hortvert cryoscope	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40
42.	การทดสอบจุลินทรีย์ในน้ำนม เป็นการควบคุมการผลิตน้ำนมให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด และใช้พิจารณาให้ราคาน้ำนมดิบอีกด้วย แบ่งออกเป็น -การตรวจสอบทางอ้อม - การตรวจสอบทางตรง	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 - การตรวจสอบทางอ้อมไปกรอบ 43 - การตรวจสอบทางตรงไปกรอบ 51
43.	การทดสอบน้ำนมทางอ้อม ได้แก่วิธี Dye reduction test เป็นการทดสอบการฟอกสี โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อจุลินทรีย์ในน้ำนมใช้ออกซิเจนจนหมด ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนจะทำปฏิกริยากับสีที่ใช้	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Next ไปกรอบ 44
44.	ภาพการทดสอบด้วยน้ำยาเมทธีลีนบลู เป็นการทดสอบที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง อาศัยหลักการที่ว่าในสภาพที่มีออกซิเจนเมทธีลีนบลูจะมีสีน้ำเงิน	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 43 Next ไปกรอบ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	เมื่อจุลินทรีย์ในน้ำนมใช้ออกซิเจนจนหมดจะเปลี่ยนสีเมทธีลีนบลูเป็นไม่มีสีทันที		
45.	ภาพการทดสอบด้วยน้ำยาเมทธีลีนบลู วิธีการทดสอบทำได้โดยผสมเมทธีลีนบลูและน้ำนมเข้าด้วยกัน บ่มที่ 37.5 องศาเซลเซียส ทำการกลับตัวอย่างและเช็คผลทุก ๆ ครึ่งชั่วโมงจนกว่าสีจะหายไปหมด ซึ่งเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนสีเมทธีลีนบลูจะสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 44 Next ไปกรอบ 46
46.	ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทธีลีนบลูกับคุณภาพน้ำนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 45 Next ไปกรอบ 47
47.	ข้อจำกัดของMBR test 1. ความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย 2. ความแตกต่างของอัตราการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 46 Next ไปกรอบ 48
48.	3. ขณะบ่มหลอดทดลองในอ่างน้ำร้อนไขมันจะลอยขึ้นด้านบน ต้องทำการกลับหลอดทดลองบ่อย ๆ ให้ไขมันกระจายทั่ว 4. ความแตกต่างของออกซิเจนที่ละลายในน้ำนม 5. Reducing factor ที่พบในน้ำนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 47 Next ไปกรอบ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
49.	ภาพการทดสอบด้วยน้ำยารีซาซูริน สีชนิดนี้มีความไวกว่ารีซาซูริน อาศัยหลักการเปลี่ยนสีเป็นไม่มีสีเช่นเดียวกับรีซาซูริน แต่ต้องใช้ Lovibond Comparator เข้าช่วยในการเทียบสีที่เปลี่ยนแปลงไป	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 48 Next ไปกรอบ 50
50.	ภาพกระบวนการทดสอบน้ำนมด้วยน้ำยารีซาซูริน การทดสอบทำได้โดยเติมสารละลายรีซาซูรินลงในตัวอย่างน้ำนม บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สังเกตสีที่เปลี่ยนไป ซึ่งสีของน้ำนมที่เปลี่ยนไปสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 49 - การตรวจสอบจุลินทรีย์ทางตรง ไปกรอบ 51
51.	การตรวจสอบจุลินทรีย์โดยทางตรง เป็นการตรวจนับจุลินทรีย์โดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Next ไปกรอบ 52
52.	ภาพแบคทีเรียในจานเพาะเชื้อ Agar plate count or standard plate count (SPC) เป็นวิธีมาตรฐานใช้กันอย่างกว้างขวาง ทำโดยผสมน้ำนมตัวอย่างกับอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่ 30-35 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง และนำออกมานับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 51 Next ไปกรอบ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
53.	ข้อบกพร่องของวิธี SPC - ทดสอบได้เฉพาะแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ - อุณหภูมิที่บ่มไม่เหมาะกับแบคทีเรียทุกชนิดในน้ำนม - อาหารวุ้นที่ใช้ไม่เหมาะกับแบคทีเรียทุกชนิด	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 52 Next ไปกรอบ 54
54.	น้ำนมเกรด 1 ในประเทศไทยกำหนดให้มีจุลินทรีย์ไม่เกิน 100,000 เซลล์ต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตร	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 53 Next ไปกรอบ 55
55.	ภาพการตรวจนับแบคทีเรียด้วย Colony counter Direct microscopic count (D.M.C.) เป็นการนับจุลินทรีย์โดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ รู้ผลรวดเร็ว ภายในเวลาเพียง 15 นาที	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 54 Next ไปกรอบ 56
56.	หลักในการตรวจสอบน้ำนมด้วยวิธี D.M.C. นำตัวอย่างน้ำนมเกลี่ยบน สไลด์ ทิ้งให้แห้งแล้วสกัดไขมันออก แช่ในแอลกอ- ฮอล์แล้วนำไปย้อมสี จากนั้นนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 55 Next ไปกรอบ 57
57.	ข้อดีของวิธี D.M.C. 1. รู้ผลรวดเร็ว 2. ขั้นตอนการปฏิบัติมีน้อย 3. อุปกรณ์มีน้อย 4. ค่าใช้จ่ายถูก	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 56 Next ไปกรอบ 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	5. สามารถรู้ชนิดจุลินทรีย์คร่าว ๆ ได้ 6. สามารถนับจำนวนเม็ดเลือดขาวได้ด้วย		
58.	ข้อเสียของวิธี D.M.C. 1. ไม่เหมะกับน้ำนมที่ค่อนข้างสะอาด 2. จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้มักมีมากกว่าธรรมดา เพราะนับรวมจุลินทรีย์ที่ตายใหม่ ๆ ด้วย	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 57 Next ไปกรอบ 59
59.	การตรวจสอบจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม ซึ่งเป็นแบคทีเรียกลุ่มนี้พบได้ในลำไส้ของคน และสัตว์ และอุจจาระ และโคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 58 Next ไปกรอบ 60
60.	ภาพการทดสอบการสร้าง แก๊สของโคลิฟอร์ม การตรวจแบคทีเรียกลุ่มนี้ทำได้ 2 แบบ คือ ก. การทดสอบการสร้างแก๊ส เนื่องจากโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียที่สร้างแก๊ส	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 59 Next ไปกรอบ 61
61.	ภาพโคโลนีของโคลิฟอร์ม ข. การทดสอบโคโลนีของโคลิฟอร์ม ซึ่งมีขนาดค่อนข้างใหญ่ สีแดงเข้ม ทำได้โดยเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อและนำออกมานับจำนวนโคโลนี	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 60 Next ไปกรอบ 62
62.	การตรวจนับแบคทีเรียที่ชอบความเย็น แบคทีเรียกลุ่มนี้เจริญได้ที่อุณหภูมิ 2-7 องศาเซลเซียส การตรวจสอบทำได้	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 61 Next ไปกรอบ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	โดยบ่มน้ำนมที่ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน แล้วนำออกมานับจำนวนโคโลนีด้วยวิธี SPC		
63.	การตรวจนับแบคทีเรียที่เจริญในอุณหภูมิสูง การปนเปื้อนเกิดจากอุปกรณ์ฟาร์มและโรงงานไม่สะอาดพอ การตรวจสอบทำได้โดยนำตัวอย่างน้ำนมมาผ่านความร้อนที่ระดับพาสเจอร์ไรส์ แล้วนำมาหาจำนวนจุลินทรีย์ด้วยวิธี SPC	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 62 - การตรวจสอบจุลินทรีย์ทางอ้อม ไปกรอบ 43
64.	การตรวจสอบองค์ประกอบของน้ำนม มีวัตถุประสงค์เพื่อ - ใช้ประกอบการพิจารณาการตีราคาน้ำนม - ใช้ประกอบการพิจารณาว่าน้ำนมมีการเติมน้ำหรือไม่	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Next ไปกรอบ 65
65.	การตรวจองค์ประกอบน้ำนม องค์ประกอบน้ำนมที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพน้ำนม คือ - การตรวจหาไขมัน อยู่ระหว่าง 3.5-3.9 เปอร์เซ็นต์ - การตรวจหาของแข็งในน้ำนม ของแข็งไม่รวมไขมันต้องมีไม่ต่ำกว่า 8.3 เปอร์เซ็นต์ หรือของแข็งทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 12.5 เปอร์เซ็นต์	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 64 Next ไปกรอบ 66
66.	ภาพเครื่องตรวจองค์ประกอบน้ำนม ปัจจุบันนิยมใช้เครื่องมืออัตโนมัติ	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ซึ่งสามารถบอกองค์ประกอบของน้ำนมได้ทั้งหมดในครั้งเดียว		Back ไปกรอบ 65
67.	การตรวจหาเซลล์ร่างกาย เซลล์ร่างการที่พบในน้ำนมเป็นตัวบ่งชี้สภาพของเต้า นม ทำให้ทราบสภาวะของแม่โค และนำไปใช้ในการป้องกันสภาวะโรคในฝูงโคนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Next ไปกรอบ 68
68.	ปริมาณเซลล์โซมาติก ควบคุมน้ำนมรวมฝูงต้องมีไม่เกิน 500,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่วนน้ำนมแต่ละตัวมีไม่เกิน250,000 ต่อมิลลิลิตร	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 67 Next ไปกรอบ 69
69.	วิธีตรวจสอบเซลล์โซมาติก - แบบแคลิฟอร์เนีย - แบบไวด์ไซด์ - แบบวิสคอนซิน - วิธีตรวจคะตะเลส - การตรวจนับเม็ดเลือดขาว หรือเซลล์โซมาติกโดยตรง	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 68
70.	การตรวจสารตกค้าง สารตกค้างสำคัญที่พบในน้ำนม คือ - ยาปฏิชีวนะ - พิษจากเชื้อรา - โลหะหนัก - ยาฆ่าแมลง	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 - ยาปฏิชีวนะ ไปกรอบ 71 - พิษจากเชื้อรา ไปกรอบ 73 - โลหะหนัก ไปกรอบ 74 - ยาฆ่าแมลง ไปกรอบ 75
71.	ยาปฏิชีวนะ ตกค้างในน้ำนมเนื่องจากเกษตรกรยังรีดนมส่งขณะให้ยาในโค หากตรวจ	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Next ไปกรอบ 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	พบไม่ควรนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างเด็ดขาด		
72.	การตรวจสอบยาปฏิชีวนะในน้ำนม - ใช้แบคทีเรียทดสอบ - การทดสอบทางอิมมูโน - ไมโครเบียลรีเซบเตอร์ - แยกผ่านตัวกลางที่ดูดซับ	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 Back ไปกรอบ 71 - พิษจากเชื้อรา ไปกรอบ 73 - โลหะหนัก ไปกรอบ 74 - ยาฆ่าแมลง ไปกรอบ 75
73.	พิษจากเชื้อรา ตกค้างในน้ำนมเนื่องจากการปนเปื้อนเชื้อราในอาหาร โคพวกธัญพืช ในไทยไม่มีข้อกำหนดเรื่องพิษจากเชื้อรา	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 - ยาปฏิชีวนะ ไปกรอบ 72 - โลหะหนัก ไปกรอบ 74 - ยาฆ่าแมลง ไปกรอบ 75
74.	โลหะหนัก หากมีการปนเปื้อนจะส่งผลต่อระบบประสาท ในไทยยังไม่มีข้อกำหนดเรื่องนี้	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 - ยาปฏิชีวนะ ไปกรอบ 72 - พิษจากเชื้อรา ไปกรอบ 73 - ยาฆ่าแมลง ไปกรอบ 75
75.	ยาฆ่าแมลง ปนเปื้อนมาจากการใช้ยาฆ่าแมลงในโค ในประเทศไทยยังไม่มีกฎเกี่ยวกับระดับยาฆ่าแมลงในน้ำนม	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 Firstpage ไปกรอบ 40 - ยาปฏิชีวนะ ไปกรอบ 72 - พิษจากเชื้อรา ไปกรอบ 73 - โลหะหนัก ไปกรอบ 74
76.	QUIZ แบบทดสอบ ช่องสำหรับพิมพ์ชื่อผู้เรียน	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 ให้พิมพ์ชื่อผู้เรียนลงในช่องแล้วกด Enter ไปกรอบ 77
77.	คำแนะนำสำหรับการสอบ ตอนที่ 1	เพลงบรรเลง	คลิก O.K. ไปกรอบ 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
78.	ข้อสอบตอนที่ 1 แบบถูก-ผิด 1. ก่อนเก็บตัวอย่างน้ำนมจะต้องทำการอุ่นตัวอย่างน้ำนมก่อน 2. ตัวอย่างน้ำนมต้องเก็บในที่อุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์ภายใน 24 ชั่วโมง 3. น้ำนมดิบที่มองเห็นเป็นสีเหลืองเกิดจากการปนเปื้อนนมน้ำเหลือง 4. น้ำนมดิบที่มีการปนเปื้อนนมน้ำเหลืองจะมีรสฝาด 5. รีแฟรกโตมิเตอร์เป็นอุปกรณ์สำหรับหาความถ่วงจำเพาะในน้ำนม 6. น้ำนมดิบที่ตกตะกอนในแอลกอฮอล์ 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นน้ำนมที่มีโปรตีนไม่เสถียรภาพ 7. น้ำนมดิบไม่ควรมีความเป็นกรดเกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ 8. น้ำนมที่มีชั่วโมงในการเปลี่ยนสีเมทธีลีนบลูมาก แสลงว่าคุณภาพต่ำ 9. การนับแบคทีเรียโดยกล้องจุลทรรศน์ต้องทำการเพาะเชื้อในอาหารวุ้นเสียก่อน 10. ผลการตรวจเซลล์ร่างกาย ทำให้สามารถป้องกันการแพร่กระจายของโรคได้	เพลงบรรเลง	- ให้ผู้เรียนใส่คำตอบในช่องว่างจากนั้นกด Enter เพื่อทำข้อถัดไป - เมื่อจบข้อสุดท้ายกด Enter จะเข้าสู่ข้อสอบตอนที่ 2 ไปกรอบ 79
79.	คำแนะนำสำหรับการสอบ ตอนที่ 2	เพลงบรรเลง	คลิก O.K. ไปกรอบ 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
80.	ข้อสอบตอนที่ 2 แบบตัวเลือก 1. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำนมสำคัญต่อการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมอย่างไร ก. ป้องกันการเสื่อมเสียของนมก่อน ตรวจสอบ ข. ให้น้ำนมดิบเก็บไว้ได้นาน ค. ให้ผลการตรวจถูกต้องและน่าเชื่อถือที่สุด ง. ถูกทุกข้อ	เพลงบรรเลง	ให้ผู้เรียนคลิกเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกที่สุด และโปรแกรมจะเข้าสู่ข้อ 2 ทันที ไปกรอบ 81 คำตอบที่ถูกคือ ค.
81.	2. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการเก็บตัวอย่างน้ำนม ก. ห้ามนำตัวอย่างน้ำนมแช่แข็ง ข. ภาชนะที่ใช้ต้องปลอดเชื้อ ค. เก็บตัวอย่างไว้วิเคราะห์ได้ไม่เกิน 36 ชั่วโมง ง. เก็บตัวอย่างน้ำนมที่ 5-10 องศาเซลเซียส	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 82 คำตอบที่ถูกคือ ง.
82.	3. ตัวอย่างน้ำนมที่เรียกว่า Aliquot sample คืออะไร ก. ตัวอย่างน้ำนมที่เก็บจากฟาร์ม ข. ตัวอย่างน้ำนมที่เก็บสะสมหลาย ๆ วัน ค. ตัวอย่างน้ำนมที่เก็บจากแท็งในโรงงาน ง. ตัวอย่างน้ำนมที่เก็บจากถังนมหลาย ๆ ใบ	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 83 คำตอบที่ถูกคือ ง.
83.	4. การเก็บตัวอย่างน้ำนมแบบใดที่มีการเติมสารกันบูดในน้ำนม	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ก. การเก็บตัวอย่างน้ำนมจากฟาร์ม ข. การเก็บตัวอย่างน้ำนมจากถังหลายใบ ค. การเก็บตัวอย่างน้ำนมแบบสะสม ง. การเก็บตัวอย่างน้ำนมจากแท็งค์ในโรงงาน		คำตอบที่ถูกคือ ค.
84	5. หากตัวอย่างน้ำนมมีการแยกตัวก่อนจะนำไปวิเคราะห์ควรทำอย่างไร ก. นำตัวอย่างไปอุ่นให้ร้อน ไขมันจะละลายไปเอง ข. นำตัวอย่างไปอุ่นให้ร้อน เขย่าแรง ๆ ค. นำตัวอย่างไปอุ่นให้เดือด ไขมันจะละลายไปเอง ง. นำตัวอย่างไปอุ่นให้เดือด เขย่าแรง ๆ	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูกไปกรอบ 85 คำตอบที่ถูกคือ ข.
85.	6. ข้อใดไม่ใช่การตรวจสอบคุณภาพที่ชานชาลา ก. แอลกอฮอล์เทสต์ ข. การวัดความเป็นกรด ค. การตรวจจุดเยือกแข็ง ง. การตรวจสอบทางประสาท-สัมผัส	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูกไปกรอบ 86 คำตอบที่ถูกคือ ค.
86.	7. ข้อใดคือลักษณะการตรวจคุณภาพที่ชานชาลา ก. ทราบผลทันที แต่ไม่แม่นยำ ข. สะดวกรวดเร็วทราบผลทันที ค. เป็นการตรวจว่าน้ำนมผ่าน	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูกไปกรอบ 87 คำตอบที่ถูกคือ ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ความร้อนหรือยัง ง. ไม่สามารถทราบผลการตรวจได้ทันที แต่เป็นวิธีที่แม่นยำ		
87.	8. การตรวจสอบทางประสาทสัมผัสนั้น ใช้ประสาทส่วนใดบ้าง ก. ตา หู จมูก ข. ตา หู ลิ้น ค. หู ลิ้น จมูก ง. ตา จมูก ลิ้น	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 88 คำตอบที่ถูกคือ ง.
88.	9. น้ำนมที่ผ่านความร้อนมาแล้ว เมื่อตรวจสอบด้วยประสาทสัมผัสทางตาจะเป็นอย่างไร ก. น้ำนมข้นขึ้น มีสีเหลือง ข. น้ำนมเป็นสีขาวโปร่ง ค. น้ำนมจะข้นขึ้นมีสีขาวมาก ง. น้ำนมจะมีสีขาวมาก ถ้าผ่านความร้อนสูงมากจะมีสีเข้ม	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 89 คำตอบที่ถูกคือ ง.
89.	10. กลิ่น Cook flavor จะพบในน้ำนมข้อใด ก. น้ำนมดิบปกติ ข. น้ำนมดิบหมดอายุ ค. น้ำนมดิบผ่านความร้อน ง. น้ำนมดิบที่แช่เย็น	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 90 คำตอบที่ถูกคือ ค.
90.	11. เหตุใดเมื่อทำการทดสอบรสของนมดิบจึงรู้สึกถึงรสหวาน ก. ในน้ำนมดิบมีน้ำตาลกลูโคส ข. ในน้ำนมดิบมีน้ำตาลแลคโทส ค. น้ำนมดิบนั้นผ่านความร้อน	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 91 คำตอบที่ถูกคือ ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	มาแล้ว ง. น้ำนมนั้นเป็นน้ำนมไม่บริสุทธิ์		
91.	12. น้ำนมดิบที่มีการปนเปื้อนนมแมสไตติสจะให้รสอย่างไร ก. รสหวาน ข. รสจืด ค. รสขม ง. รสเค็ม	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 92 คำตอบที่ถูกคือ ง.
92.	13. น้ำนมที่มีการเตอมน้ำความถ่วงจำเพาะจะเป็นอย่างไร ก. เพิ่มขึ้น ข. ลดลง ค. เท่าเดิม ง. ไม่มีข้อถูก	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 93 คำตอบที่ถูกคือ ข.
93.	14. วัตถุประสงค์ในการตรวจความถ่วงจำเพาะคืออะไร ก. ตรวจการปลอมปนน้ำ ข. ตรวจว่าน้ำนมเสียหรือไม่ ค. ตรวจการปลอมปนนมผง ง. ตรวจว่าน้ำนมผ่านความร้อนมาหรือไม่	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 94 คำตอบที่ถูกคือ ก.
94.	15. หากผลการตรวจสอบความถ่วงจำเพาะของน้ำนมปรากฏว่าใกล้เคียงกับน้ำ หมายความว่าอย่างไร ก. น้ำนมนั้นมีการเติมนมผง ข. น้ำนมนั้นเป็นน้ำนมปลายระยะการให้นม ค. น้ำนมนั้นผ่านความร้อนมาแล้ว	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 95 คำตอบที่ถูกคือ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ง. น้ำนมนั้นมีการปลอมปนน้ำ		
95.	16. ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ใช้ทดสอบคุณภาพน้ำนมคือเท่าใด ก. 60 เปอร์เซ็นต์ ข. 68 เปอร์เซ็นต์ ค. 78 เปอร์เซ็นต์ ง. 90 เปอร์เซ็นต์	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 96 คำตอบที่ถูกคือ ข.
96.	17. การทำแอลกอฮอล์เทสต์บางครั้งมีการใส่สารที่เป็นตัวชี้ให้เห็นปฏิกริยาชัดขึ้น ได้แก่สารในข้อใด ก. อริซารีน ข. รีซาซูริน ค. ฟีนอล์ฟทาลีน ง. เมทธีลีนบลู	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 97 คำตอบที่ถูกคือ ก.
97.	18. น้ำนมที่มีการปนเปื้อนน้ำนมจากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีค่าความเป็นกรดด่างอย่างไร ก. ความเป็นกรดต่ำกว่า 7.5 ข. ความเป็นกรดสูงกว่า 7.5 ค. ความเป็นกรดไม่เปลี่ยนแปลง ง. ไม่มีข้อถูก	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 98 คำตอบที่ถูกคือ ข.
98.	19. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้ค่าความเป็นกรดของน้ำนมเปลี่ยนแปลง ก. การเจือปนน้ำในน้ำนม ข. การปนเปื้อนนมน้ำเหลือง ค. จุลินทรีย์ที่สร้างกรดในน้ำนม ง. การปนเปื้อนฝุ่นผง	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 99 คำตอบที่ถูกคือ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
99.	20. ค่าความเป็นกรดของน้ำนมคำนวณออกมาในรูปของกรดอะไร ก. กรดแอสคอบิก ข. กรดอะซีติก ค. กรดฟอร์มิก ง. กรดแลคติค	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 100 คำตอบที่ถูกคือ ง.
100.	21. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง ก. น้ำนมที่มีความเป็นกรดสูงจะตกตะกอนใน COB test ข. น้ำนมที่ไม่ตกตะกอนใน COB test แสดงว่าเป็นน้ำนมเสีย ค. โปรตีนในน้ำนมจะตกตะกอนใน COB test ถ้าน้ำนมนั้นเสียแล้ว ง. COB test เป็นการตรวจคุณภาพน้ำนมโดยให้ความร้อนระดับน้ำเดือด	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 101 คำตอบที่ถูกคือ ข.
101.	22. ข้อใดกล่าวถึง Sediment test ได้ไม่ถูกต้อง ก. Sediment test เป็นการตรวจสอบระดับชานชาลา ข. Sediment test เป็นการตรวจสอบการปลอมปนนมผง ค. Sediment test ทำได้โดยกรองน้ำนมผ่านเครื่องกรอง ง. เป็นวิธีการตรวจสอบการปนเปื้อนฝุ่นผง	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 102 คำตอบที่ถูกคือ ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
102.	23. การตรวจสอบจุดเยือกแข็งของน้ำนมมีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร ก. ตรวจการเติมนมผง ข. ตรวจปริมาณจุลินทรีย์ ค. ตรวจความเป็นกรด ง. ตรวจการเติมน้ำ	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 103 คำตอบที่ถูกคือ ง.
103.	24. ข้อใดกล่าวถึงการตรวจจุดเยือกแข็งในน้ำนมได้ถูกต้อง ก. จุดเยือกแข็งน้ำนมต่ำกว่าน้ำ ข. จุดเยือกแข็งน้ำนมสูงกว่าน้ำ ค. จุดเยือกแข็งน้ำนมมีความผันแปรมาก ง. ปริมาณไขมันในน้ำนมทำให้จุดเยือกแข็งเปลี่ยนแปลง	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 104 คำตอบที่ถูกคือ ก.
104.	25. หลักการตรวจสอบคุณภาพโดยวิธี Dye reduction test คืออะไร ก. สีที่ใช้ทดสอบทำปฏิกริยากับกรดที่แบคทีเรียสร้างขึ้น ข. สีที่ใช้ทดสอบทำปฏิกริยากับแบคทีเรียในน้ำนม ค. สีที่ใช้ทำปฏิกริยากับคาร์บอนไดออกไซด์ที่แบคทีเรียสร้างขึ้น ง. สีที่ใช้ทำปฏิกริยากับสภาพที่ไม่มีออกซิเจนของน้ำนม	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 105 คำตอบที่ถูกคือ ง.
105.	26. น้ำนม ก. ใช้เวลาเปลี่ยนสีเมทธีลีนบลู 2 ชั่วโมง น้ำนม ข . ใช้เวลา 6 ชั่วโมง ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. น้ำนม ก. คุณภาพดีกว่าน้ำนม ข.	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 106 คำตอบที่ถูกคือ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ข. น้ำนม ข. ไม่ควรนำไปทำผลิตภัณฑ์ใด ๆ ค. น้ำนม ก. มีจุลินทรีย์น้อย มีคุณภาพดี ง. น้ำนม ก. มีจุลินทรีย์มาก คุณภาพเลว		
106.	27. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้เมทธีลีนบลูคลาดเคลื่อน ก. องค์ประกอบของน้ำนม ข. เม็ดโลหิตขาว ค. ความสม่ำเสมอในการกระจายของแบคทีเรีย ง. ความแตกต่างในการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูกไปกรอบ 107 คำตอบที่ถูกคือ ก.
107.	28. ข้อใดไม่ได้กล่าวถึงรีซาซูรินเทสต์ ก. เป็นวิธีตรวจสอบจุลินทรีย์ ข. การทดสอบต้องเขย่าตัวอย่างตลอดเวลา ค. น้ำนมคุณภาพดีจะเปลี่ยนสีรีซาซูรินน้อยมาก ง. ต้องใช้ Lovibond comparator ช่วยในการเทียบสี	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูกไปกรอบ 108 คำตอบที่ถูกคือ ข.
108.	29. SPC เป็นการตรวจสอบจุลินทรีย์โดยวิธีใด ก. การเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อและนำมานับจำนวนจุลินทรีย์ที่พบ	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูกไปกรอบ 109 คำตอบที่ถูกคือ ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ข. การประมาณจำนวนจุลินทรีย์จากการเปลี่ยนสีเมทธีลีนบลู ค. การนับจำนวนแบคทีเรียโดยกล้องจุลทรรศน์ ง. การทดสอบแก๊สที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น		
109.	30. ข้อเสียของวิธี DMC คืออะไร ก. ใช้เวลาในการทดสอบมาก ข. ขั้นตอนการทดสอบยุ่งยาก ค. ค่าใช้จ่ายในการทดสอบสูง ง. ไม่เหมาะกับน้ำนมสะอาด	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 110 คำตอบที่ถูกคือ ง.
110.	31. การตรวจพบโคลิฟอร์มในน้ำนมดิบหมายความว่าอย่างไร ก. สุขลักษณะการรีดนมไม่ดี ข. น้ำนมไม่ใช่น้ำนมสด ค. มีการปนเปื้อนนมน้ำเหลือง ง. น้ำนมนั้นมาจากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 111 คำตอบที่ถูกคือ ก.
111.	32. การทดสอบโคลิฟอร์มทางอ้อมคือข้อใด ก. การทดสอบการสร้างแก๊ส ข. เมทธรลีนบลูเทสต์ ค. การตรวจโคโลนีของโคลิฟอร์ม ง. การนับจำนวนโคลิฟอร์มด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยตรง	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 112 คำตอบที่ถูกคือ ก.
112.	33. องค์ประกอบน้ำนมข้อใดที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตีราคาน้ำนมดิบ	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ก. ไขมัน ข. โปรตีน ค. เกลือแร่ ง. ถูกทุกข้อ		คำตอบที่ถูกคือ ก.
113.	34. น้ำนมดิบต้องมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วงใด ก. 2.9-3.5 เปอร์เซ็นต์ ข. 3.0-3.5 เปอร์เซ็นต์ ค. 3.1-3.5 เปอร์เซ็นต์ ง. 3.2-3.5 เปอร์เซ็นต์	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 114 คำตอบที่ถูกคือ ก.
114.	35. เปอร์เซ็นต์ของธาตุน้ำนมจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร หากน้ำนมมีการเจือปนน้ำ ก. ไม่เปลี่ยนแปลง ข. สูงขึ้น ค. ต่ำลง ง. สูงขึ้นหรือต่ำลงก็ได้	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 115 คำตอบที่ถูกคือ ค.
115.	36. น้ำนมที่มีปริมาณเซลล์ร่างกายสูงหมายความว่าอย่างไร ก. สุขลักษณะในการรีดนมไม่ดี ข. เกิดความผิดปกติในเต้านมโค ค. น้ำนมมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์สูง ง. ถูกทุกข้อ	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 116 คำตอบที่ถูกคือ ข.
116.	37. ยาปฏิชีวนะพบตกค้างในน้ำนมโคได้อย่างไร ก. มีการเติมสารกันเสียในนม	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 117 คำตอบที่ถูกคือ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
	ข. การตกค้างของยาจากเครื่องมือที่ใช้ ค. อาหารที่โคกินปนเปื้อนยา ง. เกษตรกรรีดนมส่งขณะที่มีการใช้ยาในโค		
117.	38. หากนำน้ำนมที่มียาปฏิชีวนะไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับจุลินทรีย์จะให้ผลอย่างไร ก. กระบวนการผลิตหยุดชะงัก ข. ผลิตภัณฑ์นมจะเกิดการตกตะกอน ค. องค์ประกอบน้ำนมจะเปลี่ยนไป ง. ถูกทุกข้อ	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 118 คำตอบที่ถูกคือ ก.
118.	39. พิษจากเชื้อราปนเปื้อนในน้ำนมได้อย่างไร ก. จากตัวผู้รีดนม ข. อาหารโคที่เป็นธัญพืช ค. จากอุปกรณ์และเครื่องมือในการรีดนม ง. ปนเปื้อนจากบรรยากาศ	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 119 คำตอบที่ถูกคือ ข.
119.	40. ในประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดเรื่องปริมาณสารตกค้างยกเว้นข้อใด ก. ยาฆ่าแมลง ข. พิษจากเชื้อรา ค. ยาปฏิชีวนะ ง. โลหะหนัก	เพลงบรรเลง	คลิกที่คำตอบที่ถูก ไปกรอบ 120 คำตอบที่ถูกคือ ก.
120	ผลการทดสอบ	เพลงบรรเลง	Home ไปกรอบ 5 ข้อเสนอแนะ ไปกรอบ 121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบ	ภาพ	คำบรรยาย	รายละเอียด
121.	กรอบสำหรับการแสดงความคิดเห็น	เพลงบรรเลง	- ข้อเสนอแนะ ไปกรอบ 122 - ดูข้อเสนอแนะ ไปกรอบ 123
124.	ช่องกรอกข้อเสนอแนะ	เพลงบรรเลง	ใส่ข้อเสนอแนะในช่องว่าง
125.	ข้อเสนอแนะของผู้อื่น	เพลงบรรเลง	ดูข้อเสนอแนะของผู้อื่นได้
126.	Help วิธีการใช้งานโปรแกรม	เพลงบรรเลง	มีแถบเมนูหลักเหมือนกรอบ 5
127.	ขอขอบคุณ ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล ภาพถ่าย เจ้าหน้าที่โรงงานนม โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา กำลังใจและทุนทรัพย์ คุณสันต์ รุจิขจร คุณเจษฎาพร รุจิขจร คุณนัฏฐพร รุจิขจร คุณภูริพันธุ์ รุจิขจร และเพื่อน ๆ ทุกท่าน	เพลงบรรเลง	รายชื่อจะค่อย ๆ เลื่อนขึ้นด้านบนจอ จากนั้นจะเลื่อนหายไปเป็นกรอบ 128
128.	เวลาที่ผู้เรียนอยู่ในโปรแกรม	เพลงบรรเลง	- ถ้าต้องการออกจากโปรแกรม คลิก Yes จะออกจากโปรแกรม - ถ้าไม่ต้องการออกจากโปรแกรม คลิก No ไปที่กรอบ 5 - เสนอแนะความคิดเห็นไปกรอบ 121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์

3.4.1 วัสดุที่ใช้เพื่อการสร้างอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์
2. โปรแกรม Authoware 5.0
3. กล้องถ่ายภาพ และฟิล์ม
4. สแกนเนอร์
5. อุปกรณ์ในการบันทึกเสียง
6. แผ่นดิสก์ และแผ่นซีดีรอม
7. กระดาษ A4

3.4.2 วิธีการสร้างอุปกรณ์

1. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปนม (03630113) ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

2. ศึกษาเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป และการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

3. เรียบเรียงเนื้อหา และจัดทำสคริปต์ กำหนดรูปภาพที่จะใช้ประกอบในบทเรียน

4. ติดต่อโรงงานนม โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เพื่อขอข้อมูล และถ่ายภาพประกอบบทเรียน

5. ถ่ายภาพตามสคริปต์ที่กำหนด และนำไปสแกนเพื่อใช้ประกอบในบทเรียน

6. จัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยทำตัวหนังสือในบทเรียน ใส่ภาพประกอบจัดรูปแบบการนำเสนอให้เสร็จสมบูรณ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Authorware 5 และโปรแกรมอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น Photcshop 5

7. บันทึกเสียงด้วยไมโครโฟนเพื่อใช้สำหรับประกอบในบทเรียน

8. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของบทเรียนทั้งหมด แก้ไขข้อบกพร่อง

9. นำบทเรียนที่จัดสร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

10. ทำการแก้ไขบทเรียนที่ประเมินคุณภาพแล้ว

11. นำบทเรียนที่จัดสร้างทั้งหมดบันทึกใส่ในแผ่นซีดีรอม

12. จัดทำคู่มือประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ และรูปเล่มปัญหาพิเศษ

13. ส่งผลงานที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การตรวจสอบและแก้ไขอุปกรณ์

4.1 วิธีการตรวจสอบ

การจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าด้านเนื้อหาในหัวข้อเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป รวมทั้งได้รับข้อมูลบางส่วนและภาพจากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา จากนั้นได้นำมาทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่จัดสร้าง โดยแบ่งการตรวจสอบเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการตรวจสอบทางด้านเนื้อหาที่เกี่ยวกับรายวิชา และส่วนที่ 2 นั้นเป็นการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์รายวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปนม (03630113) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้เชิญ ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล เป็นที่ปรึกษาในด้านเนื้อหา และเป็นผู้ตรวจสอบ นอกจากนี้ยังได้เชิญ ดร.จินตนา บุนนาค, อาจารย์ภัทราภรณ์ จางวนิชเลิศ, อาจารย์ปนิดา ประวิตรวงศ์, อาจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด, คุณวัชรินทร คงพิบูลย์ มาทำการตรวจสอบร่วมด้วย โดยมีรายละเอียดในการประเมินอุปกรณ์ดังนี้

4.1.1 ด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

- เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
- ความครบถ้วนของเนื้อหา
- ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน
- การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก

4.1.2 ด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

- ความชัดเจนของภาพ
- องค์ประกอบของภาพ
- ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย
- ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย
- ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่

4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนม ก่อนการแปรรูป ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพที่ประเมิน		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา	3	-	-
ความครบถ้วนของเนื้อหา	3	-	-
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	3	-	-
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอนจากง่ายไปยาก	3	-	-
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	4	-	1
ความชัดเจนของภาพ	4	1	-
องค์ประกอบของภาพ	5	-	-
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	5	-	-
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	5	-	-
ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน	3	1	1
การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่	4	1	-

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะอีกดังนี้

- ควรทำการแก้ไขรูปแบบการนำเสนอบทเรียนให้มีความน่าสนใจมากกว่าเดิม
- ควรมีเสียงบรรยายพร้อมภาพจะทำให้ดึงดูดความน่าสนใจ
- ควรแทรกเนื้อหาให้ละเอียดมากขึ้น
- ภาพบางภาพไม่ชัดเจน อาจใช้เป็นภาพจำลอง หรือใช้ลูกศรนำสายตา
- บางหน้ามีการรอข้อมูลนานเกินไป
- ควรมีเสียงดนตรีประกอบตลอดบทเรียน

4.3 ผลการปรับปรุงแก้ไข

เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านการประเมินแล้วผู้จัดทำได้ทำการแก้ไข โดยมีรายละเอียดดังนี้

- จัดทำเสียงดนตรีแทรกตลอดบทเรียน
- จัดทำเนื้อหาใหม่ให้ละเอียดมากขึ้น
- ภาพที่ไม่ชัดเจน ได้ใช้ลูกศรช่วยในการนำเสนอ ให้ผู้เรียนเห็นชัดเจนขึ้น
- หน้าที่มีการรอข้อมูลนานเนื่องจากข้อมูลมากเกินไป ได้ทำการตัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นทิ้ง

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ห้ามการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป เพื่อใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนการสอนในวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปนม (03630113) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์-เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนั้น ผู้จัดทำได้ศึกษารายละเอียด ความเป็นไปได้ก่อนการดำเนินงาน และนำไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ โดยมีเหตุผลในการดำเนินงานคือ ต้องการจัดทำสื่อสำหรับการสอนในวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปนม ซึ่งเนื้อหาในส่วนที่นำมาจัดทำนั้นเป็นส่วนสำคัญอย่างมากในกระบวนการแปรรูปน้ำนมเป็นผลิตภัณฑ์ คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้จะดีหรือไม่ขึ้นกับกระบวนการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูปทั้งสิ้น โดยในกระบวนการเรียนการสอนนั้นยังขาดสื่อที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้มากกว่าการฟังการบรรยายในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว การจัดทำสื่อที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้จึงช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น

จากนั้นผู้จัดทำได้ทำการศึกษาข้อมูลอย่างละเอียด เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษขึ้นพร้อม ๆ กับจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Authorware 5.0 ในส่วนของรูปภาพและข้อมูลบางส่วนนั้น ผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา และจาก http://www.doae.go.th/library/html/prod_all.html ซึ่งเป็นเวบไซต์ของกรมส่งเสริมการเกษตรที่เผยแพร่ข้อมูลเรื่องการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูปแก่ผู้สนใจ ผู้จัดทำได้คัดเลือกภาพที่เหมาะสมนำมาใช้ประกอบในบทเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่นำมาจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ และตกแต่งโปรแกรมให้สมบูรณ์ด้วยภาพและรูปแบบการนำเสนอต่าง ๆ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ จึงนำมาทำการประเมินและตรวจสอบแก้ไข โดยได้ทำการตรวจสอบ 2 ส่วนคือ ส่วนของเนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ และส่วนคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นนี้มีคุณภาพดี เหมาะสมหรือไม่ที่จะนำมาใช้เป็นสื่อสำหรับการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำเริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2542 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2543 โดยมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น 1,500 บาท ผลงานที่ได้ประกอบด้วย

1. แผ่น CD-ROM บรรจุบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป 2 แผ่น
2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ 2 เล่ม
3. รูปเล่มปัญหาพิเศษ 4 เล่ม

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูปนั้นก่อนที่จะเสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำได้ประสบกับปัญหาหลายครั้งด้วยกัน แต่ก็ได้ทำการแก้ไขตามกำลังความสามารถ ปัญหาใดที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเองผู้จัดทำได้ปรึกษาและขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา และปัญหานั้น ๆก็สามารถลุล่วงไปได้ ผู้จัดทำจึงได้รวบรวมปัญหาที่ประสบไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ทำปัญหาพิเศษท่านอื่น ๆ ดังนี้

1. การทำปัญหาพิเศษนั้นจะทำควบคู่ไปกับการฝึกสอนของแต่ละเทอม ซึ่งการสอนในแต่ละวันก็จะต้องมีหน้าที่ ๆรับผิดชอบและต้องพบกับปัญหามากมาย ซึ่งทำให้ผู้จัดทำรู้สึกเหนื่อยล้า และละเลยการทำปัญหาพิเศษจนทำให้เกิดความล่าช้าขึ้น
2. แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูปมีอยู่น้อยมาก ส่วนมากแล้วจะไม่แยกออกมาเป็นหัวข้ออย่างชัดเจน ผู้จัดทำจึงต้องใช้ความละเอียดรอบคอบ มากเป็นพิเศษในการรวบรวมข้อมูล รวมทั้งต้องหาข้อมูลเพิ่มจากทุกๆแหล่งเท่าที่สามารถทำได้ จึงทำให้เกิดความล่าช้า
3. ผู้จัดทำตั้งใจจะใช้วีดีโอประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อให้มีความน่าสนใจ แต่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้แปลงสัญญาณนั้นไม่มี จึงทำให้ผลงานที่ได้ออกมาไม่เป็นดังที่ตั้งใจ และอาจไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร
4. ผู้จัดทำมีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์น้อย แต่ได้พยายามศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและสอบถามจากผู้รู้ จนผลงานออกมาเสร็จสมบูรณ์ จึงอาจทำให้งานที่ได้ออกมาล่าช้าและยังไม่ดีเท่าที่ควร
5. ผู้จัดทำประสบกับปัญหาบทเรียนเสร็จพร้อมจะประเมินเกิดสูญหายขึ้นเนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์มีปัญหาและผู้จัดทำไม่ได้บันทึกลงแหล่งข้อมูลอื่น จึงต้องจัดทำใหม่หมดงานจึงเกิดความล่าช้ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำได้รับประสบการณ์มากมาย จากปัญหาที่ประสบและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น สามารถเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ทำปัญหาพิเศษท่านอื่น ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. การเลือกหัวข้อปัญหาพิเศษควรเลือกหัวข้อที่ผู้ทำถนัด สนใจ และมีความเป็นไปได้ในการผลิตมากที่สุด เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น และรวดเร็ว
2. ควรเริ่มดำเนินการทำปัญหาพิเศษในส่วนที่สามารถทำได้ก่อนล่วงหน้า เพื่อให้งานเสร็จทันเวลา ไม่ต้องเร่งรีบ ผลงานที่ได้ก็จะสมบูรณ์ที่สุด
3. ผู้ที่จะทำปัญหาพิเศษที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรจะทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมให้มาก และฝึกใช้เป็นประจำเพื่อให้เกิดความเคยชิน และรู้เทคนิคต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ได้งานที่ออกมาสมบูรณ์ที่สุด
4. ในการประสานงานเพื่อขอใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ ควรสอบถามถึงกฎระเบียบให้ชัดเจน และปฏิบัติตาม เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขึ้น
5. ผู้ที่ทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับสื่อ ควรจะต้องมีความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียน โดยอาจศึกษาจากสื่อที่ผู้อื่นจัดทำไว้แล้ว หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น
6. ผู้ที่ทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับสื่อที่ต้องใช้เครื่องมือโสตทัศนูปกรณ์ ควรปรึกษาผู้ที่เคยใช้มาก่อน เพื่อความรวดเร็วในการดำเนินงาน และเกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด เพราะเจ้าหน้าที่อาจไม่สามารถมาดูแลได้อย่างทั่วถึง
7. คอมพิวเตอร์มีบทบาทมากในการทำปัญหาพิเศษ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหา ควรบันทึกข้อมูลเก็บไว้หลาย ๆ แหล่ง ทั้งในฮาร์ดดิสก์ และในแผ่นดิสก์เผื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน การเก็บข้อมูลในแผ่นดิสก์เองก็ควรบันทึกเก็บไว้หลาย ๆ แผ่นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิดานันท์ มะลิทอง. 2536. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้ง 2 . กรุงเทพฯ. บริษัท เอดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด. 72 น.

(_____). 2540. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัยและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ชวนพิมพ์

คณาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตร. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504 น.

จริยา เหนียนเฉลย. 2535. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ: สหมิตรออฟเซ็ท

ชวนิศนดากร วรวรรณ, ม.ร.ว. 2527. การเลี้ยงโคนม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช

ชูศรี บำรุงพฤกษ์. 2513. นมและผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ: โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์

ณรงค์ สมพงษ์. 2530. สื่อเพื่องานส่งเสริมเผยแพร่. งานการพิมพ์สื่อการศึกษา.สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 40 น.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2542. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: วงกมลโพรดักชั่น. 340 น.

นิพนธ์ สุขปรีดี. 2521. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา. 60 น.

บูรณะ สมชัย. 2542. การสร้าง CAI-Multimedia ด้วย Authoware 4.C. กรุงเทพฯ. ซีเอ็ดยูเคชั่น. 204 น.

ประเทือง จิตรากร. 2526 นมและผลิตภัณฑ์นม. กรุงเทพ ฯ : สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2528. ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมและผลิตภัณฑ์น้ำนม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สหมิตรออฟเซท. 161 น.

วรรณา เจียมทะวงศ์. 2528. ทักษะพื้นฐานของการผลิตสื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ 145 น.

วาสนา ชาวหา. 2533. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพ ฯ : โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์. 206 น.

วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531. สื่อการสอน เทคโนโลยีทางการศึกษา และการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพ ฯ : ชนวนพิมพ์. 220 น.

วิรุฬ ลีลาพฤทธิ์. 2519. โสตทัศนูปกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. ไทยวัฒนาพานิชย์. 2 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2534. การผลิตโคนม. กรุงเทพฯ: โอเอส พริ้นติ้งเฮาส์

สุมน อมรวิวัฒน์. "การศึกษา" สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. เล่ม 2 (2518-2540). น.177, 188-189

สมบูรณ์ สงวนญาติ. 2534. "เทคโนโลยีการเรียนการสอน". ตำราเอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ ฉบับที่ 41. น. 49-50.

สมพงษ์ เทศประสิทธิ์. 2538. โคนม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อรพรรณ พรสีมา. 2530. เทคโนโลยีทางการสอน. กรุงเทพ ฯ : โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์. 126 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบด้านเนื้อหาบทเรียน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา	✓		
ความครบถ้วนของเนื้อหา	✓		
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	✓		

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	✓		
องค์ประกอบของภาพ	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย			✓
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	✓		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	✓		
ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน	✓		
การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่	✓		

ข้อเสนอแนะ.....

.....ก่อนเข้าสู่เนื้อหาบรรยาย ควรมีไปกับสื่อบรรยายและ

.....รูปแบบข้อมูลของภาพจะดึงดูดความสนใจมากขึ้น

ลงชื่อ.....

(.....ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบด้านเนื้อหาบทเรียน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา	✓		
ความครบถ้วนของเนื้อหา	✓		
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	✓		

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	✓		
องค์ประกอบของภาพ	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	✓		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	✓		
ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน	✓		
การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่	✓		

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....) **ผู้ประเมิน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบด้านเนื้อหาบทเรียน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ความครบถ้วนของเนื้อหา			
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก			
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย			
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน			

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	✓		
องค์ประกอบของภาพ	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	✓		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	✓		
ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน		✓	
การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่	✓		

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบด้านเนื้อหาบทเรียน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ความครบถ้วนของเนื้อหา			
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก			
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย			
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน			

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	✓		
องค์ประกอบของภาพ	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	✓		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	✓		
ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน			✓
การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่	✓		

ข้อเสนอแนะ ภาพมีขนาดเล็กเกินไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)**ผู้ประเมิน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมก่อนการแปรรูป

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบด้านเนื้อหาบทเรียน

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา	✓		
ความครบถ้วนของเนื้อหา	✓		
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	✓		

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ		✓	
องค์ประกอบของภาพ	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	✓		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
ความน่าสนใจของการนำเสนอบทเรียน			
การทำงานของบทเรียนสอดคล้องกันหรือไม่		✓	

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้