

การพัฒนารูปแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปริญญานิพนธ์
ของ
จรัส อินทลาภาพร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ตุลาคม 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

304.8

จ 365 ก

33

การพัฒนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทคัดย่อ

ของ

จรัส อินทลาภาพร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

ตุลาคม 2545

152381

จรัส อินทลาภพร. (2545). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญาโท กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ,
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาวิธีตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 3) เพื่อหาคุณภาพและศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบจัดกลุ่มและใช้แบบแผนการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน การพัฒนาบทปฏิบัติการประกอบด้วย 1) การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม 2) การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู 3) การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูลิน 4) การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม และ 5) การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม ผลการเรียนรู้ที่ศึกษาประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกัน (t-test Dependent samples)

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับมาก
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

A DEVELOPMENT OF SCIENCE LABORATORY DIRECTIONS ON INSPECTION OF
MILK PRODUCTS QUALITY FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
CHAMRAS INTALAPAPORN

Presented in partial fulfillment of the requirements for
the Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

October 2002

Chamras Intalapaporn. (2002). *A Development of Science Laboratory Directions on Inspection of Milk Products Quality for Secondary School Students*. Master Thesis , M.Ed. (Science Education). Bangkok : Graduate School , Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr. Nattapong Charoenpit , Assist. Prof. Kulaya Lekskul.

The purposes of this study were threefold : 1) to study the method of inspection of milk products quality by scientific method , 2) to develop science laboratory directions on inspection of milk products quality , and 3) to identify the quality and study instructional effects on science process skills , students 'attitude towards the laboratory directions , and ability to present work assignments.

The samples , randomly selected by the Cluster Sampling technique , comprised 30 Mathayom Suksa IV students , in the first semester of the 2002 academic year , from Horwang School. The One Group Pretest - Posttest design was utilized. The understudied contents comprised : 1) inspection of physical characteristics of milk products , 2) inspection of bacteria in milk products by Methyleneblue , 3) inspection of bacteria in milk products by Resazurin , 4) inspection of protein in the milk products , and 5) inspection of sugar in milk products. The learning outcomes understudied were science process skills , students attitude towards the laboratory directions , and ability to present work assignments.

The finding were as follows :

- 1) the science process skills of the experimental group after being taught ; utilizing the laboratory directions ; was statistically higher than before being taught ,
- 2) students' attitude towards the laboratory directions were at the " high " level ,
- 3) ability to present work assignments of the experimental group after being taught was not lower than 80% .

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาศักยภาพปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

นายจรัส อินทลาภาพร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)

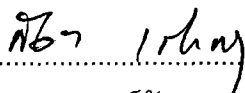
วันที่ เดือน พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



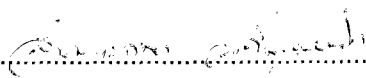
.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)



.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล)



.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร.สมปราชญา วงศ์บุญหนัก)



.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร.ศิริกานต์ ผาสุข)

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนและส่งเสริมงานวิจัย

จาก

ทบวงมหาวิทยาลัย

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างดียิ่งจาก
รองศาสตราจารย์ ดร. ฉันทพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล
กรรมการ ซึ่งได้ให้คำแนะนำรวมทั้งแนวทางในการทำวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ
เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก และอาจารย์ ดร. ศิริกานต์
ผาสุข ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร สุขเกษม รองศาสตราจารย์ ดร.
สุรัชย์ ลิกขำบัณฑิต รองศาสตราจารย์ สุนันทา ไตรจักษ์ รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสริมสิน ศิริวัฒนา อาจารย์ ดร. เปรมจิตร บุญสาย อาจารย์ ดร. สุนันทา
มนัสมงคล อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มแสง อาจารย์อติศรา เจริญวานิช และอาจารย์ณัฐชนก
อมรินทร์รัตน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ อาจารย์สุภาภรณ์ ศิริโสภณา
คุณสมบุญแดงไทย เจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาและเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะวิทยาศาสตร์ ทุกคนที่ให้ความเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู อาจารย์และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล
การวิจัยจนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่และน้อง รวมถึงบุคคลในครอบครัวที่ได้ให้กำลังใจและ
ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตระดับ
ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษารุ่นที่ 15 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ขอขอบคุณน้องกมลวรรณ
อนันต์และเพื่อนๆ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ทุกคนที่ได้ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือใน
การเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่ได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา
พระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

จรัส อินทลาภาพร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	5
ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
เอกสารเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นม.....	10
ความต้องการในการบริโภคผลิตภัณฑ์นม.....	10
ความหมายของน้ำนม.....	12
ประเภทของผลิตภัณฑ์นม.....	13
ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนม.....	19
จุลินทรีย์ในน้ำนม.....	23
มาตรฐานของผลิตภัณฑ์นม.....	26
เอกสารเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม.....	31
การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ.....	31
การตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวภาพ.....	33
การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี.....	36
เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	40
ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	40
จุดประสงค์ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	40
ขั้นตอนในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2 (ต่อ)	กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	42
	ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	43
	เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	44
	ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	44
	ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	45
	เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	51
	ความหมายของเจตคติ.....	51
	ลักษณะของเจตคติ.....	52
	องค์ประกอบของเจตคติ.....	52
	วิธีวัดเจตคติ.....	53
	ประโยชน์ของการวัดเจตคติ.....	53
	แนวทางในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์.....	54
	การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	55
	เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	56
	ความหมายของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์...	56
	รูปแบบการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	56
	การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	62
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	65
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์นม.....	65
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	68
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	71
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	73
	การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	73
	การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	76
	การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	79
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	87
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	89

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	93
การพัฒนานทปฏิบัติกรวิทยาศาสตร์.....	110
การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	111
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	115
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	115
สมมติฐานของการวิจัย.....	115
วิธีดำเนินการวิจัย.....	116
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	118
สรุปผลการวิจัย.....	118
อภิปรายผล.....	120
ข้อเสนอแนะ.....	130
ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	130
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	131
บรรณานุกรม.....	132
ภาคผนวก.....	141
ภาคผนวก ก.....	142
ภาคผนวก ข.....	152
ภาคผนวก ค.....	170
ภาคผนวก ง.....	257
ภาคผนวก จ.....	272
ภาคผนวก ฉ.....	305
ภาคผนวก ช.....	332
ภาคผนวก ซ.....	337
ภาคผนวก ฌ.....	367
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	370

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงปริมาณความต้องการบริโภคนมพร้อมดื่ม ปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้และปริมาณน้ำนมดิบส่วนที่ขาด.....	11
2 แสดงอัตราการบริโภคนมพร้อมดื่ม ปี พ.ศ. 2533-2540.....	12
3 แสดงปริมาณของเกลือแร่ที่พบในน้ำนม.....	20
4 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนม.....	22
5 แสดงการแบ่งช่วงเวลาในการเรียนการสอน.....	80
6 แบบแผนการวิจัย.....	88
7 แสดงผลการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม.....	94
8 แสดงผลการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู..	96
9 แสดงผลการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซารูรีน...	99
10 แสดงผลการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรต.....	102
11 แสดงผลการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยา แซนโทโปรเทอิก.....	104
12 แสดงผลการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง).....	106
13 แสดงผลการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์.....	108
14 แสดงค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม.....	110
15 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จาก การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	112
16 แสดงผลการศึกษาเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบ คุณภาพผลิตภัณฑ์นมเป็นรายด้านและภาพรวม.....	113
17 แสดงความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์นม.....	114

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
18	แสดงการแบ่งช่วงเวลาในการเรียนการสอน.....	173
19	แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม.....	306
20	แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย สีเมธิลีนบลู.....	309
21	แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย สีรีซาริน.....	312
22	แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม.....	315
23	แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม.....	318
24	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	322
25	แสดงการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ.....	325
26	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ ต้องการวัดของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์.....	326
27	แสดงการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ.....	327
28	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการ ประเมินของแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอ ผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	328
29	แสดงการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอ ผลงานทางวิทยาศาสตร์ข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ตามคำแนะนำ ของผู้เชี่ยวชาญ.....	331

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
30	แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	333
31	แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม.....	338
32	แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู.....	341
33	แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูลิน.....	344
34	แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม.....	347
35	แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม.....	350
36	แสดงความคิดเห็นของนักเรียน 9 คน เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม.....	353
37	แสดงคะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	354
38	แสดงคะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม.....	355
39	แสดงคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม.....	357

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงลักษณะสีของผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และอุณหภูมิสูง (50-55°C).....	95
2	แสดงการเปลี่ยนสีของสารละลายสีเมธิลีนบลูที่เกิดจากการตรวจสอบ แบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม.....	98
3	แสดงการเปลี่ยนสีของสารละลายสีรีซารูรินที่เกิดจากการตรวจสอบ แบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม.....	101
4	แสดงการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์นมที่เกิดปฏิกิริยาไบยูเรต.....	103
5	แสดงการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์นมที่เกิดปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก.....	105
6	แสดงการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์นมที่เกิดปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง).	107
7	แสดงการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์นมที่เกิดปฏิกิริยาบาร์โฟลด์.....	109
8	แสดงลักษณะสีของผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ.....	231
9	แสดงลักษณะการเปลี่ยนสีของสารละลายสีเมธิลีนบลูที่เกิดจากการตรวจสอบ แบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม.....	238
10	แสดงลักษณะการเปลี่ยนสีของสารละลายสีรีซารูรินที่เกิดจากการตรวจสอบ แบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม.....	244
11	แสดงลักษณะการเปลี่ยนสีของสารละลายที่เกิดจากการตรวจสอบโปรตีน ในผลิตภัณฑ์นม.....	250
12	แสดงลักษณะการเปลี่ยนสีของสารละลายที่เกิดจากการตรวจสอบน้ำตาล ในผลิตภัณฑ์นม.....	256

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ เช่น ด้านเศรษฐกิจ สังคม เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ตลอดจนช่วยให้มนุษย์มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น การที่จะทำให้ประชาชนในประเทศสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุขท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับคุณภาพของการจัดการศึกษาเป็นสำคัญ โดยเฉพาะการจัดการศึกษาเพื่อให้สังคมไทยเป็นสังคมที่รู้จักใช้เหตุและผล ประชาชนในประเทศมีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบเพื่อสร้างวัฒนธรรมเชิงวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นรากฐานในการผลิตเทคโนโลยีที่เหมาะสมขึ้นมาใช้เอง นอกเหนือจากความสามารถในการเลือกรับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ทั้งนี้เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยไม่ทำลายธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ 2540-2544 : 23-24) ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ที่มุ่งพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของคนไทยให้เป็นคนดี มีคุณธรรม มีจิตสำนึกรับผิดชอบต่อตนเอง ครอบครัว ชุมชน สังคม ตลอดจนศิลปวัฒนธรรม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีค่านิยมอันดีงาม รวมทั้งเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ มีทักษะในการประกอบอาชีพและสามารถปรับตัวเข้ากับกระแสการเปลี่ยนแปลงในด้านเศรษฐกิจ สังคม ตลอดจนสามารถคิดวิเคราะห์บนหลักของเหตุผล รักการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต มีโลกทัศน์กว้าง และมีความสุขในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การจัดการศึกษาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาหลายฝ่าย โดยเฉพาะครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการปฏิรูปกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งในอดีตที่ผ่านมากระบวนการเรียนการสอนเน้นเฉพาะการถ่ายทอดเนื้อหาวิชา โดยขาดการสอนกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ วิพากษ์ วิจัย การแสดงความคิดเห็น และการแสวงหาความรู้ให้กับนักเรียน นอกจากนี้การวัดและประเมินผลการเรียนเน้นที่การท่องจำเนื้อหา ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพการศึกษา (รุ่ง แก้วแดง.2542 :53) ดังนั้นในปัจจุบันจึงจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ใฝ่รู้ รู้จักคิด วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ ใช้เหตุและผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีความตระหนัก มีจิตสำนึกและสามารถนำความรู้ไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันและชีวิตการทำงาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาและสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2542 :35-36)

วิชาชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งซึ่งศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นวิชาชีววิทยาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศและมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ ทั้งนี้เพราะวิชาชีววิทยาเป็นพื้นฐานสำคัญที่ช่วยให้มนุษย์รู้แนวทางและวิธีการในการรักษาตนเองให้มีสุขภาพพลานามัยสมบูรณ์แข็งแรง ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ ตลอดจนช่วยให้มีความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของธรรมชาติ และสามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันอย่างสมดุลระหว่างสิ่งมีชีวิตทุกชนิดและสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้น นอกจากนี้วิชาชีววิทยายังมีความสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม โดยสามารถนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ในการป้องกันโรคที่เกิดขึ้นในพืชและสัตว์ การผสมพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์เพื่อให้ได้พันธุ์พืชและสัตว์ที่มีภูมิคุ้มกันต่อโรคและมีผลผลิตสูงขึ้น เป็นต้น จะเห็นได้ว่าความรู้ในวิชาชีววิทยาสามารถแก้ไขปัญหาความเป็นอยู่ของมนุษย์ทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคมได้เป็นอย่างดี ในประเทศที่พัฒนาแล้วได้ตระหนักถึงความสำคัญของวิชาชีววิทยาที่มีต่อมนุษย์จึงจัดการศึกษาโดยส่งเสริมให้ประชาชนได้รับความรู้ในวิชาชีววิทยาเป็นอันดับแรก สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศหนึ่งที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างเร่งด่วนและเป็นประเทศที่มีโครงสร้างพื้นฐานทางเกษตรกรรม ดังนั้นการให้ความรู้ทางชีววิทยาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประชาชน ในอดีตที่ผ่านมาการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ครูผู้สอนมักสอนโดยเน้นการบรรยายเนื้อหาเป็นส่วนใหญ่ วิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองทางวิทยาศาสตร์มีน้อย ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาชีววิทยา ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในปัจจุบันควรใช้วิธีการสอนแบบทดลองให้มากขึ้นเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และได้ฝึกความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปของการเขียนรายงานและการรายงาน ซึ่งสอดคล้องกับภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : 171) ที่ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบทดลองไว้ว่าจะช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้การสอนแบบทดลองเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยสืบเสาะหาความรู้ บันทึกผลการทดลองและสรุปผลด้วยตนเอง รวมทั้งช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในปัจจุบันความต้องการในการบริโภคผลิตภัณฑ์นมแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากนมเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพราะประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย กอปรกับทางภาครัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมให้กลุ่มเด็กเล็กและเยาวชนได้บริโภคผลิตภัณฑ์นม โดยจัดตั้งโครงการอาหารเสริม โดยเฉพาะนมขึ้นภายในโรงเรียนเพื่อพัฒนาร่างกายและ

สติปัญญาของนักเรียน แต่จากผลการวิจัยของวิสิฐ และคณะ (2541 : 70) พบว่าโครงการดังกล่าวได้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหานมพาสเจอร์ไรส์เน่าเสีย ปัญหาเด็กท้องเสียจากการบริโภคผลิตภัณฑ์นม เป็นต้น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์นม เช่น นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ นมปรุงแต่งชนิดสเตอริไลส์ เป็นต้น ซึ่งผลิตจากบริษัทโดยทั่วไปมักกำหนดวันหมดอายุนานเกินความเป็นจริง รวมทั้งนักเรียนซึ่งเป็นผู้บริโภคขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการเลือกบริโภคและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมให้อยู่ได้นาน ทำให้ผลิตภัณฑ์นมเกิดการเน่าเสียเนื่องจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายของผู้บริโภค โดยเฉพาะนักเรียน ดังนั้นนักเรียนควรจะได้รับความรู้เกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพชีวภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์นมก่อนการบริโภคเพื่อป้องกันผลเสียที่จะเกิดขึ้นต่อร่างกาย

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปทดลองสอนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยบทปฏิบัติการดังกล่าวจะช่วยให้ นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการบริโภคและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นม สามารถตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมที่มีขายในท้องถิ่นและโรงเรียนด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายซึ่งใช้ต้นทุนต่ำในการตรวจสอบ นอกจากนี้นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติการทดลองจนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของการเขียนรายงานและการรายงาน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ตลอดจนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อหาคุณภาพและศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

จะได้บทปฏิบัติการที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและมีศักยภาพในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยบทปฏิบัติการดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ดังนี้

1. เป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมในโรงเรียน
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเสริมเนื้อหาในวิชาชีววิทยา วิชาเลือกเสรีและกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1) ขอบเขตการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นมที่ทำการทดลองมี 3 ด้านคือ

- 1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น จุดเดือด และความเป็นกรด-เบส
- 1.2 คุณสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณของแบคทีเรีย
- 1.3 คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ โปรตีนและน้ำตาล

2) ขอบเขตการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมี 5 บท ได้แก่

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย
สีเมธิลีนบลู

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย
สีรีซารูริน

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

3) ขอบเขตการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 7 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 350 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนจำนวน 30 คนที่ได้จากประชากรด้วยการสุ่มแบบจุ่มกลุ่ม (Cluster Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.2.3 ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน

การทดลองสอนกระทำในชั่วโมงชุมนุมวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โดยมีระยะเวลาในการทดลองสอนรวม 15 คาบ คาบละ 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม หมายถึง เอกสารที่กำหนดแนวทางในการทดลองโดยนำความรู้ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มาสร้างเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ใ้บทความรู้ ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลักการ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม อุปกรณ์และสารเคมี วิธีดำเนินการทดลอง รายงานผลการทดลอง และแบบทดสอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเนื้อหาที่นำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 บท ได้แก่ 1) การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม 2) การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู 3) การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซารูริน 4) การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม 5) การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

2. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม หมายถึง การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ สี กลิ่น จุดเดือดและความเป็นกรด-เบส การตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ ปริมาณของแบคทีเรีย และการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ โปรตีนและน้ำตาล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์นมซึ่งกำหนดโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 26 (2522 : 27-32) และฉบับที่ 26 (2535 : 40-42)

3. ผลิตภัณฑ์นม หมายถึง นมที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ การเติมสี กลิ่น รส เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์นมที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด ยี่ห้อดัชมิลล์ ซึ่งหาซื้อได้จากร้านค้าทั่วไป

4. การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้มีคุณภาพตามทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

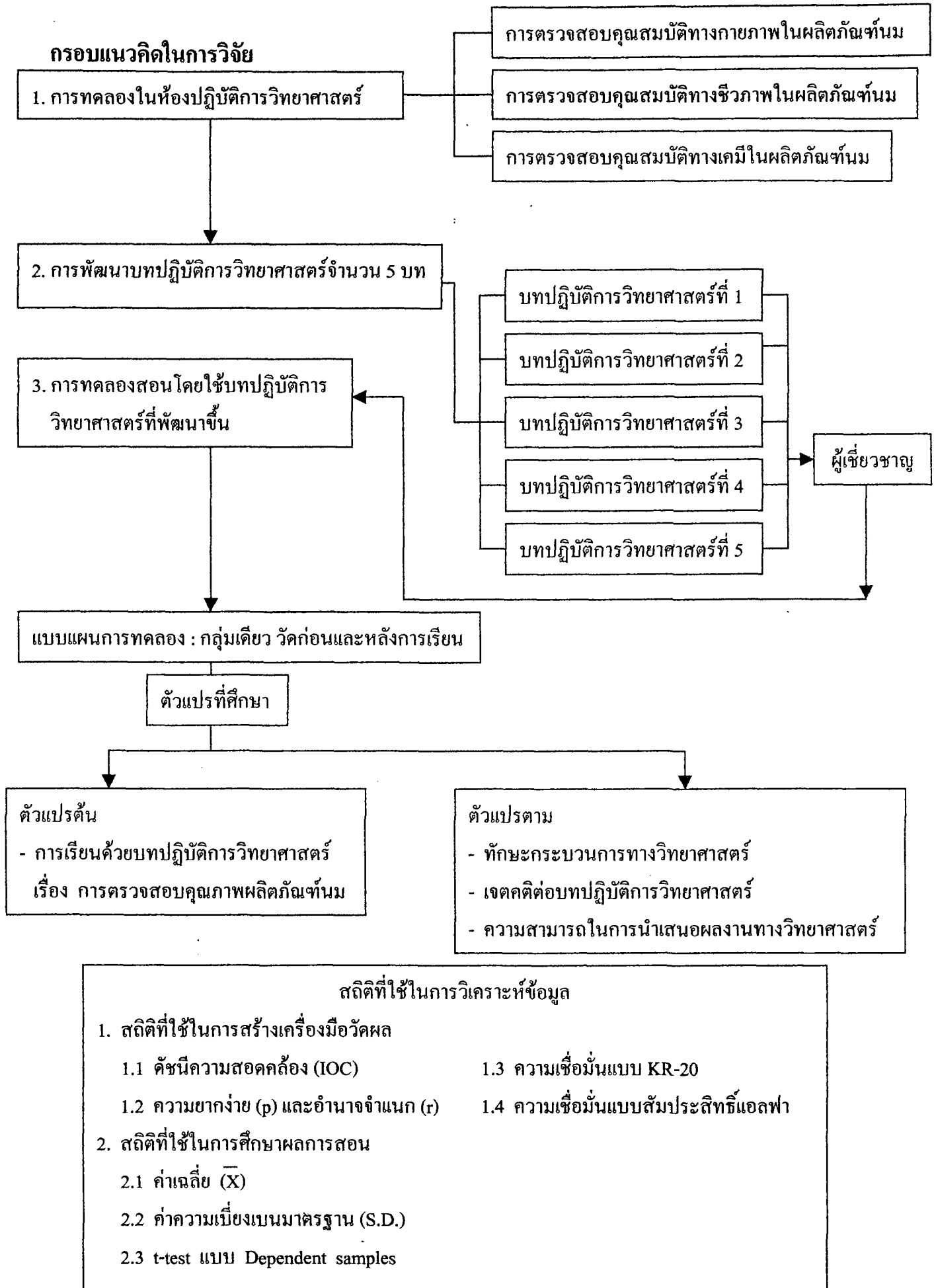
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จนเกิดเป็นความชำนาญ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยทักษะต่างๆ 8 ทักษะ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการจำแนกประเภท 4) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 5) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 6) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 7) ทักษะการทดลอง และ 8) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ เป็นเครื่องมือวัดผล

6. เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็น ความรู้สึกในลักษณะชอบ ไม่ชอบของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2 ด้าน คือ ความรู้สึกนึกคิดและการแสดงออกของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือวัดผล

7. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมการนำเสนอผลงานของนักเรียนที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารทางวิทยาศาสตร์และทำการทดลองตามบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่างๆ ที่กำหนดให้ ซึ่งการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์มีจุดประสงค์เพื่อให้บุคคลอื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงกระบวนการและขั้นตอนต่างๆ ที่นักเรียนศึกษาค้นคว้า ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ 2 รูปแบบคือการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาเป็นเครื่องมือวัดผล โดยแบบประเมินดังกล่าวเป็นมาตราประมาณค่าแบบตัวเลข 3 อันดับ คือ 3 , 2 , และ 1 ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของ ภาวดี เกตุกุ (2541 : 194-198)

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับมาก
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังจะเสนอตามลำดับหัวข้อดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นม
 - 1.1 ความต้องการในการบริโภคผลิตภัณฑ์นม
 - 1.2 ความหมายของน้ำนม
 - 1.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์นม
 - 1.4 ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนม
 - 1.5 จุลินทรีย์ในน้ำนม
 - 1.6 มาตรฐานของผลิตภัณฑ์นม
2. เอกสารเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
 - 2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ
 - 2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวภาพ
 - 2.3 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี
3. เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 3.2 จุดประสงค์ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ขั้นตอนในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 3.4 กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 3.5 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของเจตคติ
 - 5.2 ลักษณะของเจตคติ
 - 5.3 องค์ประกอบของเจตคติ
 - 5.4 วิธีวัดเจตคติ

- 5.5 ประโยชน์ของการวัดเจตคติ
- 5.6 แนวทางในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
- 5.7 การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- 6. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
 - 6.2 รูปแบบของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
 - 6.3 การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
- 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์นม
 - 7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นม

1.1 ความต้องการในการบริโภคผลิตภัณฑ์นม

ปัจจุบันความต้องการในการบริโภคนมแพร่หลายมากขึ้นดังตาราง 1 และ 2

เนื่องจากนมเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงซึ่งสอดคล้องกับวิสัย จะวะสิด และคณะ (2541 :1-2) ที่กล่าวว่านมเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับบุคคลวัยต่าง ๆ โดยเฉพาะเด็กที่กำลังเจริญเติบโตและ ผู้สูงอายุเพราะประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ได้แก่ โปรตีน ไขมัน วิตามินและเกลือแร่ โดยโปรตีนในนมมีหน้าที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ไขมันในนมมีหน้าที่ให้พลังงานเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ วิตามินสำคัญที่พบในนม ได้แก่ วิตามิน บี 2 และวิตามินเอ โดยวิตามินบี 2 มีหน้าที่ป้องกันโรคปากนกกระชอก และเสริมสร้างการเจริญเติบโต ของร่างกาย ส่วนวิตามินเอมีหน้าที่ป้องกันโรคตาบอดกลางคืน เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน สำหรับ เกลือแร่ที่พบในนม ได้แก่ แคลเซียมและฟอสฟอรัส ซึ่งมีหน้าที่เสริมสร้างกระดูกและฟัน

ตาราง 1 แสดงปริมาณความต้องการบริโภคนมพร้อมดื่ม ปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้และปริมาณน้ำนมดิบส่วนที่ขาด

(หน่วย : ตันต่อปี)

ปี พ.ศ.	ความต้องการบริโภคนมพร้อมดื่ม	น้ำนมดิบที่ผลิตได้	น้ำนมดิบส่วนที่ขาด
2530	126,250	89,712	36,538
2531	150,918	106,708	44,210
2532	169,727	130,162	39,565
2533	199,593	142,523	57,070
2534	251,300	178,640	72,660
2535	296,606	195,519	101,087
2536	255,762	201,698	54,064
2537	417,986	326,381	91,605
2538	479,467	393,475	85,992
2539	560,310	456,596	103,714
2540	693,039	539,618	153,421

ที่มา : กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2541

จากตารางจะพบว่า ความนิยมในการบริโภคนมพร้อมดื่มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ความสามารถในการผลิตน้ำนมดิบภายในประเทศไทยยังไม่เพียงพอต่อความต้องการในการบริโภค กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2530 ประเทศไทยผลิตน้ำนมดิบได้จำนวน 89,712 ตัน แต่ความต้องการบริโภคนมพร้อมดื่มมีปริมาณ 126,250 ตัน ซึ่งมากกว่าปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้จำนวน 36,538 ตัน ถึงแม้ว่าในปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยผลิตน้ำนมดิบได้เพิ่มขึ้นเป็น 539,618 ตัน แต่ขณะเดียวกันความต้องการบริโภคนมพร้อมดื่มเพิ่มขึ้นตามไปด้วยโดยเพิ่มเป็น 693,039 ตัน ซึ่งเพิ่มมากกว่าปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้จำนวน 153,421 ตัน

ตาราง 2 แสดงอัตราการบริโภคนมพร้อมดื่ม ปี พ.ศ. 2533-2540

ปี พ.ศ.	อัตราการบริโภคนมพร้อมดื่ม (กก. ต่อคนต่อปี)
2533	3.44
2534	4.28
2535	5.00
2536	5.92
2537	6.88
2538	7.89
2539	9.24
2540	10.97
อัตราเพิ่มเฉลี่ย (ร้อยละ)	19.20

ที่มา : บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย , 2540

จากตารางจะพบว่าอัตราการบริโภคนมพร้อมดื่มได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว กล่าวคือในปี พ.ศ. 2533 การบริโภคนมพร้อมดื่มเฉลี่ย 3.44 กิโลกรัมต่อคนต่อปี และเพิ่มขึ้นเป็น 10.97 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ในปี พ.ศ. 2540 หรือกล่าวได้ว่าในช่วงปี พ.ศ. 2533-2540 อัตราการบริโภคนมพร้อมดื่มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 19.20 กิโลกรัมต่อคนต่อปี

1.2 ความหมายของน้ำนม (Milk)

วรรณ ตังเจริญชัยและวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ (2531 : 25) ได้ให้ความหมายของน้ำนมว่า หมายถึงของเหลวสีขาวบริสุทธิ์ กลั่นได้จากเต้านมโคที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ปราศจากโคลอสตรัม (Colostrum) ประกอบด้วยไขมันไม่น้อยกว่า 3.25 % และองค์ประกอบของน้ำนมทั้งหมดไม่รวมน้ำกับไขมัน (Milk solids - non - fat) ไม่น้อยกว่า 8.25 %

บวรศักดิ์ ลีตานนท์ (2535 : 14) ได้ให้ความหมายของน้ำนมว่า หมายถึง สิ่งที่ถูกรีดออกมาจนหมดจากเต้านมของโค กระบือ แพะและแกะที่มีสุขภาพดี โคชนมต้องมีลักษณะปกติ สะอาดและสด มีการรีดนมในช่วงเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมง ภายหลังการคลอดลูกหรือจนกว่าจะปราศจากน้ำนมเหลือง (Colostrum) ไม่ว่าสิ่งที่ถูกขับออกมานี้จะผ่านกระบวนการแปรรูปหรือไม่ก็ตาม

จากความหมายของนมดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าน้ำนม หมายถึง ของเหลวสะอาดที่ถูกรีดออกมาจากเต้านมของโค กระบือ แพะ และแกะที่มีสุขภาพสมบูรณ์โดยปราศจากน้ำนมเหลือง

1.3 ประเภทของผลิตภัณฑ์นม

การแปรรูปน้ำนมเป็นผลิตภัณฑ์นมสามารถทำได้หลายชนิด ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในกระบวนการผลิตและส่วนผสม ซึ่งอภิญญา เจริญกุล (2541 : 14-21) ได้แบ่งผลิตภัณฑ์นมออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้ คือ

1. น้ำนมและครีม (Milk and Cream)

น้ำนมและครีม หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่มีลักษณะเป็นของเหลว สามารถแบ่งออกเป็น

1.1 น้ำนม (Milk) เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ดื่มโดยตรง สามารถแบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์นมเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1.1 นมสด (Fresh Milk) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำนมสดที่ได้จากแม่วัว โดยไม่ต้องเติมวัตถุอื่นใดเพื่อการปรุงแต่ง เช่น สี กลิ่น รส หรือเรียกว่านมชนิดจืด สามารถแบ่งนมสดตามปริมาณไขมันเป็น 3 ชนิด คือ

- 1) นมสด (Whole Milk) หมายถึง น้ำนมที่ไม่ได้แยกมันเนยหรือไขมันนม (Milk Fat) ออกไป และมีปริมาณไขมันมากกว่า 3.2 %
- 2) นมสดพรมันเนย (Partly Skimmed Milk) หมายถึง น้ำนมที่ได้แยกมันเนยบางส่วนออก และมีปริมาณไขมัน 0.1 – 3.2 %
- 3) นมสดขาดมันเนย (Skimmed Milk) หมายถึง น้ำนมที่ได้แยกมันเนยออกจนเกือบหมดและมีปริมาณไขมันน้อยกว่า 0.2 %

1.1.2 นมปรุงแต่ง (Flavored Milk) หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่ปรุงแต่งด้วยสี กลิ่น รส ไม่ว่าจะปรุงแต่งด้วยสารที่เพิ่มคุณค่าทางอาหารหรือไม่ก็ตามและสิ่งที้นำมาปรุงแต่งนั้นต้องไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ นมปรุงแต่งส่วนใหญ่มีรสหวาน มีสีและรสต่างกัน เช่น นมปรุงแต่งรสหวาน นมปรุงแต่งรสช็อกโกแลต นมปรุงแต่งรสสตอเบอรี่ นมปรุงแต่งรสกาแฟ เป็นต้น การปรุงแต่งรสของนมจะช่วยเพิ่มรสชาติ และกลิ่นรสของนมให้น่าบริโภคมากขึ้น

1.1.3 นมกินรูป (Recombined Milk Product) หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากการนำเอาส่วนประกอบของนมสดซึ่งได้แยกออกแล้ว นำมาผสมกันขึ้นใหม่ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับนมสด แล้วผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อและบรรจุ นมกินรูปสามารถผลิตในรูปแบบของนมปรุงแต่ง โดยนำเอานมผง มันเนย น้ำและสารปรุงแต่งรส มาผสมกันตามขั้นตอนและสัดส่วนที่เหมาะสม แล้วนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อน เช่น พาสเจอร์ไรส์ ยูเอชที เป็นต้น

1.2 ครีม (Cream) หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่แยกได้จากนํ้านมโดยใช้เครื่องปั่นแยกครีม (Cream Separator) ครีมเป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีปริมาณไขมันสูงกว่านํ้านมปกติ โดยมีสัดส่วนของ โปรตีน น้ำตาลแลคโตสและน้ำคั่งที่ สามารถแบ่งครีมตามปริมาณไขมันได้ 4 ชนิดคือ

1.2.1 ครีมพว่องมันเนย (Half Cream or Half and Half Cream) เป็นครีมที่มีปริมาณ ไขมัน 10-18% ซึ่งอาจได้จากการใช้เครื่องปั่นแยกครีมหรือการผสมนํ้านมสดกับครีมธรรมชาติใน ปริมาณเท่ากัน ครีมพว่องมันเนยมักใช้เติมในกาแฟหรือราดบนผลไม้

1.2.2 ครีมธรรมชาติ (Cream or Single Cream) เป็นครีมที่มีปริมาณไขมัน 18-30 % นิยมใช้เติมในกาแฟและของหวาน

1.2.3. วิปปิ้งครีม (Whipping Cream) สามารถแบ่งตามปริมาณไขมันได้ 2 ชนิด คือ โลท วิปปิ้งครีม (Light Whipping Cream) เป็นครีมที่มีปริมาณไขมัน 30-35% และเฮฟวี่ วิปปิ้งครีม (Heavy Whipping Cream) ซึ่งเป็นครีมที่มีปริมาณไขมัน 36-45 % วิปปิ้งครีมมักจะถูกตีให้ขึ้นฟู และ ใช้สำหรับแต่งหน้าบนของหวานหรือไอศกรีม

1.2.4 ครีมข้น (Thick Cream) เป็นครีมที่มีลักษณะข้นมาก โดยมีปริมาณไขมันมากกว่า 45% ใช้ราดบนของหวาน

ผลิตภัณฑ์นํ้านมและครีม จะต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนตามกรรมวิธี ดังนี้

1. พาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที และทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้จะผ่านกรรมวิธีทำให้เป็น เนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้

2. สเตอริไลส์ (Sterilization) หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทั้งนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3. ยูเอชที (UHT or Ultra - High Temperature) หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วินาที ทั้งนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2. เนย (Butter)

เนย หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไขมันของนมและต้องมีไขมันนมไม่ต่ำกว่า 80 % มี ของแข็งไม่รวมไขมันไม่เกิน 2 % มีความชื้นไม่เกิน 80 % และมีเกลือไม่เกิน 4 % สามารถแบ่ง เนยตามปริมาณเกลือเป็น 2 ชนิด คือเนยที่ไม่เติมเกลือเรียกว่า เนยชนิดจืด และเนยที่เติมเกลือ เรียก ว่า เนยชนิดเค็ม

3. ไอศกรีม (Ice Cream)

ไอศกรีม หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่ถูกทำให้เย็นจัดและแข็งตัว ไอศกรีมประกอบด้วย ส่วนผสมหลัก คือ นม มั่นเนย น้ำตาลและน้ำ อาจมีการเติมสี สารปรุงแต่งกลิ่นรส สารที่ทำให้ ไอศกรีมผสมกันดีขึ้นและสารให้ความคงตัวของไอศกรีม

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2522) แบ่งไอศกรีมเป็น 5 ชนิด คือ

3.1 ไอศกรีมนม หมายถึง ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม

3.2 ไอศกรีมดัดแปลง หมายถึง ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนมันเนยทั้งหมด หรือบางส่วนหรือไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน

3.3 ไอศกรีมผสม หมายถึง ไอศกรีมนมหรือไอศกรีมดัดแปลงซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสม

3.4 ไอศกรีมชนิดแข็งหรือผง หมายถึง ไอศกรีมนมหรือไอศกรีมดัดแปลงหรือไอศกรีมผสม ชนิดแข็งหรือผง

3.5 ไอศกรีมหวานเย็น หมายถึง ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาล หรืออาจมีวัตถุอื่นที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสม

4. นมข้น (Condensed Milk)

นมข้น หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากการนำนมสดมาระเหยน้ำออกบางส่วน และทำให้ หวานโดยการเติมน้ำตาล นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์นมข้น อาจทำโดยการนำส่วนประกอบตามธรรมชาติ ของนํ้านมมาผสมกันใหม่ให้มีลักษณะเดียวกับนมข้น ซึ่งเรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่านมข้นคั้นรูป ผลิตภัณฑ์นมข้นและนมข้นคั้นรูป สามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

4.1 นมข้นไม่หวานและนมข้นคั้นรูปไม่หวาน

4.2 นมข้นหวานและนมข้นคั้นรูปหวาน

4.3 นมข้นขาดมันเนยไม่หวานและนมข้นขาดมันเนยคั้นรูปไม่หวาน

4.4 นมข้นขาดมันเนยหวานและนมข้นขาดมันเนยคั้นรูปหวาน

5. นมผง (Milk powder)

นมผง หมายถึง นมสดที่ทำให้น้ำระเหยออกด้วยกรรมวิธีต่างๆ จนเป็นผง มีความชื้น ไม่เกิน 5 % สามารถแบ่งตามปริมาณไขมันเป็น 3 ชนิด คือ

5.1 นมผงธรรมดา (Whole Milk Powder) หมายถึง นมผงที่ไม่ได้แยกมันเนยออก และมี ปริมาณไขมันมากกว่า 26 %

5.2 นมผงพร่องมันเนย (Partly Skimmed Milk Powder) หมายถึง นมผงที่ได้แยกมันเนยบางส่วนออกไปและมีปริมาณไขมัน 1.5 - 26 %

5.3 นมผงขาดมันเนย (Skimmed Milk Powder) หมายถึง นมผงที่ได้แยกมันเนยออกเกือบหมดและมีปริมาณไขมันน้อยกว่า 1.5 %

6. ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว (Fermented Milk Products)

ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากกระบวนการหมัก (Fermentation) โดยอาศัยการทำงานของแบคทีเรียพวกแลคติก (Lactic Acid Bacteria) และยีสต์ที่ใช้น้ำตาลแลคโทสในการผลิตกรดแลคติก ก๊าซ และแอลกอฮอล์ รวมถึงกลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตสารให้กลิ่นรสต่าง ๆ ได้แก่ ไดอะเซทิล กรดอะซิติก แอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถแบ่งผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวออกเป็น 8 ชนิด ได้แก่

6.1 โยเกิร์ต (Yogurt) หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ผลิตโดยใช้เชื้อแบคทีเรียในกระบวนการผลิต 2 ชนิด คือสเตรปโตคอกคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophilus*) และแลคโตบาซิลลัส บุลการิกัส (*Lactobacillus bulgaricus*) ซึ่งอาจมีการใช้เชื้อแบคทีเรียในกลุ่มที่เรียกว่าบิฟิดัส (*Bifidus*) ร่วมด้วย ซึ่งเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่สามารถเจริญในลำไส้ของมนุษย์และมีผลดีต่อสุขภาพ เช่น แลคโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส (*Lactobacillus acidophilus*) บิฟิโดแบคทีเรียม บิฟิดัม (*Bifidobacterium bifidum*) เป็นต้น สามารถแบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามลักษณะดังนี้

6.1.1 ลักษณะของเนื้อโยเกิร์ต สามารถแบ่งโยเกิร์ตเป็น 2 ชนิด คือ

6.1.1.1 โยเกิร์ตแบบอยู่ตัว (Set Yogurt) มีลักษณะเนื้อนมจับตัวค่อนข้างแข็งอยู่ในถ้วย อาจมีชั้นน้ำใสแยกตัวออกมาอยู่ที่ด้านบน

6.1.1.2 โยเกิร์ตแบบบรรจุที่หลังหรือแบบคนสำเร็จ (Stirred Yogurt) มีลักษณะเนื้อนมที่เนียน เป็นเนื้อเดียวกันและข้นหนืด

6.1.2 ลักษณะการปรุงแต่งรส สามารถแบ่งโยเกิร์ตเป็น 2 ชนิด คือ

6.1.2.1 โยเกิร์ตแบบธรรมดา (Plain Yogurt) หมายถึง โยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมผลไม้หรือรสผลไม้ แต่มีการใส่น้ำตาลทรายลงไปในส่วนผสมตั้งแต่ก่อนหมัก เพื่อให้โยเกิร์ตที่ได้มีรสหวานตามความต้องการ

6.1.2.2 โยเกิร์ตแบบผสมผลไม้หรือธัญพืช (Flavored Yogurt) หมายถึง โยเกิร์ตที่มีการปรุงแต่งกลิ่นและรสให้น่ารับประทานมากขึ้น โดยลักษณะการเติมผลไม้หรือธัญพืชจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อโยเกิร์ต กล่าวคือ ถ้าเป็นโยเกิร์ตแบบอยู่ตัวจะเติมผลไม้หรือธัญพืชไว้ด้านล่างของถ้วย

เมื่อจะรับประทานต้องคนให้ทั่วถึงเนื้อผลไม้ที่อยู่ด้านล่างก่อน ส่วนโยเกิร์ตแบบคนสำเร็จจะมีการเติมผลไม้หรือธัญพืช แล้วผสมให้เข้ากันกับโยเกิร์ตก่อนการบรรจุลงถ้วย

6.2 โยเกิร์ตพร้อมดื่ม (Drinking Yogurt) จัดเป็นโยเกิร์ตคนสำเร็จ (Stirred Yogurt) ชนิดหนึ่ง โดยโยเกิร์ตพร้อมดื่มเป็นการผสมกันระหว่างโยเกิร์ตกับน้ำผลไม้ และมีสัดส่วนของโยเกิร์ตต่ำกว่าโยเกิร์ตคนสำเร็จชนิดถ้วย โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีจำหน่ายในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ ชนิดพาสเจอร์ไรส์ และชนิดยูเอชที โดยโยเกิร์ตพร้อมดื่มชนิดยูเอชทีจะผ่านกระบวนการให้ความร้อนสูงก่อนการบรรจุ ดังนั้นจึงไม่มีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตเหลืออยู่

6.3 โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen Yogurt) จัดเป็นผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านกระบวนการผลิตสองกระบวนการร่วมกัน คือ กระบวนการหมักเพื่อผลิตโยเกิร์ตและกระบวนการผลิตไอศกรีม

6.4 ยาคูลท์ (Yakult) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่มีปริมาณนมต่ำ โดยมีโปรตีน 1.2% ไขมัน 1.1% และน้ำตาลแลคโทส 1.1% ยาคูลท์ใช้แบคทีเรียแลคโตบาซิลลัส เคซีไอ (*Lactobacillus casei*) ในกระบวนการผลิต ซึ่งมีสมบัติใกล้เคียงกับแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส ซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ต

6.5 นมอะซิโดฟิลัส (*Acidophilus Milk*) และนมบูลการิกัส (*Bulgaricus Milk*) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ได้จากการเติมเชื้อแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส หรือแลคโตบาซิลลัส บูลการิกัส

6.6 นมคูมิส (Kumiss) และนมคีเฟอร์ (Kefir) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ใช้เป็นเครื่องดื่ม โดยในกระบวนการผลิตมีการเติมเชื้อยีสต์ ดังนั้นผลิตภัณฑ์นี้จึงมีฟองก๊าซ และมีแอลกอฮอล์อยู่ด้วย

6.7 คัลเจอร์บัทเทอร์มิลค์ (Cultured Buttermilk) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ได้จากกระบวนการหมักหางเนยเหลว (Buttermilk) ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมพร่องมันเนย

6.8 กริมเปรี้ยว (Sour Cream) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ได้จากกระบวนการหมักครีมที่มีปริมาณไขมัน 18–20% ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกับโยเกิร์ต แต่มีปริมาณไขมันสูง มักใช้เป็นส่วนผสมของซอสต่างๆ

7. เนยแข็ง (Cheese)

เนยแข็ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำนมมาทำให้ตกตะกอนจับตัวเป็นก้อน (Coagulate) ด้วยเอนไซม์เรนเนต (Rennet) หรือกรดแลกติก ซึ่งอาจเติมกรดลงไปโดยตรงหรือเป็นกรดที่สร้างจากแบคทีเรีย แล้วแยกส่วนที่เป็นของเหลวใสที่เรียกว่าเวย์ (Whey) ออก เนยแข็งที่ได้อาจนำมาบริโภคในลักษณะสดหรือนำมาแปรรูปภายใต้อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมจนได้กลิ่น รสและลักษณะเฉพาะตัว

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 31 (พ.ศ. 2522) แบ่งเนยแข็งออกเป็น 5 ชนิด คือ

7.1 ครีมชีส (Cream Cheese) หมายถึง เนยแข็งที่ใช้ครีมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตและต้องมีมันเนยไม่น้อยกว่า 60 % ของน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำ) และมีน้ำไม่เกิน 55% ของน้ำหนัก

7.2 โฮลมิลค์ชีส (Whole Milk Cheese) หมายถึง เนยแข็งที่ใช้นมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตและต้องมีมันเนยไม่น้อยกว่า 50 % ของน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำ) และมีน้ำไม่เกิน 37 % ของน้ำหนัก

7.3 สกิมมิลค์ชีส (Skimmed Milk Cheese) หมายถึง เนยแข็งที่ใช้นมพร่องมันเนย หรือนมขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิต และต้องมีมันเนยไม่น้อยกว่า 45% ของน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำ) และมีน้ำไม่เกิน 60 % ของน้ำหนัก

7.4 โพรเซสชีส (Processed Cheese) หมายถึง เนยแข็งซึ่งได้ผ่านกรรมวิธีทำให้เล็กลง มีการเติมสารอิมัลซิฟาย (Emulsified Agent) และนำมาผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ ต้องมีมันเนยไม่น้อยกว่า 45 % ของน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำ) และมีน้ำไม่เกิน 45 % ของน้ำหนัก

7.5 เนมชีส (Named Cheese) หมายถึง เนยแข็งที่มีชื่อเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปตามชนิดของเนยแข็งและมีกรรมวิธีการผลิตเฉพาะตามชนิดของเนยแข็งนั้น

โดยสรุป ในการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์นม ควรบริโภคผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวเนื่องจากมีแบคทีเรียสเตรปโทคอกคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophilus*) และแลคโตบาซิลลัส บูลการิกัส (*Lactobacillus bulgaricus*) ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย กล่าวคือ ช่วยให้ระบบทางเดินอาหารและระบบย่อยอาหารเป็นปกติ ท้องไม่ผูก เพราะแบคทีเรียดังกล่าวจะช่วยปรับความสมดุลในกระเพาะอาหาร ช่วยให้กระเพาะอาหารและลำไส้เล็กดูดซึมสารอาหารชนิดต่างๆ ไปใช้ได้เป็นอย่างดี ช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นปกติ ช่วยย่อยโปรตีนในนมให้มิโมเลกุลเล็กลง ดังนั้นร่างกายจึงสามารถนำไปใช้ได้ดี นอกจากนี้แบคทีเรียดังกล่าวยังช่วยยืดอายุของนมให้นานขึ้น และช่วยย่อน้ำตาลแลคโทสให้เป็นการแตกหัก ซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันที

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์นมทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด ยี่ห้อดัชมิลล์ เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนส่วนใหญ่นิยมบริโภคและมีจำหน่ายตามร้านค้าโดยทั่วไป

1.4 ส่วนประกอบทางเคมีของนม

สมจิต สุรพัฒน์ นภาศรี ไวยะนันท์ (2539 :216-221) และบรรศักดิ์ ลีถานนท์ (2535 :15-46) พบว่านมประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. โปรตีน โปรตีนในนมแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1 เคซีน (Casein) เป็นโปรตีนหลักที่มีมากที่สุดในผลิตภัณฑ์นม (มีประมาณ 80 % ของโปรตีนทั้งหมด) สามารถแยกออกมาได้จากการตกตะกอนนมโดยการเติมกรดจนค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของนมเป็น 4.6-4.7 เคซีนประกอบด้วยโปรตีนย่อย 3 ชนิด ได้แก่ แอลฟาเคซีน (α -casein) เบตาเคซีน (β -casein) และแคปปาเคซีน (K-casein) ซึ่งจะรวมตัวกับธาตุแคลเซียม (Calcium) และฟอสฟอรัส (Phosphorus) เกิดเป็นสารคอลลอยด์ทำให้นมมีลักษณะขุ่นขาว นอกจากนี้ยังสามารถแยกเคซีนออกโดยการเติมเอนไซม์บางชนิด เช่น เรนนิน (Rennin)

1.2 โปรตีนเวย์ (Whey) เป็นโปรตีนที่เหลือจากการตกตะกอนนม มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน ประกอบด้วยโปรตีนหลายชนิดละลายอยู่ ได้แก่ แลกทาลบูมิน (Lactalbumin) และแลกโทโกลบูลิน (Lactoglobulin) สำหรับแลกทาลบูมินเป็นโปรตีนที่ตกตะกอนได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน สามารถแยกโปรตีนชนิดนี้ออกโดยการตกตะกอนด้วยแมกนีเซียมซัลเฟต (Magnesium Sulphate : $MgSO_4$) ส่วนแลกโทโกลบูลินเป็นโปรตีนที่สร้างความต้านทานต่อร่างกาย เนื่องจากประกอบด้วยอิมมูโนโกลบูลิน (Immunoglobulin) ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในสารละลายเกลือเจือจาง

2. ไขมัน

ไขมันในนมประกอบด้วยกลีเซอรอล (Glycerol) ประมาณ 12.5 % และกรดไขมัน (Fatty Acid) 85.5 % โดยน้ำหนัก กรดไขมันที่พบในนมมีทั้งกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว กรดไขมันชนิดอิ่มตัว เช่น กรดบิวทีริก (Butyric Acid) เป็นกรดไขมันที่มีกลิ่นเฉพาะตัว และเป็นสาเหตุทำให้นมมีกลิ่นหืน ส่วนกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิก (Oleic Acid) เป็นต้น

3. น้ำตาล

น้ำตาลที่พบในนม ได้แก่ น้ำตาลแลคโทส (Lactose) เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ที่เกิดจากน้ำตาลกลูโคส (Glucose) และน้ำตาลกาแลคโทส (Galactose) ปกติจะพบน้ำตาลแลคโทสในนมอยู่ระหว่าง 2.4-6.1 % (โดยเฉลี่ย 4.92%) น้ำตาลแลคโทสมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ไม่ดี ดังนั้นจึงอาจเกิดสารละลายอิ่มตัวในการผลิตผลิตภัณฑ์นมบางชนิด เช่น การทำนมข้นหวาน น้ำตาลแลคโทสจะตกผลึกออกมาทำให้ผลิตภัณฑ์นมนั้นมีผลึกน้ำตาลเป็นเม็ดซึ่งสากลิ้นเมื่อบริโภค สามารถป้องกันโดยการเติมแลคโทสผงเพื่อทำให้ผลึกที่เกิดขึ้นเล็กลง

4. เกลือแร่

เกลือแร่ที่พบในปริมาณมากในนม ได้แก่ โปแตสเซียม แคลเซียม คลอไรด์ ฟอสฟอรัส เกลือแร่ในนมสามารถหาได้จากการนำน้ำนมไประเหยน้ำออกให้หมดแล้วนำไปเผาไฟจะได้เถ้าประมาณ 0.72 % สามารถแสดงปริมาณของเกลือแร่ที่พบในนมดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงปริมาณของเกลือแร่ที่พบในน้ำนม

เกลือแร่	ปริมาณที่พบในน้ำนม (%)	ปริมาณที่พบในเถ้าของน้ำนม (%)
โปแตสเซียม	0.140	20.0
แคลเซียม	0.125	17.4
คลอไรด์	0.103	14.5
ฟอสฟอรัส	0.096	13.3
โซเดียม	0.056	7.8
ซัลเฟอร์	0.025	3.6
แมกนีเซียม	0.012	1.45

ที่มา : บวรศักดิ์ ลีลานนท์ , 2535

จากตารางจะพบว่าในน้ำนมจะมีเกลือแร่อยู่หลายชนิด ได้แก่ โปแตสเซียม แคลเซียม คลอไรด์ ฟอสฟอรัส โซเดียม ซัลเฟอร์และแมกนีเซียม โดยมีปริมาณโปแตสเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ แคลเซียมและคลอไรด์ ตามลำดับ ส่วนแมกนีเซียมมีปริมาณน้อยที่สุด

5. น้ำ

น้ำเป็นสารที่มีปริมาณมากที่สุดในน้ำนมคือประมาณ 87 % โดยน้ำหนัก น้ำเป็นตัวทำละลายสำหรับน้ำตาล เกลือแร่ และวิตามินที่ละลายในน้ำ

6. วิตามิน

วิตามินที่พบในน้ำนม มี 2 ชนิด

6.1 วิตามินที่ละลายในไขมัน (Fat Soluble Vitamins) ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี เค

6.2 วิตามินที่ละลายในน้ำ (Water Soluble Vitamins) ได้แก่ วิตามินบีรวม เช่น ไทอามีน ไรโบฟลาวิน ไนอะซิน กรดแพนโททินิก ไบโอติน วิตามินบี 12 และวิตามินซี

7. เอนไซม์

เอนไซม์ที่พบในน้ำนม ได้แก่

7.1 อะไมเลส (Amylase) เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล เอนไซม์นี้มี 2 รูปแบบ คือ แอลฟาอะไมเลส (α -amylase) ซึ่งส่วนมากจะพบในน้ำนม และเบตาอะไมเลส (β -amylase) น้ำนมที่ได้จากแม่วัวที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีเอนไซม์ชนิดนี้สูง เอนไซม์นี้จะทำงานได้ดีที่ pH 7.4 และหยุดทำงานเมื่อให้ความร้อนแก่น้ำนมที่อุณหภูมิ 45-60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

7.2 คตะเลส (Catalase) เป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของน้ำนม น้ำนมที่ได้จากแม่วัวที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีเอนไซม์ชนิดนี้สูง เอนไซม์นี้ทำงานได้ดีที่ pH 7.0 และที่อุณหภูมิ 0-10 องศาเซลเซียส ถ้าให้ความร้อนสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส การทำงานจะลดลง และหยุดทำงานที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เอนไซม์คตะเลสเป็นตัวช่วยเร่งการเปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นออกซิเจนและน้ำ ดังนั้นจึงใช้เอนไซม์นี้ในการแยกไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ออกจากน้ำนม

7.3 ลิเปส (Lipase) เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยไขมันซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นหืนในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม เอนไซม์นี้ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 1.6-4.4 องศาเซลเซียส และถูกทำลายที่อุณหภูมิ 62.7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที

7.4 ฟอสฟาเทส (Phosphatase) เอนไซม์นี้ส่วนใหญ่เป็นอัลคาไล ฟอสฟาเตส (Alkaline Phosphatase) ซึ่งทำงานได้ดีที่ pH 7.6-7.8 พบได้ที่ผิวของเม็ดไขมัน และถูกทำลายโดยการพาสเจอร์ไรส์ สำหรับแอซิด ฟอสฟาเตส (Acid Phosphatase) พบเป็นส่วนน้อย ทำงานได้ดีที่ pH 4.0 พบในหางนม เอนไซม์นี้ทนต่อความร้อน และถูกทำลายที่อุณหภูมิ 88 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เอนไซม์ชนิดนี้ใช้แสดงถึงประสิทธิภาพในการพาสเจอร์ไรส์ กล่าวคือ ถ้าการพาสเจอร์ไรส์ถูกต้องและสมบูรณ์ เอนไซม์นี้จะหยุดการทำงาน

7.5 เพอรอกซิเดส (Peroxidase) จัดเป็นออกซิไดซ์ซิง เอนไซม์ (Oxidizing Enzyme) ของสารอินทรีย์ เป็นเอนไซม์ที่ทนต่อความร้อนและถูกทำลายที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที หรือ 70 องศาเซลเซียส นาน 150 นาที ดังนั้นเอนไซม์ชนิดนี้จึงไม่สามารถใช้ทดสอบนมพาสเจอร์ไรส์

7.6 รีดักเตส หรือซานทีนออกซิเดส (Reductase or Xantine Oxidase) จัดเป็นออกซิไดซ์ซิง เอนไซม์ (Oxidizing Enzyme) ของสารอินทรีย์ สามารถใช้ทดสอบคุณภาพน้ำนมโดยใช้สีเมธิลีนบลูร่วมกับฟอรัมาลดีไฮด์ ถ้ามีเอนไซม์นี้อยู่ เมธิลีนบลูจะเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี ซึ่งแสดงว่าในน้ำนมมีจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์นี้อยู่ เอนไซม์นี้ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส

7.7 โปรตีเอส (Protease) เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยโปรตีนในน้ำมันให้เป็นสารประกอบไนโตรเจน ได้แก่ เปปโตน กรดอะมิโน แอมโมเนีย เป็นต้น เอนไซม์นี้ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 24-27 องศาเซลเซียส

7.8 โอเลอินเนส (Oleinase) เป็นเอนไซม์ที่ทำให้เกิดออกซิเดชันในน้ำมัน ทำให้เกิดกลิ่นประเภทออยลี่ เฟเวอร์ (Oily Flavor) แต่ไม่ใช้กลิ่นหืน กลิ่นดังกล่าวพบในน้ำมันที่แม่วัวขาดอาหาร เอนไซม์นี้ไม่ถูกทำลาย แต่จะไม่ทำงานที่อุณหภูมิสูง

8. ก๊าซ

ในน้ำมันมีก๊าซอยู่ประมาณ 7-10 % โดยปริมาตร ก๊าซส่วนใหญ่ที่พบในน้ำมัน ได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ โดยที่ไนโตรเจนและ ออกซิเจนจะคิดมาขณะที่รีดนมหรือเกิดจากแบคทีเรียสร้างขึ้นมา ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากปฏิกิริยาในเต้านม

ศิริภรณ์ เจียรพสุพันธ์ (2538 :6-10) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันว่ามีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ โปรตีน ไขมัน น้ำตาลแลคโทส วิตามิน แร่ธาตุและน้ำ ซึ่งสามารถแสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมัน

ส่วนประกอบ	ช่วงสัดส่วน (%)
น้ำ	87.0-89.5
ไขมัน	2.5-6.0
โปรตีน	2.9-5.5
น้ำตาลแลคโทส	3.6-5.5
วิตามินและแร่ธาตุ	0.6-0.9

ที่มา : ศิริภรณ์ เจียรพสุพันธ์ , 2538

จากรายละเอียดของส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ในน้ำมันจะมีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน น้ำตาลแลคโทส วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ โดยมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากที่สุด มีวิตามินและแร่ธาตุเป็นส่วนประกอบน้อยที่สุด

1.5 จุลินทรีย์ในน้ำนม

บวรศักดิ์ ลีถนันท (2535 : 86-92) ได้จำแนกชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในน้ำนมตามเกณฑ์ดังนี้

1.1 จำแนกตามประเภทที่ไม่เป็นสาเหตุของโรคและเป็นสาเหตุของโรค

1.2 จำแนกตามอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญพันธุ์

1.3 จำแนกตามการหมัก

1.1.1 จำแนกตามประเภทที่ไม่เป็นสาเหตุของโรคและเป็นสาเหตุของโรค

1.1.1.1 จุลินทรีย์ที่ไม่เป็นสาเหตุของโรค (Non - pathogenic Microorganisms)

จุลินทรีย์ในนมส่วนมากมิได้เป็นสาเหตุของโรคในคนและสัตว์ แต่จุลินทรีย์พวกนี้ไม่เป็นที่พึงประสงค์ของผู้บริโภคนม เพราะจุลินทรีย์ดังกล่าวจะทำให้เนื้อมเสียหรือหมดอายุ อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์บางชนิดในกลุ่มนี้ก็ถือว่าเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ซึ่งนำมาใช้ในทางอุตสาหกรรมนม ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น

สเตรปโตคอคคัส แลคทีส (*Streptococcus lactis*) ทำให้เนื้อมเปรี้ยว

เซอราทียา มาร์เซเซนส์ (*Serratia marcescens*) ทำให้เกิดสีแดงในนมและผลิตภัณฑ์นม

แลคโตบาซิลลัส เทอร์โมฟิลัส (*Lactobacillus thermophilus*) ใช้เป็นเชื้อหมักในการผลิตกรดแลคติก

1.1.2 จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรค (Pathogenic Microorganisms) จุลินทรีย์ประเภทนี้เข้าสู่เนื้อมได้ 2 ทาง คือ

1.1.2.1 เกิดจากตัวโค

ถ้าแม่โคเป็นโรค เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคมักจะเข้าสู่เนื้อมของแม่โคตัวนั้นด้วย โรคสำคัญๆ ที่มีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์กลุ่มนี้ เช่น วัณโรค ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียไมโคแบคทีเรีย ทิวเบอร์คิวโลซิส (*Mycobacterium tuberculosis*) โรคแท้งติดต่อเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย บรูเซลลา อบอร์ทัส (*Brucella abortus*) เป็นต้น

1.1.2.2 เกิดจากบุคคลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับนม

คนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับนม เช่น คนรีดนมโค คนชั่งนม คนรับซื้อนม คนควบคุมเครื่องจักรผลิตนม บุคคลเหล่านี้ถ้าเป็นโรคติดต่อ เช่น วัณโรค ก็อาจจะแพร่เชื้อโรคลงสู่ถังนมผ่านไปยังผู้บริโภคได้ ดังนั้นก่อนจะรับคนเข้าทำงานจะต้องผ่านการตรวจโรคติดต่อก่อนโรคสำคัญ ๆ ที่ติดต่อจากคนผ่านไปยังนม ได้แก่

1. โรคไทฟอยด์ จากเชื้อแบคทีเรียซาลโมเนลลา ไทโฟซา

(*Salmonella typhosa*)

2. โรควัณโรค จากเชื้อแบคทีเรียไมโคแบคทีเรียม ทิวเบอร์คิวโลซิส

(*Mycobacterium tuberculosis*)

3. โรคท้องร่วง จากเชื้อแบคทีเรียชิเกลลา ไคเซนเทอริอี

(*Shigella dysenteriae*)

1.2 จำแนกตามอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต สามารถจำแนกออกเป็น

3 ประเภท คือ

1. ไชโครฟิลิก ไมโครออร์แกนนิซึม (Psychrophilic Microorganisms)

จุลินทรีย์ไชโครฟิลิก คือ จุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 8 - 10 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์กลุ่มนี้เป็นพวกแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อน ไม่สร้างสปอร์ ส่วนมากไม่ทนต่อความร้อน ตัวอย่างจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ ซูโดโมแนส (*Pseudomonas sp.*) อโครโมแบคเตอร์ (*Achromobacter sp.*) ฟลาโวแบคทีเรียม (*Flavobacterium sp.*) และอัลคาลิเจินัส (*Alcaligenes sp.*)

2. มีโซฟิลิก ไมโครออร์แกนนิซึม (Mesophilic Microorganisms)

จุลินทรีย์มีโซฟิลิก คือ จุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลางคือ 30-40 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์กลุ่มนี้เป็นสาเหตุของโรคในสัตว์ โดยทั่วไปจุลินทรีย์กลุ่มนี้ส่วนมากไม่ทนร้อน ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ ไมโครคอคคัส (*Micrococcus sp.*) สเตรปโตคอคคัส (*Streptococcus sp.*) แบซิลลัส (*Bacillus sp.*) และไมโครแบคทีเรียม (*Microbacterium sp.*)

3. เทอร์โมฟิลิก ไมโครออร์แกนนิซึม (Thermophilic Microorganisms)

จุลินทรีย์เทอร์โมฟิลิกคือจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 50 - 75 องศาเซลเซียส ตัวอย่างของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ได้แก่ แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus sp.*) และแบซิลลัส (*Bacillus sp.*)

1.3 จำแนกตามการหมัก สามารถแบ่งจุลินทรีย์ในนมออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ คือ

1. จุลินทรีย์ประเภทหมักแลคโทส (Lactose Fermenting Microorganisms)

คือจุลินทรีย์ประเภทหมักแลคโทสแล้วได้กรดชนิดต่างๆ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1.1 แลคติกสเตรปโตคอคไค (Lactic Streptococci) คือเชื้อแบคทีเรียสเตรปโต

คอคไค (*Streptococci*) ที่หมักน้ำตาลแลคโทสได้กรดแลคติก ได้แก่

1.1.1 นอนพาโทเจนิก สเตรปโทคอกไค (Nonpathogenic Streptococci) คือ เชื้อแบคทีเรียสเตรปโทคอกไค (*Streptococci*) ที่ไม่เป็นสาเหตุของโรค หมักน้ำตาลแลคโทสในนมได้ กรดแลคติกออกมาอย่างเดียว แบคทีเรียชนิดนี้ส่วนมากนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเชื้อหมักในการทำ ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่ใช้นมเป็นวัตถุดิบ เช่น สเตรปโทคอกคัส แลคทิส (*Streptococcus lactis*) สเตรปโทคอกคัส ครีโมริส (*Streptococcus cremoris*) สเตรปโทคอกคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophilus*)

1.1.2 พาโทเจนิก สเตรปโทคอกไค (Pathogenic Streptococci) คือ เชื้อแบคทีเรียสเตรปโทคอกไค (*Streptococci*) ที่เป็นสาเหตุของโรคเด็มนมอักเสบ หมักน้ำตาลแลคโทสได้ กรดแลคติกอย่างเดียว เช่น สเตรปโทคอกคัส อกาแลคเทีย (*Streptococcus agalactiae*) สเตรปโทคอกคัส โบวิส (*Streptococcus bovis*) สเตรปโทคอกคัส ฟีคาลิส (*Streptococcus faecalis*)

1.1.3 สเตรปโทคอกไค (*Streptococci*) หมักแลคโทสได้กรดแลคติก กรดอะซิติกและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น สเตรปโทคอกคัส พาราซิโตรไวรัส (*Streptococcus paracitrovorus*)

1.2 แลคติก แลคโตบาซิลไล (*Lactic Lactobacilli*) คือ เชื้อแบคทีเรียประเภท แลคโตบาซิลไล (*Lactobacilli*) ที่หมักน้ำตาลแลคโทสได้กรดแลคติกอย่างเดียว แบคทีเรียพวกนี้ ส่วนมากนำไปใช้เป็นเชื้อหมัก เช่น แลคโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส (*Lactobacillus acidophilus*) แลคโตบาซิลลัส เคซีไอ (*Lactobacillus casei*) , แลคโตบาซิลลัส บุลกาอิกัส (*Lactobacillus bulgaricus*)

1.3 แลคโทส เฟอว์เมนติง โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (*Lactose Fermenting Coliform Bacteria*) คือเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์ม มีรูปร่างเป็นพวกแกรมลบ มีลักษณะรูปร่างเป็นท่อน ไม่สร้างสปอร์ หมักน้ำตาลแลคโทสได้กรดแลคติกและก๊าซ พบในลำไส้ของคนและสัตว์ สามารถเจริญได้ทั้ง 3 สภาพ คือ แอโรบิก (Aerobic) แฟคัลเททีฟ (Facultative) และแอนแอโรบิก (Anaerobic) ส่วนมากเป็นพวกนอนพาโทเจนิกแบคทีเรีย (Non - Pathogenic Bacteria) ยกเว้นบางสายพันธุ์ของเอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*) ซึ่งเป็นพาโทเจนิกแบคทีเรีย (Pathogenic Bacteria) ตัวอย่างแบคทีเรียในกลุ่มนี้ ได้แก่ เอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*) และแอโรแบคเตอร์ แอโรจีเนส (*Aerobacter aerogenes*)

1.4 บิวทีริก แอซิด แบคทีเรีย (*Butyric Acid Bacteria*) คือเชื้อแบคทีเรียชนิดที่หมักกรดแลคติกแล้วได้กรดบิวทีริก ตัวอย่างแบคทีเรีย ได้แก่ คลอสตริเดียม เวลชีไอ (*Clostridium welchii*)

2. จุลินทรีย์ประเภทหมักโปรตีนเป็นเปปโตน (Peptonizing Microorganisms)

จุลินทรีย์ประเภทนี้จะย่อยโปรตีนแล้วได้เปปโตนซึ่งเป็นสารที่มีรสขม ดังนั้นถ้าพบว่าเมื่ออยู่ในนมจะทำให้นมมีรสขม นอกจากนี้จุลินทรีย์ดังกล่าวยังทำให้นมมีกลิ่นเหม็นหืน หืน สี กลิ่น รส ผิดปกติ ตัวอย่างแบคทีเรียในกลุ่มนี้ ได้แก่ บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) ซูโดโมแนส ฟลูออเรสเซนส์ (*Pseudomonas fluorescens*) สเตรปโตคอกคัส ไลควิฟาเซียน (*Streptococcus liquefaciens*) บาซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*)

3. จุลินทรีย์ประเภทหมักไขมันเป็นกรดไขมันอิสระ

จุลินทรีย์พวกนี้เป็นพวกที่ย่อยไขมันในนม เจริญได้ที่อุณหภูมิค่าโดยจะผลิตเอนไซม์ไลเปสออกมาย่อยไขมันทำให้เกิดกลิ่นหืน ตัวอย่างแบคทีเรียในกลุ่มนี้ ได้แก่ ซูโดโมแนส ฟราจี (*Pseudomonas fragi*) และอโครโมแบคเตอร์ ลิโปไลติคัม (*Achrombacter lipolyticum*)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยตรวจสอบปริมาณของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด นมสดชนิดยูเอชที รสจืด ไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิค่า ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม

1.6 มาตรฐานของผลิตภัณฑ์นม

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 26 (2522 : 27-32) และฉบับที่ 35 (2522 : 40-42) ได้กำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์นมแต่ละประเภทไว้ดังนี้

1. นมสด ต้องมีมาตรฐานดังนี้

1.1 ปราศจากเชื้อโรคอันอาจติดต่อกับคนได้

1.2 ไม่มีน้ำนมเน่าเหลืองเจือปน

1.3 ไม่มีสารที่อาจเป็นพิษในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น สารปฏิชีวนะ

สารตกค้างจากยาฆ่าแมลง

1.4 มีไขมันนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่า 8.5% ของน้ำหนัก และมีมันเนยไม่น้อยกว่า

3.2 % ของน้ำหนัก สำหรับนมสดที่มีได้แยกออกหรือเติมวัตถุอื่นใด

1.5 มีไขมันนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่า 8.5 % ของน้ำหนัก และมีมันเนยไม่น้อยกว่า 0.1 % และไม่ถึง 3.2 % ของน้ำหนัก สำหรับนมสดพร้อมมันเนย

1.6 มีธาตุน้ำมันไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่า 8.8 % ของน้ำหนัก และมีมันเนยไม่ถึง 0.1 % ของน้ำหนัก สำหรับนมสดขาดมันเนย

1.7 ผ่านความร้อนก่อนจำหน่ายแก่ผู้บริโภคโดยตรง

นมสดที่ผ่านความร้อน ได้แก่ นมสดที่ผ่านความร้อนตามกรรมวิธีดังต่อไปนี้

1. พาสเจอร์ไรส์ หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงที่อยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาทีหรือทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงที่อยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 16 วินาที แล้วจึงทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า ทั้งนี้จะผ่านกรรมวิธีทำนมสดให้เป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้

2. สเตอริไลส์ หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาที่เหมาะสม ทั้งนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทำนมสดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3. ยูเอชที หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาน้อยกว่า 1 วินาที แล้วบรรจุลงในภาชนะและในสภาวะที่ปราศจากเชื้อ ทั้งนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทำนมสดให้เป็นเนื้อเดียวกัน

นมสดที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ สเตอริไลส์ หรือ ยูเอชที ต้องมีมาตรฐานดังนี้

1. มีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของนมชนิดนั้น
2. มีลักษณะเหลวไม่เป็นเม็ดหรือก้อน
3. ไม่มีวัตถุกันเสีย
4. ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
5. ไม่มีสารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
6. ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด *E. coli* ในอาหาร 0.1 มิลลิลิตร
7. ตรวจไม่พบแบคทีเรียในนมสดสเตอริไลส์ 0.1 มิลลิลิตร และมีแบคทีเรีย
 - 7.1 ไม่เกิน 50,000 ในนมสดพาสเจอร์ไรส์ 1 มิลลิลิตร
 - 7.2 ไม่เกิน 10 ในนมสดยู เอช ที 1 มิลลิลิตร

นมสดที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่จำหน่ายต้องไม่เกิน 3 วัน นับตั้งแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. นมปรุงแต่งชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ สเตอริไลส์ หรือ ยูเอชที ต้องมีมาตรฐานดังนี้

- 2.1 มีกลิ่นรส ตามลักษณะเฉพาะของนมปรุงแต่งนั้น
- 2.2 ต้องมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันไม่เป็นก้อน

2.3 มีธาตุน้ำมันไม่รวมไขมัน ไม่น้อยกว่า 8 % ของน้ำหนัก และมีสิ่งปรุงแต่งรวมกันทั้งสิ้นไม่เกิน 6% ของน้ำหนัก

2.4 ไม่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล

2.5 ไม่มีวัตถุกันเสีย

2.6 ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2.7 ไม่มีสารพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

2.8 ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด *E. coli* ในอาหาร 0.1 มิลลิลิตร

2.9 ตรวจไม่พบแบคทีเรียในนมปรุงแต่งสเตอริไลส์ 0.1 มิลลิลิตร และมีแบคทีเรีย

2.9.1 ไม่เกิน 50,000 ในปรุงแต่งพาสเจอร์ไรส์ 1 มิลลิลิตร

2.9.2 ไม่เกิน 10 ในนมปรุงแต่งยูเอชที 1 มิลลิลิตร

3. นมผง ต้องมีมาตรฐานดังนี้

3.1 มีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของนมผงชนิดนั้น

3.2 มีลักษณะเป็นผง ไม่เกาะเป็นก้อน

3.3 มีความชื้นไม่เกิน 5 % ของน้ำหนัก

3.4 มีมันเนยไม่น้อยกว่า 26 % ของน้ำหนักสำหรับนมผงธรรมดา ไม่น้อยกว่า 1.5% ของน้ำหนักและไม่ถึง 26%ของน้ำหนัก สำหรับนมผงพร้อมมันเนย และไม่ถึง 1.5% ของน้ำหนักสำหรับนมผงขาดมันเนย

3.5 มีแบคทีเรียไม่เกิน 100,000 ในอาหาร 1 กรัม

3.6 ไม่มีวัตถุกันเสีย

3.7 ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

3.8 ไม่มีสารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

4. นมข้น ต้องมีมาตรฐานดังนี้

4.1 มีกลิ่นตามลักษณะเฉพาะของนมชนิดนั้น

4.2 ต้องเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่เป็นก้อน

4.3 มีธาตุน้ำมันไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่า 17.5 % ของน้ำหนัก และมีมันเนยไม่น้อยกว่า 7.5 % ของน้ำหนัก สำหรับนมข้นไม่หวาน

4.4 มีธาตุน้ำมันไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่า 20 % ของน้ำหนัก และมีมันเนยไม่น้อยกว่า 8 % ของน้ำหนัก สำหรับนมข้นหวาน

4.5 มีธาตุน้ำมันทั้งหมดไม่น้อยกว่า 20 % ของน้ำหนัก สำหรับนมข้นขาดมันเนยไม่หวาน

- 4.6 มีธาตุน้ำหนักทั้งหมดไม่น้อยกว่า 24% ของน้ำหนัก สำหรับนมข้นขาดมันเนยหวาน
- 4.7 ตรวจไม่พบแบคทีเรียในนมข้นไม่หวานและนมข้นขาดมันเนยไม่หวาน 0.1 มิลลิลิตร
- 4.8 มีแบคทีเรียไม่เกิน 10,000 ในนมข้นหวานและนมข้นขาดมันเนยหวาน 1 กรัม
- 4.9 ตรวจไม่พบแบคทีเรียจำพวกโคลิฟอร์มในนมข้นหวานและนมข้นขาดมันเนยหวาน

0.1 กรัม

- 4.10 มียีสต์และเชื้อรารวมกันได้ไม่เกิน 10 ในนมข้นหวานและนมข้นขาดมันเนยหวาน 1

กรัม

- 4.11 ไม่มีวัตถุกันเสีย
- 4.12 ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
- 4.13 ไม่มีสารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
- 5. นมคั้นรูป ต้องมีมาตรฐานดังนี้
 - 5.1 มีมาตรฐานเช่นเดียวกับนมสดผ่านความร้อน สำหรับนมคั้นรูปธรรมดา
 - 5.2 มีมาตรฐานเช่นเดียวกับนมข้นไม่หวาน สำหรับนมคั้นรูปไม่หวาน
 - 5.3 มีมาตรฐานเช่นเดียวกับนมข้นหวาน สำหรับนมคั้นรูปหวาน
 - 5.4 มีมาตรฐานเช่นเดียวกับนมข้นขาดมันเนยไม่หวาน สำหรับนมคั้นรูปขาดมันเนย
 - 5.5 มีมาตรฐานเช่นเดียวกับนมข้นขาดมันเนยหวาน สำหรับนมคั้นรูปขาดมันเนย

ไม่หวาน

หวาน

นมคั้นรูปต้องผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ สเตอริไลส์ และยูเอชที ในกรณีที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์จะต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่จำหน่ายต้องไม่เกิน 3 วัน นับตั้งแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

6. นมแปลงไขมัน ต้องมีมาตรฐานดังนี้

6.1 มีธาตุน้ำหนักไม่รวมไขมันไม่น้อยกว่า 8.5 % ของน้ำหนัก และมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่า 3.2 % ของน้ำหนัก สำหรับนมแปลงไขมันธรรมดา ถ้าเป็นนมแปลงไขมันธรรมดาที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ นมแปลงไขมันธรรมดาที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์หรือนมแปลงไขมันธรรมดาที่ผ่านกรรมวิธียูเอชที ต้องมีมาตรฐานเหมือนนมสดที่กรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ สเตอริไลส์และยูเอชที

6.2 มีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่า 26 % ของน้ำหนัก และมีมาตรฐานเช่นเดียวกับนมผงสำหรับนมผงแปลงไขมัน

6.3 มีธาตุน้ำมันรวมไขมันไม่น้อยกว่า 17.5 % ของน้ำหนัก และมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่า 6 % ของน้ำหนัก และต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับมาตรฐานของนมข้นข้อย 1 2 7 11 12 และ 13 สำหรับนมแปลงไขมันไม่หวาน

6.4 มีธาตุน้ำมันรวมไขมันไม่น้อยกว่า 20% ของน้ำหนัก และมีไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่า 7 % ของน้ำหนัก และต้องมีมาตรฐานเช่นเดียวกับมาตรฐานของนมข้นข้อย 1 2 8 9 10 11 12 และ 13 สำหรับนมแปลงไขมันหวาน

นมแปลงไขมันธรรมดาต้องผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ สเตอริไลส์ และยูเอชที ในกรณีผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์จะต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่จำหน่ายต้องไม่เกิน 3 วัน นับตั้งแต่วันที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

7. ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว ต้องมีมาตรฐานดังนี้

- 7.1 มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 1.5% ของน้ำหนัก
- 7.2 ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด *E. coli* ในอาหาร 0.1 กรัม
- 7.3 ไม่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล
- 7.4 ไม่มีวัตถุกันเสีย
- 7.5 ทำให้เกิดโรค
- 7.6 ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

8. ภาชนะบรรจุนมโคที่จำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค ต้องมีมาตรฐานดังนี้

- 8.1 สะอาด
- 8.2 ไม่เคยใช้ใส่อาหารหรือวัตถุอื่นใดมาก่อน เว้นแต่ภาชนะบรรจุที่เป็นแก้ว
- 8.3 เป็นภาชนะบรรจุที่ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับอาหารในปริมาณที่อาจเป็นอันตราย

ต่อสุขภาพ

9. การผลิตนมโค

ถ้าจำเป็นต้องใช้วัตถุเจือปนในอาหาร นอกจากวัตถุกันเสีย จะต้องใช้ในปริมาณและชนิดที่ไม่เป็นอันตรายหรืออาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค ตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยตรวจสอบลักษณะทางกายภาพและตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์นมสดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 26 (2522 : 27-32) ข้อ 1 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 35 (2522 : 40-42) ข้อ 2 ตามลำดับ

2. เอกสารเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวภาพ

2.3 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี

2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

ศิริภรณ์ เจริญพสุนันต์ (2538 : 10-14) ได้แบ่งคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำนมออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

2.1.1 สี กลิ่น และรส

สีของน้ำนมสามารถบอกคุณภาพของน้ำนมได้ โดยปกติสีน้ำนมที่มีคุณภาพดีจะมีสีขาวเพราะมีเคซีนเป็นองค์ประกอบ ถ้าเป็นฤดูที่แม่วัวได้รับหญ้าสดมากๆ สีของน้ำนมจะมีสีเหลืองอ่อน เพราะมีสารแคโรทีนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ในน้ำนม เช่น โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ ฯลฯ เป็นส่วนที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของน้ำนม ทำให้เราสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีในน้ำนมได้ กล่าวคือถ้าองค์ประกอบต่างๆ ข้างต้นลดลงจะทำให้สีของน้ำนมมีสีขาวอมฟ้า

กลิ่นของน้ำนมสามารถบอกคุณภาพของน้ำนมได้ เช่น ถ้าเป็นน้ำนมดิบที่รีดจากแม่วัวใหม่ๆ จะมีกลิ่นหอมซึ่งบ่งบอกถึงความสดของน้ำนม ส่วนนมที่ผ่านความร้อน กลิ่นหอมของนมสดจะระเหยไป เหลือแต่กลิ่นนมสุก ถ้านมเสื่อมคุณภาพกลิ่นของน้ำนมจะมีกลิ่นเหม็นบูด แสดงว่าน้ำมนั้นเสียแล้ว

รสของน้ำนม ปกติสีน้ำนมตามธรรมชาติจะมีรสหวานเพราะมีน้ำตาลแลคโทสเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 4.9 % แต่อาจพบรสชาติของน้ำนมแตกต่างไปจากปกติได้ เช่น

- รสเค็ม เพราะมีเกลือคลอไรด์ปนอยู่ในน้ำนม
- รสขม เพราะมีแบคทีเรียประเภทที่ทนความร้อนปล่อยเอนไซม์ออกมา

ย่อยโปรตีนบางส่วนเป็นเปปโตน ส่วนมากจะพบนมรสขมในผลิตภัณฑ์นมสเตอริไลส์

- รสเปรี้ยว เพราะแบคทีเรียบางชนิดในน้ำนมเปลี่ยนน้ำตาลแลคโทสให้เป็นกรดแลกติก

2.1.2 ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะของน้ำนมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.027-1.035 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.032) ความถ่วงจำเพาะของน้ำนมจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับปริมาณของแข็งในน้ำนม การทราบค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมที่แน่นอนจะใช้ในการตรวจสอบการปลอมปนของน้ำนม

2.1.3 จุดเยือกแข็ง

ค่าจุดเยือกแข็งของน้ำนมอยู่ระหว่าง -0.530 ถึง -0.550 องศาเซลเซียส (ค่าเฉลี่ยของจุดเยือกแข็งเท่ากับ -0.540 องศาเซลเซียส) ค่าของจุดเยือกแข็งของน้ำนมจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก ยกเว้นถ้ามีการเติมน้ำลงไปในน้ำนม ดังนั้นการวัดค่าจุดเยือกแข็งสามารถใช้ตรวจสอบปริมาณน้ำที่เติมลงไปในน้ำนม จุดเยือกแข็งของน้ำนมขึ้นอยู่กับจำนวนโมเลกุลของของแข็งที่ละลายอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลูโคสและน้ำตาลแลคโทส

2.1.4 จุดเดือด

จุดเดือดของน้ำนมใกล้เคียงกับจุดเดือดของน้ำคือประมาณ 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากในน้ำนมมีของแข็งหลายชนิดที่ทำให้จุดเดือดของน้ำนมเพิ่มขึ้น เมื่อนำน้ำนมมาต้มให้เดือดจะมีฝ้าลอยบนผิวหน้า ซึ่งเกิดจากการจับตัวของเคซีนและแคลเซียม โดยมีไขมันปนอยู่ จึงสามารถตรวจสอบความสดของน้ำนมโดยการคั้นน้ำนมให้เดือด แล้วดูการจับตัวเป็นฝ้า ในกรณีที่น้ำนมเริ่มเสียจะมีความเป็นกรดสูง เมื่อต้มให้เดือดจะมีการจับตัวเป็นฝ้าหนามากเรียกว่า

คลอท ออน บอย เทส (Clot on Boil Test)

2.1.5 ความหนืด

ความหนืดคือความต้านทานต่อการไหลของของเหลว ความหนืดมีผลต่อลักษณะของเนื้อมนมและความรู้สึกเมื่อดื่ม ความหนืดของน้ำนมขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของของแข็งในน้ำนม โดยเฉพาะโปรตีนจะมีผลกระทบต่อความหนืดมาก

2.1.6 ความเป็นกรด

ความเป็นกรดของน้ำนมสามารถวัดได้โดยการทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส (pH) โดยปกติน้ำนมจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.3 - 6.9 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.6) สามารถใช้ค่าความเป็นกรด-เบส บอกคุณภาพของน้ำนมได้ กล่าวคือถ้าเป็นนมเสียเนื่องจากการปนเปื้อนของ

จุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรดจะสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถวัดความเป็นกรด-เบสของน้ำนมในรูปของค่าไทเทรเอเบิล แอซิดิตี (Titratable Acidity :TA) หรือเรียกว่าเปอร์เซ็นต์ แอซิดิตี (Percent Acidity) โดยปกติ น้ำนมจะมีค่าไทเทรเอเบิล แอซิดิตีอยู่ระหว่าง 0.14-0.17 %

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆ ทางกายภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ สี กลิ่น จุดเดือดและความเป็นกรด-เบส เพราะเป็นลักษณะทางกายภาพที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่ายและใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการทดลองไม่ซับซ้อน

2.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ การตรวจสอบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นม

บรรศักดิ์ ลีลานนท์ (2535 : 104-109) ได้จำแนกวิธีการตรวจสอบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ การตรวจสอบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมทางตรง และการตรวจสอบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมทางอ้อม

การตรวจสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมทางตรง

1. สแตนดาร์ด เพลท เค๊าท์ (Standard Plate Count : SPC)

โดยการนำตัวอย่างนมที่เจือจางแล้วใส่จานเพาะเชื้อ (Petri Dish) ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อเพลท เค๊าท์ (Plate Count Agar) แล้วนำเข้าตู้อบ หลังจากนั้นจึงนำออกมานับจำนวนของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น วิธีนี้ถือว่าเป็นวิธีมาตรฐานที่มีความแม่นยำและเชื่อถือได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ จึงนิยมใช้กันมาก แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดดังนี้

- ใช้เวลานาน 24-48 ชั่วโมง จึงทราบผล
- ตรวจสอบเฉพาะแอโรบิก แบคทีเรีย (Aerobic Bacteria)
- อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ไม่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ทุกชนิดที่มีในน้ำนม
- อุณหภูมิที่ใช้บ่มเพาะเชื้อ (37 องศาเซลเซียส) ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต

ของจุลินทรีย์ทุกชนิด

ค่ามาตรฐานทั่วไป

น้ำนมดิบเกรด 1 ต้องมีจุลินทรีย์น้อยกว่า 20,000 โคโลนี / มิลลิลิตร

น้ำนมดิบเกรด 2 ต้องมีจุลินทรีย์น้อยกว่า 20,000-200,000 โคโลนี / มิลลิลิตร

น้ำนมดิบเกรด 3 มีจุลินทรีย์มากกว่า 200,000 โคโลนี / มิลลิลิตร

สำหรับนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้วไม่ควรจะมีจุลินทรีย์เกิน 50,000 โคโลนี / มิลลิลิตร

ส่วนน้ำที่ใช้ไม่ควรมีเกิน 500 โคโลนี / มิลลิลิตร

2. ไคเร็ก ไมโครสโคปิก เค๊าท์ (Direct Microscopic Count : DMC) เป็นวิธีตรวจนับจุลินทรีย์โดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยการนำตัวอย่างนม 0.01 มิลลิลิตร เกลี่ยบนสไลด์ที่สะอาด เป็นพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร เมื่อนำนมบนสไลด์แห้งแล้ว สกัคไขมันโดยใช้ไซลอล (Xylo) ฟิกสเมียร์ (Fix Smear) ด้วยแอลกอฮอล์ 95% แล้วย้อมด้วยเมทิลีนบลู (Methylene Blue) หลังจากนั้นนำสไลด์ไปนับจำนวนจุลินทรีย์ด้วยกล้องจุลทรรศน์

ข้อดีของวิธีไคเร็ก ไมโครสโคปิก เค๊าท์ ได้แก่

- สามารถตรวจนับและรู้ผลได้รวดเร็ว
- การตรวจสอบทำได้ง่าย
- ค่าใช้จ่ายต่ำ
- สามารถทราบชนิดและประเภทของจุลินทรีย์ที่มีในน้ำนมอย่างคร่าวๆ ได้
- สามารถนับจำนวนเซลล์ของเมคโรฟิตขาวได้ด้วย ถ้าพบว่ามีเป็นจำนวนมากอาจ

สันนิษฐานได้ว่านมนั้นมาจากเต้าซึ่งเป็นโรคเค้านมอักเสบ

ข้อเสียของวิธีไคเร็ก ไมโครสโคปิก เค๊าท์ ได้แก่

- ปริมาณน้ำนมที่น้อยมากในการตรวจ ความแน่นอนของการวัดปริมาณน้ำนม พื้นที่ที่เกลี่ยน้ำนม ตลอดจนความหนาบางของการเกลี่ย เป็นปัจจัยที่สำคัญของการวัดด้วยวิธีนี้
- ไม่เหมาะกับการนับจุลินทรีย์ในน้ำนมที่สะอาด เช่น นมดิบเกรด 1 ไม่เหมาะสมกับการนับจุลินทรีย์ในนมพาสเจอร์ไรส์ เพราะเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายใหม่ๆ มักติดสีย้อม ทำให้นับผิดพลาด
- จำนวนจุลินทรีย์ที่นับได้มีจำนวนมากกว่าวิธีสแตนด์การ์ด เพลท เค๊าท์ เนื่องจากมีการนับเซลล์ที่ตายแล้ว แต่ติดสีย้อมเข้าไปด้วย

การตรวจสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมทางอ้อม

1. เมทิลีนบลู รีดักชัน เทส (Methylene Blue Reduction Test : MBR Test)

วิธีนี้เป็นวิธีตรวจหาจำนวนแบคทีเรียทางอ้อม โดยอาศัยปฏิกิริยาของกระบวนการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย คือ เมื่อเติมเมทิลีนบลู (Methylene Blue) ลงไปในน้ำนมจะได้ออกซิเจนที่มีสีน้ำเงิน เมื่อแบคทีเรียในน้ำนมเจริญเติบโตจะใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำนมทำให้ค่าออกซิเดชัน-รีดักชันโพเทนเชียล (Oxidation - Reduction Potential) ลดลงเนื่องจากออกซิเจนถูกใช้ไป สีน้ำเงินจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสี ดังนั้นถ้ามีแบคทีเรียในน้ำนมปริมาณมากก็จะมีค่าออกซิเดชันที่มีในน้ำนมอย่างรวดเร็วระยะเวลาของการเปลี่ยนสีจะเป็นตัวชี้ถึงปริมาณแบคทีเรียที่มีอยู่ในน้ำนม ถ้าการเปลี่ยนสีเร็วมากก็แสดงว่าเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากมีปริมาณแบคทีเรียมาก ระยะเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสี

ประมาณ 6-8 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำนม นับตั้งแต่เดิมสีเมธิลินบลูลงไป จากนั้นจึงนำไปเทียบจำนวนชั่วโมงการเปลี่ยนสีที่กำหนดขึ้น เพื่อแบ่งเกรดของน้ำนม

- การแบ่งเกรดของน้ำนมโดยดูชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมธิลินบลู ตามระเบียบขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทยว่าด้วยการให้ราคาน้ำนมดิบ พ.ศ. 2524 มีดังนี้

จำนวนชั่วโมงการเปลี่ยนสี	เกรดนม
มากกว่า 6 ชั่วโมง	1
มากกว่า 4 - 6 ชั่วโมง	2
มากกว่า 3 - 4 ชั่วโมง	3
น้อยกว่า 3 ชั่วโมง	4

- การแบ่งเกรดตามแบบของ American Public Health Association มีดังนี้

จำนวนชั่วโมงการเปลี่ยนสี	เกรดนม
มากกว่า 8 ชั่วโมง	1
มากกว่า 6 - 8 ชั่วโมง	2
มากกว่า 2 - 6 ชั่วโมง	3
น้อยกว่า 2 ชั่วโมง	4

ข้อจำกัดของเมธิลินบลู รีดักชัน เทส คือ

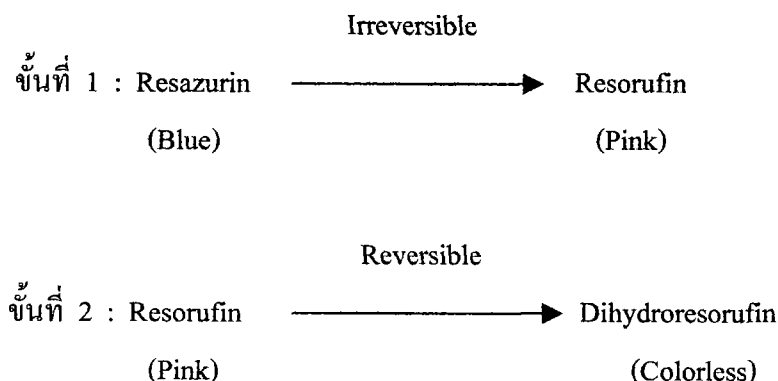
- แสงแดดและแสงสว่างมีผลทำให้สีเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น
- จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว (Leucocytes) สามารถเปลี่ยนสีเมธิลินบลูได้
- แบคทีเรียต่างชนิดกันมีความสามารถในการเปลี่ยนสีเมธิลินบลูไม่เท่ากัน เช่น

สเตรปโทคอกคัส แลคทีส (*Streptococcus lactis*) สามารถเปลี่ยนสีได้เร็ว แต่บาซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) และสเตรปโทคอกคัส อกาแลคเทีย (*Streptococcus agalactiae*) สามารถเปลี่ยนสีได้ช้ามาก

- ในขณะที่บ่มหลอดทดลองในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) เมื่อไขมันจะค่อยๆ ลอยขึ้นสู่ผิวบนและกวาดเอาแบคทีเรียขึ้นมาที่ผิวบนด้วย ทำให้มีแบคทีเรียในส่วนล่างของหลอดน้อย ดังนั้นการเปลี่ยนสีจึงช้าและใช้เวลานาน

- หากอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น หลอดแก้วมีสารเคมีบางอย่างตกค้างอยู่จะทำให้ระยะเวลาการเปลี่ยนสีเมธิลินบลูผิดไป

2. รีซาซูริน (Resazurin Test) เป็นการตรวจสอบที่มีวิธีการและอาศัยหลักการคล้าย MBR test แต่สามารถอ่านผลได้รวดเร็วคือภายใน 1 ชั่วโมง โดยใช้รีซาซูริน(Resazurin) เป็นออกซิเดชัน-รีดักชัน อินดิเคเตอร์ (Oxidation-Reduction Indicator) การเปลี่ยนแปลงสีของรีซาซูรินมี 2 ขั้นตอน ดังนี้



การทดสอบทำได้โดยเติมสารละลายรีซาซูริน (Resazurin Solution) ลงในน้ำนมตัวอย่างแล้ว บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาเทียบกับ สีมาตรฐาน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาวิธีการตรวจสอบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมทางอ้อม 2 วิธี ได้แก่ การตรวจสอบแบคทีเรียโดยใช้สารละลายเมทิลีนบลู (Methylene Blue Reduction Test) และการตรวจสอบแบคทีเรียโดยใช้รีซาซูริน (Resazurin Test) เพราะเป็นวิธีมาตรฐานที่นิยมใช้ในการตรวจสอบแบคทีเรีย เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการทดลองไม่ ซับซ้อน

2.3 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี แบ่งออกเป็น

2.3.1 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2539 :141) ได้กล่าวถึงวิธีตรวจสอบคุณภาพ โปรตีนในผลิตภัณฑ์นมว่าสามารถทำได้โดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีของโปรตีนกับรีเอเจนต์บางชนิด ซึ่งจะทำให้เกิดสารประกอบที่มีสี ซึ่งสามารถมองเห็นได้ รีเอเจนต์ที่ใช้ในการทดสอบโปรตีนมีหลาย ชนิด เช่น สารละลายมิลลอน สารละลายนินไฮดริน คอปเปอร์ซัลเฟตในสารละลายค่าง เป็นต้น รีเอเจนต์และปฏิกิริยาที่ใช้ในการตรวจสอบโปรตีนมีดังนี้

1. ปฏิกิริยาไบยูเรต (Biuret Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่สามารถใช้ตรวจสอบโปรตีน ทุกชนิดโดยอาศัยหลักการที่ว่า พันธะเปปไทด์ในโปรตีนจะทำปฏิกิริยากับคอปเปอร์ซัลเฟต

(Copper Sulphate : CuSO_4) ในสารละลายต่าง แล้วให้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วง ดังนั้นถ้าผลิตภัณฑ์นั้นมีโปรตีนอยู่ เมื่อเติมคอปเปอร์ซัลเฟตในสารละลายต่างลงไปจะเกิดสารละลายสีม่วง

2. ปฏิกริยาของมิลลอน (Millon's Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนไทโรซีน (Tyrosine Amino Acid) เป็นองค์ประกอบ โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อเติมสารละลายมิลลอน (สารละลายมิลลอนคือปรอทละลายในกรดไนตริก) ลงในโปรตีนที่มีกรดอะมิโนไทโรซีนจะได้ตะกอนสีขาว ซึ่งเมื่อนำไปเผาจะเปลี่ยนเป็นสีแดง

3. ปฏิกริยาของโฟลิน (Folin - Ciocalteu Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนไทโรซีนเป็นองค์ประกอบ โดยจะให้สีน้ำเงินกับสารละลายโฟลิน-ฟีนอล รีเอเจนต์ (Folin-Phenol Reagent)

4. ปฏิกริยานินไฮดริน (Ninhydrin Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนชนิดแอลฟา (α -Amino Acid) ได้แก่ อะลานีน (Alanine) วาลีน (Valine) ไอโซลิวซีน (Isoleucine) ทริปโตเฟน (Tryptophan) เมไทโอนีน (Methionine) ไลซีน (Lysine) อาร์จินีน (Arginine) โดยจะทำปฏิกิริยากับสารละลายนินไฮดริน (Ninhydrin Solution) ได้สารสีน้ำเงินหรือม่วงแดง

5. ปฏิกริยาแซนโทโปรเทอิก (Xanthoproteic Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่ประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน (Benzene Ring) ในโมเลกุล เช่น ไทโรซีน (Tyrosine) เฟนิลอะลานีน (Phenylalanine) ทริปโตเฟน (Tryptophan) เมื่อเติมกรดไนตริก (Nitric acid : HNO_3) เข้มข้นลงในสารละลายที่มีกรดอะมิโนชนิดนี้จะได้ตะกอนสีเหลือง เมื่อต้มในน้ำเดือดจะได้สารละลายสีเหลือง เมื่อตั้งทิ้งให้เย็นแล้วค่อยๆ เติมน้ำแอมโมเนียเข้มข้นจะได้ตะกอนสีส้ม

6. ปฏิกริยาฮอฟกินส์ - โคล (Hopkins - Cole Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนทริปโตเฟนเป็นองค์ประกอบ โปรตีนชนิดนี้จะทำปฏิกิริยากับกรดไกลออกซาลิก (Glyoxylic Acid) ซึ่งเมื่อค่อยๆ เติมกรดซัลฟูริก (Sulfuric acid : H_2SO_4) ลงในหลอดทดสอบ จะได้สารสีม่วงเกิดขึ้นระหว่างชั้นของของเหลว

7. ปฏิกริยากับแอลฟาแนปทอล (α -Naphthol) และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium Hypochlorite) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนอาร์จินีน (Arginine Amino Acid) เป็นองค์ประกอบ โดยจะทำปฏิกิริยากับสารละลายแนปทอลแล้วให้สีแดง

ยูดี วัฒนโกคาสิน (2541 :71) ได้กล่าวถึงวิธีตรวจสอบปริมาณโปรตีนไว้ว่า สามารถทำได้โดยอาศัยคุณสมบัติต่างๆ ของโปรตีน ซึ่งทำได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีจะมีความไว (Sensitivity) ต่อการวิเคราะห์แตกต่างกัน วิธีที่นิยมใช้กันมาก คือ

1. วิธีโฟลลินเลาว์รี (Folin - Lowry Method)

วิธีโฟลลินเลาว์รี อาศัยหลักการที่ว่า เมื่อโปรตีนทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมทังสเตท และโซเดียมโมลิบเดต (Sodium Tungstate and Sodium Molybdate) ในกรดฟอสฟอริกและกรดไฮโดรคลอริกได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่ดูดกลืนแสงได้ดีที่ 750 นาโนเมตร สารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากกรดอะมิโนไทโรซีนและทริปโตเฟนในโปรตีนโมเลกุลโปรตีน ฟอสโฟโมลิบเดตในสารละลาย แล้วรวมกับคอปเปอร์ซัลเฟตในเบส กลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน

2. วิธีเจลดาล์ (Kjeldahl Method)

วิธีเจลดาล์ เป็นวิธีหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของสาร โดยอาศัยหลักการที่ว่าสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อนำมาต้มกับกรดซัลฟิวริกเข้มข้น โดยมีคอปเปอร์ซัลเฟตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และโพแทสเซียมซัลเฟตเป็นตัวช่วยทำให้ความร้อนของสารละลายเพิ่มขึ้น ไนโตรเจนจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต และเมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป กลือแอมโมเนียมจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ และเมื่อนำไปกลั่น กลือแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ จะกลั่นออกมาในรูปของก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งนำไปเก็บในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก หลังจากนั้นสามารถหาปริมาณของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่เกิดขึ้นได้ โดยการไตเตรดหาปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่เหลือด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน โดยมีเมทิลเรด (Methyl Red) เป็นอินดิเคเตอร์ จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณโปรตีนได้

2.3.2 การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2539 : 89-90) ได้กล่าวถึงวิธีตรวจสอบคุณภาพน้ำตาลไว้ดังนี้

1. การตรวจสอบโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) (Benedict's or Fehling's solution) เป็นการตรวจสอบความสามารถในการรีดิวซ์ของน้ำตาล โดยอาศัยสมบัติที่ว่าในสารละลายค่าง น้ำตาลรีดิวซ์ที่มีหมู่อัลดีไฮด์หรือคีโตนสามารถรีดิวซ์คอปเปอร์ และทำให้เกิดสารที่มีสี สารละลายที่ใช้ในการตรวจสอบคือสารละลายเฟห์ลิง ซึ่งเตรียมได้จากสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมโพแทสเซียมคาร์เตต

เมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายเฟห์ลิงที่มีน้ำตาลซึ่งมีความสามารถในการรีดิวซ์ ได้แก่ น้ำตาล โมโนแซ็กคาไรด์ น้ำตาลแลกโทสและมอลโทส สารละลายเฟห์ลิงจะตกตะกอนเป็นคิวปรัสออกไซด์ ซึ่งมีสีน้ำตาลแดง

2. การตรวจสอบโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ (Barfoed's Test) ใช้ตรวจสอบ น้ำตาลไคแซ็กคาไรด์ (น้ำตาลมอลโทสหรือแลกโทส) เนื่องจากน้ำตาลโมโนแซ็กคาไรด์ จะไม่เกิดปฏิกิริยา ซึ่งสารละลายบาร์โฟด์ประกอบด้วยคิวปริกอะซิเตตในกรดอะซิติก ปฏิกิริยาของน้ำตาลแลกโทสและมอลโทสกับสารละลายนี้จะเกิดตะกอนของคิวปรัสออกไซด์

3. การตรวจสอบโดยใช้ปฏิกิริยาโอซาโซน (Osazone Reaction) เป็นการตรวจสอบน้ำตาลที่มีความสามารถในการรีดิวซ์โดยทำปฏิกิริยากับเฟนิลไฮดราซีนเกิดเป็นโอซาโซน ผลิตภัณฑ์ของโอซาโซนจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของน้ำตาล

ส่วนวิธีตรวจสอบปริมาณน้ำตาลสามารถทำได้โดยใช้วิธีการวิเคราะห์โดยน้ำหนักของมุนสันและวอล์กเกอร์ (Munson and Walker) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการหาปริมาณน้ำตาล โดยการหาน้ำหนักของคิวปรัสออกไซด์ที่ได้จากการตกตะกอนของปฏิกิริยา โดยเติมสารละลายเฟห์ลิงที่มากเกินไปพอที่จะทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ลงในสารละลายน้ำตาลที่ทดสอบ แล้วนำสารละลายนี้ไปต้มภายใต้สภาวะที่กำหนด จากนั้นหาปริมาณของคิวปรัสออกไซด์ (Cu_2O) ที่ตกตะกอน แล้วคำนวณหาปริมาณน้ำตาล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นม 3 ทาง คือ คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น จุดเดือด และความเป็นกรด-เบส ของผลิตภัณฑ์นม คุณสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม และคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ โปรตีนและน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม โดยพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ซึ่งประกอบด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 บท ดังนี้

1. การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ สี กลิ่น จุดเดือดและความเป็นกรด-เบส ในผลิตภัณฑ์นม

2. การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

3. การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีริซาซูลิน

4. การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรตและปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก

5. การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) และปฏิกิริยาบาร์โฟด์

3. เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คำว่า “ ปฏิบัติการ ” ตามความหมายในพจนานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 (2531 : 494) หมายถึงการทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี ส่วนบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์นั้นยังไม่มีผู้ให้นิยามไว้ แต่มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายในลักษณะของ วิธีสอนวิธีหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ดังนี้

อรรถัย วิเศษสุกุล (2534 :11) ได้ให้ความหมายของ การสอนแบบปฏิบัติการไว้ว่า หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง เพื่อมุ่งให้นักเรียนมีเสรีภาพทางความคิดและได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูให้คำแนะนำ และบทปฏิบัติการเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการทดลองที่ เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีครูให้คำแนะนำ

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 :79) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ว่า หมายถึง การสอนที่ให้นักเรียนเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติและทดลองด้วยตนเองในสถานการณ์ต่างๆ ทั้ง สถานการณ์จริงและสถานการณ์ที่จำลองขึ้น

สมคิด สร้อยน้ำ (2540 :159) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบปฏิบัติการไว้ว่า หมายถึง การสอนที่นักเรียนได้ทดลองหรือลงมือกระทำด้วยตนเองภายใต้คำแนะนำของครูจนเกิด ความรู้ความเข้าใจ เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงจากคำบอกเล่าหรือจากสมมติฐาน นักเรียนจะได้ค้นพบความรู้ ใหม่จากประสบการณ์ตรงโดยการสังเกตและทดลอง

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรม ที่เน้นการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

3.2 จุดประสงค์ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ฮอฟสตรินและลูเนตตา (Hofstrin and Lunetta, 1982 : 203) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการ เรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อปลูกฝังให้เกิดความสนใจ เจตคติ ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง และความอยากรู้ อยากเห็นในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหา

3. เพื่อส่งเสริมความคิดแบบวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และความสามารถทางสติปัญญา
5. เพื่อพัฒนาความสามารถทางปฏิบัติการทดลอง

3.3 ขั้นตอนในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 80) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เตรียมการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1.1 บอกจุดมุ่งหมายของการทดลองกับนักเรียน

1.2 อธิบายลักษณะของเครื่องมืออุปกรณ์การทดลองทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง

1.3 อธิบายขั้นตอนในการทดลอง ข้อควรระวัง และแนวทางป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

2. ดำเนินการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนลงมือทดลองตามขั้นตอนและอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

3. นำเสนอผลการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองที่ได้บันทึกไว้มาอภิปรายและเสนอผลการทดลองต่อครู

4. สรุปผลการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง เพื่อเป็นความรู้หรือข้อค้นพบใหม่

5. ประเมินผลการทดลอง เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบว่าการทดลองที่ทำมามีปัญหาหรืออุปสรรคอย่างไรบ้าง ผลการทดลองบรรลุตามจุดมุ่งหมายหรือไม่เพียงใด

สมจิต สวชนไพมูลย์ (2541 : 61) กล่าวว่าในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ควรมีลำดับขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาถึงหัวข้อที่จะทำการทดลอง มีการจัดแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ อธิบายถึงระเบียบในการปฏิบัติการทดลอง ให้นักเรียนอ่านสมุดปฏิบัติการมาล่วงหน้าและอธิบายให้นักเรียนรู้จักอุปกรณ์และการใช้อุปกรณ์ชนิดต่างๆ โดยครูควรให้คำแนะนำเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

2. ขั้นดำเนินการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามที่ได้เตรียมการไว้ โดยครูคอยดูแลอย่างใกล้ชิดและพยายามให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง

3. ขั้นสรุปและประเมินผลการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลของการทดลอง โดยนักเรียนนำข้อมูลที่บันทึกไว้มารายงาน ครูแนะนำในสิ่งที่ยังบกพร่อง รวมถึงร่วมกันประเมินวิธีการทำงานร่วมกัน การเก็บรักษาเครื่องมือและประโยชน์ที่ได้รับจากการทดลอง

3.4 กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สเปียร์และโซลแมน (Spear and Zollman, 1977 : 34 - 35) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ว่าสามารถทำได้ 2 แบบ ดังนี้

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured laboratory) เป็นรูปแบบเก่าแก่ ซึ่งในการทดลองแบบนี้จะมีคำสั่งและวิธีปฏิบัติการทดลองมาให้นักเรียนและเป็นการปฏิบัติการทดลองเพื่อพิสูจน์หลักการในบทเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory) เป็นรูปแบบที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบสวน (Inquiry model) ซึ่งเน้นให้นักเรียนได้สืบค้น และสืบสวนในหลักการที่กำลังวิเคราะห์ วิจารณ์กันในห้องเรียน

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2527 : 85 - 87) ได้เสนอขั้นตอนการทำปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนของการทำปฏิบัติการแบบสำเร็จรูปหรือแบบกำหนดแนวทางมีดังนี้

- 1.1 ครูเสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูลหรือใช้วิธีการตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน
- 1.2 นักเรียนลงมือปฏิบัติการเพื่อรวบรวมข้อมูลตามวิธีการที่ได้รับการเสนอแนะ
- 1.3 นักเรียนจัดทำตารางแสดงข้อมูลเขียนกราฟตามที่ระบุไว้ในบทปฏิบัติการ
- 1.4 นักเรียนตอบคำถามของครู โดยใช้ข้อมูลจากการทดลอง
- 1.5 นักเรียนและครูช่วยกันรวบรวมคำตอบเพื่อสรุปเป็นความคิดรวบยอด

2. ขั้นตอนของการทำปฏิบัติการแบบไม่มีกำหนดแนวทางมีดังนี้

2.1 ครูตั้งปัญหาให้หรืออาจจะให้นักเรียนเลือกปัญหาที่อยากศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่อาจคาดหมายผลการศึกษาล่วงหน้า

2.2 นักเรียนช่วยกันนิยามปัญหาอย่างชัดเจน

2.3 นักเรียนเสนอวิธีการทดลองโดยอาจจะใช้เวลาระยะหนึ่งในการค้นคว้าเพื่อวางแผนการทดลอง ซึ่งอาจจะกำหนดวิธีการค้นคว้าที่เป็นไปได้ประมาณ 2 - 3 วิธี

2.4 นักเรียนทำการทดลองโดยสามารถปรับระยะเวลาได้

2.5 นักเรียนสังเกตและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งผลการทดลองอาจจะมีคำตอบที่ถูกต้องได้มากกว่า 1 คำตอบ

2.6 การทดลองอาจก่อให้เกิดปัญหาในการแสวงหาคำตอบต่อไปนอกชั้นเรียน

2.7 นักเรียนปรึกษาเกี่ยวกับผลการทดลองกับเพื่อนๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดความภาคภูมิใจ
ในผลงานของเขา

2.8 ครูอาจตั้งคำถามในตอนท้าย เพื่อให้ให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์จากข้อมูลที่รวบรวม
ได้และใช้หลักเกณฑ์เหล่านี้ทำนายผลการทดลองที่เกี่ยวข้อง

3.5 ประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 278-279) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้

ดังนี้

1. สามารถจัดกิจกรรมการทดลองให้กับผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม
2. ผู้เรียนสามารถศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติจากสื่อที่เรียนด้วยตนเอง
3. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นความรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ชุดิมา วัฒนศิริ (2541 : 172) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

1. ช่วยสร้างความสนใจและช่วยให้เกิดคำถาม
2. ช่วยแก้ปัญหา
3. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้กับสถานการณ์ใหม่
4. ช่วยกระตุ้นความสนใจนักเรียนที่เรียนช้า

ภพ เลาหไพบุลย์ (2542 : 171) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้าน

โดยตรง

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง
4. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน
5. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากประโยชนดังกล่าว สรุปได้ว่าการสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีประโยชน์คือช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และมีเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม จำนวน 5 บทโดยในแต่ละบทปฏิบัติการมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสำเร็จรูปคือกำหนดวิธีทดลองไว้ในบทปฏิบัติการ และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามวิธีทดลองที่กำหนดไว้ในบทปฏิบัติการ ซึ่งบทปฏิบัติการดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

4. เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้
วรรณทิพา รอดแรงคำและจิต นวนแก้ว (2532 :5) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ

สุนีย์ คล้ายนิล (2535 :10) อธิบายว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการหรือกิจกรรมที่ใช้ปฏิบัติจนเกิดความชำนาญหรือเกิดทักษะในกิจกรรมนั้นๆ ในทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : ค) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การใช้ตัวเลข การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปอย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ

วิชชุดา จามอักษร (2541:39) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดเป็นความคล่องแคล่วและชำนาญ

สุริย์ สุธาสิโนบล (2541 :53) ได้สรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการค้นคว้าทดลองเพื่อหาข้อเท็จจริง หลักการ และกฎ ในขณะที่ทำการทดลองผู้ทดลองมีโอกาสดูฝึกฝนในด้านปฏิบัติและพัฒนาความคิดไปด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง เป็นต้น

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน มีขั้นตอน โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดเป็นความชำนาญ

4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้ (วีระชาติ สวนไพรินทร์, 2531 : 7 - 15 ; ภพ เลหาไพบูลย์, 2542 :14 - 29)

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) มี 8 ทักษะ ได้แก่

- 1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
- 1.2 ทักษะการวัด (Measuring)
- 1.3 ทักษะการคำนวณ (Using Number)
- 1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)
- 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซกับเวลา (Space / Space Relationship and Space / Time Relationship)

1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) มี 5 ทักษะ ได้แก่

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusions)

1. ทักษะการสังเกต (Observing)

ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ

- ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติของสิ่งที่สังเกต
- ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ โดยการกะประมาณ
- ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้น

กับสิ่งอื่น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุหรือสถานการณ์ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

1.2 บรรยายถึงสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุ โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measuring)

ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีจัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก ฯลฯ

ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่น

ความสามารถที่แสดงว่าทักษะนี้ขึ้น คือ

3.1 การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ และตัดสินใจว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การคำนวณ ได้แก่ บอกวิธีการคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้อง และแสดงวิธีการคิดคำนวณได้

3.3 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying)

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนก หรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

4.1 บ่งชี้และบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่ศึกษาได้เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของวัตถุ

4.2 จำแนกสิ่งที่ศึกษาออกเป็นหลายประเภทตามเกณฑ์ในการจำแนกประเภทที่สร้างขึ้นได้

4.3 จำแนกสิ่งที่ศึกษาตามเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.4 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้จำแนกสิ่งที่ศึกษาได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา (Space / Space Relationship and Space / Time Relations)

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นวัตถุกับเวลา หรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้นคือ

5.1 วาดรูป 3 มิติของวัตถุจริงทั่วไปได้

5.2 บอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และระนาบสมมาตรของรูป 3 มิติได้

5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติและรูป 3 มิติได้

5.4 ระบุความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาได้

5.5 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง กล่าวคือ บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.6 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของภาพจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้จากการสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะขึ้น คือ สามารถอธิบายหรือสรุปเรื่องหนึ่งๆ โดยการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้การสังเกต การวัด การทดลอง โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating)

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

8.1 ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้า ก่อนให้จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป

สมมติฐาน เป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถ ตรวจสอบแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐานสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ จึงจำเป็นจะต้องมีการทดลองเพื่อตรวจสอบ สมมติฐาน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

9.1 สร้างสมมติฐานซึ่งเป็นการสรุปรวบยอดจากผลการสังเกตหรือลงความเห็นจาก ข้อมูลได้

9.2 สามารถสร้างหรือแสดงให้เห็นถึงวิธีที่จะทดสอบสมมติฐาน

9.3 สามารถปรับปรุงสมมติฐานภายหลังจากการสังเกตเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้นได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้

คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่ายๆ ชัดเจน ไม่กำกวม ระบุสิ่งที่จะสังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด ทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะชี้บ่งได้ว่า ตัวแปรใด เป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุมในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือปรากฏการณ์หนึ่งๆ

ตัวแปรต้น เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือเป็นตัวแปรที่ต้องการทดลอง ดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม เป็นตัวแปรต้นอื่นๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ ชี้นำและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลองโดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปรและวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลอง

การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

12.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม รวมถึงการระบุอุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

12.2 ปฏิบัติการทดลองได้และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

12.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusions)

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ เช่น การตีความหมายจากกราฟ การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ เป็นต้น

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ทักษะขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะที่ 1-8 และทักษะขั้นบูรณาการ ได้แก่ ทักษะที่ 9-13

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 8 ทักษะ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภทและทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะขั้นบูรณาการ 4 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะทดลองและทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติหรือทัศนคติ ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Attitude มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า “Aptus” ซึ่งตรงกับคำว่าความเหมาะสม (Fitness) หรือการปรุ่่งแต่ง (Adaptedness) เจตคติเป็นพฤติกรรมที่เตรียมพร้อมทางสมองในการที่จะกระทำ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหน้าที่ของสภาวะจิตใจหรือสภาพก่อนที่คนเราจะตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา (ศักดิ์ สุนทรเสณี. 2531:1) มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

อัลลพอร์ต (Allport : 417) กล่าวว่า เจตคติหมายถึงสภาพความพร้อมทางจิตใจที่ก่อตัวขึ้นจากประสบการณ์ และเป็นตัวกำหนดทิศทางที่บุคคลจะตอบสนองต่อวัตถุหรือสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้อง

เกแกน (Kagan. 1968 : 618) ให้ความหมายของเจตคติว่าเป็นความโน้มเอียงที่ฝังแน่นอยู่ในความรู้สึกทางบวกหรือลบที่มีต่อสิ่งที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะ เจตคติประกอบด้วยสิ่งที่สำคัญ 2 อย่างคือ ความรู้ความเข้าใจและอารมณ์

กูด (Good. 1973 :49) ได้กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึกของคนเราที่มีความคิดเห็นต่อสิ่งต่างๆ รอบๆ ตัวเราในด้านความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อสิ่งต่าง ๆ

เชดคักค์ โฆวสินธุ์ (2520 :41) ได้สรุปความหมายของเจตคติไว้ว่าเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ประสบการณ์ หรือแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือคัดค้าน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติหมายถึงความรู้สึก ความคิดเห็นที่มีต่อสิ่งต่างๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ซึ่งอาจเป็นในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่น ชอบ ไม่ชอบ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย เป็นต้น

5.2 ลักษณะของเจตคติ

สมศักดิ์ สินธุระเวช (2522 :11) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. เจตคติเชิงนิมิต เป็นการแสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ สนับสนุน ปฏิบัติด้วยความเต็มใจ
2. เจตคติเชิงนิเสธ เป็นการแสดงออกในลักษณะที่ไม่พอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ยินดี ไม่ร่วมมือ ไม่ทำตาม

3. เจตคติที่เป็นกลาง เป็นการแสดงออกในลักษณะที่ไม่เป็นทั้งเจตคติเชิงนิมิตและเจตคติเชิงนิเสธ แต่อยู่ระหว่างกลางไม่เข้าข้างใดข้างหนึ่ง เช่น รู้สึกเฉยๆ ไม่ถึงกับไม่ชอบหรือเกลียด เป็นต้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 :55) ได้แบ่งเจตคติเป็น 2 ลักษณะคือ

1. เจตคติเชิงบวก เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความพึงพอใจและเห็นด้วย อาจทำให้นักกลอยากกระทำ อยากได้หรืออยากใกล้สิ่งนั้น
2. เจตคติเชิงลบ เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย อาจทำให้นักกลไม่ยอมกระทำ ไม่อยากได้หรือไม่อยากเข้าใกล้สิ่งนั้น

5.3 องค์ประกอบของเจตคติ

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2529 :102-105) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบทางความรู้เชิงประเมินค่า (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้และเป็นความรู้ทางด้านที่ว่า สิ่งนั้นมีคุณหรือโทษ มากน้อยเพียงใด
2. องค์ประกอบทางความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจสิ่งนั้น
3. องค์ประกอบทางความพร้อมกระทำ (Action Tendency Component) เป็นความพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับความรู้สึกที่เกิดขึ้น

ดังนั้นในการวัดเจตคติของบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ผู้วิจัยอาจเลือกวัดองค์ประกอบทางความรู้เชิงประเมินค่า องค์ประกอบทางความรู้สึก หรือองค์ประกอบทางความพร้อมกระทำ หรือทั้งสามองค์ประกอบพร้อมกัน

5.4 วิธีวัดเจตคติ

งามตา วณิชทานนท์ (2534 : 220-224) ได้กล่าวถึงวิธีการวัดเจตคติว่ามีอยู่ 6 วิธี ได้แก่

1. วิธีการสังเกต
2. วิธีสัมภาษณ์
3. วิธีใช้แบบสอบถาม
 - 3.1 วิธีการใช้ค่าประจำประโยชน์ของเทอร์สโตนและคณะ
 - 3.2 วิธีการประเมินบนมาตราส่วนของลิเคิร์ท
 - 3.3 วิธีการใช้ความหมายแฝงของคุณศัพท์ของออสกูคและคณะ
4. วิธีวัดโดยทางอ้อมหรือวิธีการสะท้อนภาพมี 3 วิธี คือ
 - 4.1 วิธีการต่อให้จบประโยค
 - 4.2 วิธีการโยงความสัมพันธ์ของคำต่างๆ
 - 4.3 วิธีการเล่าเรื่องราวจากภาพ
5. วิธีการศึกษาแบบไม่วุ่นวาย
6. วิธีการวัดโดยทางสรีระ

5.5 ประโยชน์ของการวัดเจตคติ

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2529 : 98-101) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการวัดเจตคติไว้ดังนี้

1. วัดเพื่อทำนายพฤติกรรม เจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งของบุคคลเป็นเครื่องแสดงว่าบุคคลมีความรู้ทางด้านดีหรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งนั้นมากน้อยเพียงใดและมีความรู้สึกชอบ ไม่ชอบสิ่งนั้นเพียงใด เจตคติของบุคคลต่อสิ่งนั้นจึงสามารถใช้เป็นเครื่องทำนายว่าบุคคลหนึ่งจะมีการกระทำต่อสิ่งนั้นไป在今后的工作中
2. วัดเพื่อหาทางป้องกัน ในการประกอบอาชีพบางประเภทต้องได้บุคคลที่มีเจตคติที่เหมาะสมมาเป็นผู้ปฏิบัติ เช่น ผู้เป็นครูถ้ามีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเป็นครูแล้วอาจทำให้เกิดผลเสียหายแก่จิตใจและพฤติกรรมของนักเรียน ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันจึงควรวัดเจตคติต่อวิชาชีพครูสำหรับผู้ที่จะเข้าเรียนวิชาทางการศึกษา และผู้ที่สมัครสอบบรรจุเป็นครู เป็นต้น
3. วัดเพื่อหาทางแก้ไข เช่น การวัดเจตคติต่อการรู้จักทำความสะอาดบ้านเรือนและที่สาธารณะต่างๆ เพื่อดูว่าเจตคติเป็นเช่นไร จะได้หาทางรณรงค์หรือใช้วิธีการอื่นๆ เพื่อที่จะได้ทำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจ ในการทำความสะอาดบ้านเรือนและที่สาธารณะต่างๆ เป็นต้น

4. วัดเพื่อให้เข้าใจสาเหตุและผล เจตคติต่อสิ่งต่างๆ นั้นเปรียบเสมือนสาเหตุภายในตัวบุคคล ซึ่งมีกำลังผลักดันให้เขาไปกระทำไปได้ต่างๆ กัน ดังนั้นการจะเข้าใจถึงอิทธิพลของสาเหตุภายนอกที่มี การกระทำต่างๆ ของบุคคลให้ชัดเจน บางกรณีอาจจำเป็นต้องวัดเจตคติของบุคคลต่อสาเหตุภายนอก ด้วย

จะเห็นได้ว่าการวัดเจตคติของบุคคลในเรื่องหนึ่งเรื่องใดนั้นอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่าง กว้างขวาง โดยเฉพาะในเรื่องของการศึกษาเจตคติมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นตัวบ่งบอกว่า นักเรียนมีความสนใจมากน้อยเพียงไรและสามารถวัดเจตคติของนักเรียนที่ต่อวิชาต่างๆ เพื่อเป็น แนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรักและ สนใจในวิชานั้นๆ และส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

5.6 แนวทางในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเป็นเป้าหมายที่สำคัญ เพื่อให้บรรลุ เป้าหมายดังกล่าว ทบวงมหาวิทยาลัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ดังนี้ (คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอบกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525 : 57-58)

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้เพิ่มเติมที่ โดยเน้นวิธีเรียนรู้จาก การทดลองให้นักเรียนมีโอกาใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. มอบหมายให้ทำกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ฝึกการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อทำงาน ร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและขณะนักเรียน ทำการทดลอง ครูต้องให้ความช่วยเหลือและสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ได้ดี
4. ในขณะที่ทำการทดลองควรนำหลักจิตวิทยามาใช้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เด็กได้ฝึกประสบการณ์ หลายๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ การให้ความสนใจใส่ใจของครู เป็นต้น ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะเจตคติตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน และวัยของนักเรียน

5.7 การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 :118-119 ; อ้างถึงสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 29-30)) ได้กล่าวถึงการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ลักษณะดังนี้

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกรู้สึกนึกคิด ประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้
 - 1.1 พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3 เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 1.4 ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยๆ 2 ส่วนคือ
 - 2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้
 - 2.1.1 ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.1.2 เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
 - 2.1.3 เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
 - 2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ ประกอบด้วยพฤติกรรมต่างๆ ดังนี้
 - 2.2.1 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
 - 2.2.2 ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและ

ผลเสีย

จากพฤติกรรมด้านเจตคติดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการวัดพฤติกรรมด้านเจตคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์มี 2 ลักษณะคือพฤติกรรมในระดับความรู้สึกรู้สึกนึกคิดและพฤติกรรมในระดับการแสดงออก

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาพฤติกรรมด้านเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2 ด้านคือ ความรู้สึกรู้สึกนึกคิดและการแสดงออกของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ วัดโดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติตามรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต จำนวน 30 ข้อซึ่งดัดแปลงมาจากแบบสอบถามวัดเจตคติที่อรอุมา ละมุล (2541 : 304-307) สร้างขึ้นและวัดตามกรอบแนวคิดของรศ. ดร. ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118-119 ; อ้างถึงสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 : 29-30) และวัดเจตคติของนักเรียนภายหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

6. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ยงยุทธ ยุทธวงศ์ (2527 :19) กล่าวว่า การเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญมากของการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เพราะศาสตร์นี้ไม่สามารถจะอยู่ได้ลอยๆ โดยตัวของมันเอง ต้องมีการสื่อสาร การถ่ายทอดและสั่งสมความรู้ความเข้าใจต่อกันไปซึ่งทำได้หลายรูปแบบ

สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 8) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึงพฤติกรรมในการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแสดงให้เห็นให้ผู้อื่นได้รับรู้และมีความเข้าใจถึงผลงานนั้น ๆ

ภาวดี เกตุกุ (2541 : 9) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึงพฤติกรรมในการเสนอผลการศึกษาให้ผู้อื่นเข้าใจถึงการออกแบบประยุกต์นำภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นของตนเอง

จากความหมายของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์หมายถึงพฤติกรรมในการเสนอผลงานที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้อื่นทราบถึงกระบวนการและขั้นตอนต่างๆ ของการศึกษาค้นคว้าในผลงานนั้นๆ

6.2 รูปแบบการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การนำเสนอผลงานเป็นการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจถึงผลงาน ซึ่งอาจกระทำได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นผู้อื่นทราบถึงกระบวนการและขั้นตอนต่างๆ ของการศึกษาค้นคว้า อาจมีอุปกรณ์หรือสื่อประกอบการอธิบาย มีการสาธิตประกอบหรือแสดงในรูปแบบอื่นๆ เช่น การรายงานปากเปล่า นอกจากนี้ยังมีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบของการนำเสนอผลงานซึ่งสรุปได้ดังนี้

จันทร์ชัย หญิงประยูร (2524 :38) กล่าวว่า การเสนอผลงานสามารถนำเสนอได้ 2 วิธี คือ เสนอด้วยการทดลอง และเสนอด้วยการบรรยาย

สมหมาย วัฒนะศิริ (2533 :73) กล่าวว่า การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยการพูดว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งซึ่งควรจัดให้มีขึ้นเพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการใช้ภาษาไทย สามารถบรรยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เข้าใจง่ายซึ่งจะเป็นการส่งเสริมการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

ภาวดี เกตุฤ (2541 : 62) กล่าวว่าความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะการนำเสนอผลงานที่ดี นักเรียนจะต้องรู้จักวิธีดำเนินการที่เป็นระบบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ีรรวมทั้งสามารถจัดกระทำและตีความหมายข้อมูล

จากรูปแบบของการนำเสนอผลงานดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์มีหลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ การทดลอง การบรรยาย การรายงานปากเปล่า การพูดและการเขียนรายงาน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ 2 รูปแบบคือการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจา ซึ่งการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบดังกล่าวจะช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

รูปแบบการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การนำเสนอผลงานในรูปแบบการเขียนรายงาน

การเขียนรายงาน เป็นการสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิด วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ผลที่ได้ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่างๆ ควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้นๆ และตรงไปตรงมา ซึ่งมีหัวข้อที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 17-18) ได้เสนอว่า การเขียนรายงานควรมีหัวข้อต่อไปนี้ คือ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้ทำ จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน วิธีดำเนินการ อธิบายขั้นตอน ผลการศึกษาค้นคว้า การนำเสนอข้อมูล สรุปและข้อเสนอแนะและเอกสารอ้างอิง นอกจากนี้ในการเขียนรายงานผู้เขียนควรคำนึงถึงความชัดเจนของการเขียนรายงาน โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและครอบคลุมประเด็นที่สำคัญๆ ทั้งหมด

เกณฑ์ในการพิจารณาการเขียนรายงาน

เอกสารการประกวดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (สมหมาย วัฒนะศิริ. 2533 : 67-68 ; อ้างอิงมาจากเอกสารการประกวดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2530 : 261-264) ได้กล่าวว่าในการเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์อาจพิจารณาจากรายละเอียดดังนี้

1. ความถูกต้องของแบบฟอร์ม ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออกอย่างชัดเจน
2. การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอน

3. การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สามารถสื่อสารให้ผู้อ่านเข้าใจได้อย่างดี
4. การแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
5. การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ ต่อเนื่องและเป็นระเบียบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความละเอียดถี่ถ้วน ความตั้งใจจริงในการทดลองและรวบรวมข้อมูล
6. การอภิปรายผลการทดลองอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

ความล้มเหลวของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับการเขียน

หลักทั่วไปของการเขียน

การเขียนที่จะก่อให้เกิดประสิทธิผลนั้น ผู้เขียนจะต้องมีความสามารถในการเขียน เช่น ทราบวิธีการเขียน รูปแบบต่างๆ อย่างถูกต้อง มีศิลปะในการใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสมกับกาลเทศะและฐานะของบุคคล สื่อความหมายได้ตรงตามต้องการ ซึ่งประสิทธิภาพในการเขียนจะอำนวยความสะดวกและผลสำเร็จได้สมเจตจำนงของผู้เขียนนั้น ผู้เขียนต้องยึดหลักในการเขียนดังนี้

1. การคิด (วิจิตรา แสงพลสิทธิ์. 2522 : 270) กล่าวว่าหลักสำคัญของงานเขียนประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 2 ประการคือความคิดและการถ่ายทอดความคิด โดยความคิดเป็นจุดกำเนิดที่ทำให้เกิดงานเขียน ความคิดหรือความในใจของผู้เขียนจะเขียนแหลม ลึกซึ่ง มีคุณค่าสาระมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพื้นฐานการศึกษา ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ส่วนการถ่ายทอดความคิดเป็นการนำเสนอความคิดออกมาเสนอผู้อ่านโดยใช้ภาษาเขียนเป็นสื่อ

2. การเขียน จัดเป็นขั้นที่ 2 ของงานเขียนที่มีผลมาจากการคิด การเขียนเป็นการแสดงความคิดความรู้สึกไปสู่ผู้อ่าน ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- 2.1 การใช้คำถือว่าเป็นความสำคัญอันดับแรกของการเขียน ผู้เขียนจะต้องมีความรู้เรื่องคำ จึงจะสามารถเลือกสรรถ้อยคำมาใช้ให้เหมาะสมกับเรื่องได้ เพราะคำแต่ละคำมีความหมายเฉพาะตัว มีโอกาสและความเหมาะสมต่างกันออกไป

- 2.2 ประโยคคือกลุ่มคำซึ่งประกอบกันเป็นข้อความ มีภาคประธานและภาคแสดง โดยปกติประโยคในภาษาไทยมีการเรียงลำดับจากประธาน กริยา กรรม ส่วนขยาย ประโยคจะมีน้ำหนักรัดกุมหรือคลุมเครือก็ขึ้นอยู่กับวิธีเรียงคำเข้าประโยค

- 2.3 ย่อหน้า ในการเขียนย่อหน้า ผู้เขียนจะต้องสื่อสารโดยมีความมุ่งหมายที่แน่นอนว่าต้องการเสนออะไรต่อผู้อ่านในย่อหน้านั้นๆ ย่อหน้าที่ดีจะช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจความคิดของผู้เขียนแยกขั้นตอนและติดตามการดำเนินเรื่องไปตามลำดับได้สะดวก

2.4 ท่วงทำนองการเขียนหรือลีลาสำนวนคือการเลือกสรรถ้อยคำและการเรียบเรียงถ้อยคำ วลี ประโยค ให้ความหมายตรงตามความต้องการ มีลักษณะเฉพาะตนหรือเป็นแบบแผนของแต่ละบุคคล ท่วงทำนองการเขียนที่ดีต้องมีลักษณะดังนี้

2.4.1 ความชัดเจน สามารถใช้ถ้อยคำภาษาหรือความหมายได้หลายทาง

2.4.2 ความกระชับของถ้อยคำ สามารถเลือกคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับความต้องการมากที่สุด

สรุปได้ว่า การเขียนนั้นต้องอาศัยความคิด และความคิดนั้นต้องแจ่มแจ้งต่อเนื่องโดยอาศัยความรู้ในเรื่องที่จะเขียน และมีหลักการเลือกสรรถ้อยคำ ประโยค รูปแบบและท่วงทำนองการเขียนที่เหมาะสมตรงตามความต้องการที่จะเสนอแก่ผู้อ่าน การเขียนนั้นจึงจะมีประสิทธิภาพ

2. การนำเสนอผลงานรูปแบบการรายงาน

การรายงาน เป็นการสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิด วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่างๆ โดยการใช้วิธีการพูดเล่าเรื่องหรืออธิบายตามหัวข้อที่กำหนดจากการศึกษาค้นคว้า หรือทดลองเสนอต่อผู้ฟัง ผู้สอนหรือผู้ประเมิน

ความสัมพันธ์ของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์กับการพูด

สุภาวดี แสงพลสิทธิ์ และคนอื่นๆ (2526 : 9 -13) กล่าวว่าไว้ว่าการพูดที่สมบูรณ์ประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

1. ผู้พูด คือผู้ที่แสดงความสามารถถ่ายทอดความรู้สึก ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ทัศนคติ ตลอดจนความคิดเห็นของตนเองไปสู่ผู้ฟัง โดยการใช้เสียง กิริยาท่าทางและบุคลิกภาพของคนที่น่าเชื่อถือ

2. เนื้อเรื่องที่พูด เป็นสิ่งสำคัญมากในการพูดทุกครั้ง ผู้พูดที่มีความสามารถจะต้องเลือกพูดในเรื่องที่ตนถนัด เพราะมีความรู้ในเรื่องนั้นจริงๆ และก่อนพูดควรมีการเตรียมเรื่องให้พร้อม มีคำนำ เนื้อเรื่อง และบทสรุป จะทำให้ผู้ฟังเข้าใจดีขึ้น

3. ผู้ฟัง คือ ผู้รับการสื่อความหมาย ผู้พูดจะประสบผลสำเร็จได้ดีถ้ารู้จักผู้ฟังว่าเป็นใคร อายุ เพศ การศึกษา และสถานการณ์ทางสังคมเป็นอย่างไร

4. เครื่องมือสื่อความหมาย หมายถึง สิ่งที่จะช่วยในการถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดของผู้พูดไปสู่ผู้ฟัง เช่น เสียง กิริยาท่าทาง การเน้นหรือย้ำข้อความเพื่อให้ผู้ฟังมองเห็นภาพพจน์ได้ชัดเจน รวมทั้งความกระตือรือร้นในการพูดด้วย

5. ความมุ่งหมายในการพูดและผลที่เกิดจากการพูดในแต่ละครั้ง ผู้พูดจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายในการพูดทุกครั้งและสามารถวัดผลการพูดว่าได้ตรงตามจุดมุ่งหมายหรือไม่จากการแสดงออกของผู้ฟัง เพราะนักจิตวิทยาการศึกษาได้กล่าวไว้ว่าบุคคลจะแสดงออกก็ต่อเมื่อได้รับสิ่งเร้า ดังนั้นผู้พูดจึงเป็นสิ่งเร้าเพื่อให้ผู้ฟังแสดงออก เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ผู้พูดต้องการ

ลักษณะการพูดที่ดี

การพูดทุกครั้งควรจะทำให้ดี โดยการพูดให้ดีนั้นจะต้องมีการเตรียมตัวให้พร้อมตามองค์ประกอบของการพูดดังนี้

1. การพูดมีความมุ่งหมายดี ผู้พูดจะต้องทราบแน่ชัดว่าพูดเพื่ออะไร เพราะจะได้เตรียมการพูดได้ถูกต้อง ความมุ่งหมายในการพูดมี 2 ประการคือ

1.1 ความมุ่งหมายทั่วไป จะเหมือนกันหมดในการพูดทุกครั้ง ไม่ว่าจะพูดสั้นหรือยาว คือให้ผู้ฟังสนใจและตั้งใจฟัง เข้าใจ ประทับใจและถูกเร้าใจในเรื่องที่พูดดี

1.2 ความมุ่งหมายเฉพาะสำหรับการพูดแต่ละครั้ง เพื่อจะได้จัดข้อความ ถ้อยคำและวิธีการพูดให้สอดคล้องกันไป เช่น พูดเพื่อให้ข่าวสารความรู้ เพื่อให้ความบันเทิง เป็นต้น

2. มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้ การพูดที่ดีจะต้องเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้สถานที่ โอกาส และบุคคล

3. การใช้ถ้อยคำ ถ้อยคำที่ใช้มีอยู่ 3 ขั้นตอนคือ

3.1 การพูดถ้อยคำที่เป็นจริง เป็นขั้นตอนแรกของการพูด ซึ่งต้องเน้นความจริงโดยเฉพาะการพูดเพื่อถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจและความรู้สึกนึกคิด เมื่อมีการเรียนรู้มากขึ้นก็จะทราบข้อเท็จจริงต่างๆ มากขึ้นเป็นลำดับ และการพูดจากใจจริงนี้เป็นสิ่งที่ช่วยสร้างบุคลิกภาพของการพูดให้มีชีวิตชีวาเป็นธรรมชาติ

3.2 การพูดถ้อยคำที่มีประโยชน์ ควรจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ฟัง การพูดที่มีประโยชน์นั้นจะต้องพูดในแง่เสนอข้อแนะนำในทางสร้างสรรค์และก่อให้เกิดความคิดไปในทางบวก

3.3 การพูดด้วยถ้อยคำที่เป็นที่พอใจแก่ผู้ฟัง เมื่อผู้พูดกำหนดถ้อยคำอันเกิดจากใจจริงและมีประโยชน์ได้แล้วก็จะต้องใช้ชั้นเชิงและความสามารถ เพื่อพูดให้ผู้ฟังเกิดความรู้ความเข้าใจตามที่ต้องการหรือสามารถโน้มน้าวให้ผู้ฟังเห็นคล้อยตามได้

4. มีบุคลิกภาพดี การพูดก็เหมือนกับการเรียงความ แต่ต่างกันตรงที่การพูดผู้ฟังจะมีโอกาสได้เห็นตัวผู้พูด ได้เห็นท่าทางกิริยาอาการแสดงออก ดังนั้นจึงมีข้อแนะนำเกี่ยวกับการแสดงออกเพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกใช้และปรับปรุงให้สอดคล้องกับอุปนิสัย และความเหมาะสมของแต่ละคน กล่าวคือทุกคนจะต้องเป็นตัวของตัวเองในการพูด แต่ก็ควรเป็นตัวของตัวเองตามหลักเกณฑ์ที่ได้ปรับปรุงแล้ว โดยตั้งจุดประสงค์ของการปรับปรุงตัวดังนี้

4.1 เพื่อให้การพูดเป็นไปแบบธรรมชาติ ไม่ประหม่าและมีความจริงจังน่าเชื่อถือ

4.2 เพื่อช่วยให้ผู้ฟังเข้าใจแจ่มแจ้งยิ่งขึ้น โดยการใช้ท่าทาง

4.3 เพื่อช่วยในการเน้น โดยใช้น้ำเสียง ท่าทาง สีหน้า แววตา

4.4 เพื่อช่วยให้เกิดความหลากหลายในการพูด ทั้งมือ ท่าทาง น้ำเสียงประกอบสลับกัน

ไปมา ไม่จำเจ

4.5 เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้พูดกับผู้ฟังให้เกิดขึ้น โดยเฉพาะการประสานตาและการทำท่าทางที่เป็นการเรียกร้องความสนใจ

การใช้ท่าทางทางหน้า

1. การแสดงสีหน้า สร้างอารมณ์ บรรยากาศและความสัมพันธ์กับคนฟัง จะต้องแสดงความรู้สึกจริงใจคือสามารถประสานตากับผู้ฟังอย่างตรงไปตรงมา

2. การวางท่าเป็นหลักให้ดี คือจะยืนหรือนั่งก็ตามจะต้องเป็นไปตามสบายไม่แข็งขันตัวและไม่ปล่อยตัวจนตัวห่อหรือโงนเงนเอินเอียง

3. การเคลื่อนไหว เปลี่ยนอารมณ์ ความสัมพันธ์และเรื่องจะทำให้ผู้ฟังเกิดการสนใจ แต่ต้องเป็นไปอย่างเหมาะสม ไม่เคลื่อนไหวมากเกินไปจนผู้ฟังเวียนศีรษะ

4. การแสดงท่าทาง คือการใช้มือประกอบการพูดหรือเน้นเพื่อให้จริงจังกระฉับ

หลักเกณฑ์ในการวิจารณ์การพูด

พิสมัย ถิระแก้ว (2524 : 82 - 83) ได้กล่าวว่า การพิจารณาการพูดต้องดูหลายๆ ด้าน ดังนี้

1. การแสดงออกขณะที่พูด

ให้สังเกตและพิจารณาดูบุคลิกภาพต่างๆ ไปอันรวมถึงการแต่งกายและการเดินออกมาปรากฏตัวก่อนพูดด้วยท่าทางการพูดด้วยความมั่นใจและพูดเป็นไปแบบธรรมชาติเพียงไร มีความสามารถในการสร้างบรรยากาศให้เหมาะสมกับเรื่องราว มีความกระตือรือร้นที่จะพูดและการพูดคล่องตัวหรือไม่ อย่างไร

2. เสียง

ให้พิจารณาระดับเสียง กระแสเสียง ลักษณะของเสียง (การเล่นเสียง) ว่าเหมาะสมกับเรื่องราวอย่างไร น้ำเสียงชัดเจนหรือไม่ การออกเสียงถูกต้องหรือผิดอย่างไร

3. ภาษา

ให้พิจารณาการใช้ภาษาพูดว่าใช้ถ้อยคำกระชับรัดกุม แต่ได้ความเด่น ก็นความลึกหรือกำกวม วกไปเวียนมา ซ้ำซาก หรือติดอยู่กับคำบางคำ พูดคำที่ไม่มีความหมายอยู่เกือบตลอดเวลา ภาษาที่ใช้เหมาะกับโอกาสและประทับใจผู้ฟังเพียงไร

4. เนื้อหาสาระ

เรื่องที่พูดนั้นมีจุดมุ่งหมายอย่างไรหรือไม่ ความคิดหลักที่นำเสนอชัดเจนถูกต้องตามความเป็นจริงเพียงไร ผู้พูดได้เสนอแนวคิดเชิงสร้างสรรค์หรือไม่และการลำดับเรื่องราว ผลความที่นำมาประกอบเรื่องที่จะพูดเหมาะสม สอดคล้องกันดีเพียงใด

5. การเรียบเรียงเรื่อง

การเปิดประโยคทักทายผู้ฟังนั้นดึงดูดความสนใจผู้ฟังได้แค่ไหน การเกริ่นนำเข้าสู่เรื่องเร้าใจ น่าสนใจหรือไม่ การโยงเนื้อเรื่องไปสู่ความคิดหลักนั้นสับสนหรือไม่ และการลำดับเรื่องราวความคิดเป็นไปตามลำดับดีเพียงไร การสรุปเรื่องที่พูดได้เหมาะสมหรือไม่อย่างไร และการปิดประโยคตรึงใจผู้ฟังได้หรือไม่

6. อากัปกิริยาท่าทาง

ท่าทางประกอบขณะพูดนั้นเป็นไปตามธรรมชาติและเหมาะสมกับบรรยากาศเพียงไร เช่น การใช้มือ ใช้ศีรษะประกอบการพูดเพื่อบรรยายความหมาย การแสดงออกทางสีหน้าแววตาเป็นไปตามเรื่องที่พูดเพียงไร และขณะพูดมีการประสานสายตากับผู้ฟังหรือไม่

6.3 การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ชวาล แพรัตกุล (2520 : 379-405) ให้ความหมายของการประเมินค่าไว้ว่าหมายถึงการตีราคาสิ่งต่างๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าดี-เลว หรือเหมาะสมเช่นไร หลักเกณฑ์การประเมินค่าประกอบด้วย 3 ประการ ดังนี้

1. ลักษณะของการประเมินค่า ได้แก่ การติชมรวบยอดว่าเรื่องใดดี เลว เหมาะสม ควรไม่ควร เชื่อถือได้หรือไม่ได้หรือสอดคล้องขัดแย้งกับสิ่งใด รวมถึงการวิจารณ์และแสดงความคิดเห็นต่อเหตุการณ์และการกระทำต่างๆ ว่าควรประพฤติปฏิบัติเช่นนั้นหรือไม่

2. สิ่งที่ยิบมาตีราคา ได้แก่ รูปร่าง ลักษณะที่เป็นรูปธรรมหรือคุณสมบัติต่างๆ ที่เป็นนามธรรม เช่น วินิจฉัยความถูกต้องเหมาะสมของคุณลักษณะต่างๆ ของวัตถุสิ่งของ ให้ประเมินสภาพและฐานะของเหตุการณ์นั้นๆ วิธีปฏิบัติและวิธีใช้ในการแก้ไข

3. การตีราคาอย่างมีหลักเกณฑ์ หมายความว่า จะต้องมีความรู้หรือมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งสำหรับการวินิจฉัยสิ่งต่างๆ ก่อนเสมอ

จะเห็นว่าการประเมินค่าเป็นการตีราคาสิ่งต่างๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าเหมาะสมเพียงใด ในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์จะวัดพฤติกรรมตั้งแต่การเลือกรูปแบบจนถึงขั้นเสนอผลงานโดยใช้หลักการปฏิบัติจริง ซึ่งในการวัดการปฏิบัติงานจริงนี้มีสิ่งที่จะวัด 2 ประการคือ

1. ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลการปฏิบัติงาน สามารถแยกเป็น 2 ส่วนคือ

1.1 วิธีการ (Procedure) คือชุดหรือลำดับขั้นของการกระทำของนักเรียน

1.2 ผลงาน (Product) คือผลงานจากการปฏิบัติตามวิธีการนั้น

2. การวัดพฤติกรรมนักเรียน นอกจากอยากรู้ว่านักเรียนคิดอย่างไร นักเรียนรู้สิ่งใดอย่างไร นักเรียนปฏิบัติได้อย่างไรแล้ว ยังมีพฤติกรรมของนักเรียนบางอย่างที่จะต้องวัดด้วย เช่น ขณะที่อยู่ในห้องเรียน นักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงาน มีความรับผิดชอบให้ความร่วมมือ มีความสนใจ มีวินัยในตนเองหรือไม่

วิธีสังเกตการปฏิบัติงานจริง อาจจะใช้วิธีการต่อไปนี้

1. การสังเกตโดยตรง (Direct Observation) การสังเกตโดยตรงจากผู้สอบทำให้ได้ข้อมูลที่ดีว่านักเรียนมีความรอบรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่

2. การสัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุดทำให้รู้ว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตอนที่ท่านไม่ได้สังเกตด้วยตนเองนั้นเป็นอย่างไร

3. การเขียนรายงาน (Self - Report) เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเอง

4. นักเรียนสังเกตซึ่งกันและกัน (Peer Review) การเก็บข้อมูลโดยวิธีการนี้จะขอให้ให้นักเรียนสังเกตซึ่งกันและกัน แล้วรายงานผลการสังเกตโดยการวิจารณ์เปรียบเทียบ

เครื่องมือประเมินการสังเกต

การสังเกตที่ดีต้องมีเครื่องมือด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบสำรวจรายการ (Checklist) ประกอบด้วยรายการที่แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน กิจกรรมต่าง ๆ หรือพฤติกรรมที่ผู้สังเกตทราบว่าการกระทำหรือพฤติกรรมต่างๆ เกิดขึ้นตามรายการที่กำหนดไว้หรือไม่เท่านั้น

2. มาตราประมาณค่า (Rating Scale) การวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานกับ พฤติกรรมของนักเรียน จะใช้การสังเกตของครูในการเก็บข้อมูล ซึ่งมีข้อบกพร่องที่เกิดจากการสังเกต ของครู

สำหรับมาตราประมาณค่าและระดับของมาตรฐานประมาณค่าทั้งแบบ 3, 5, 7 ระดับ แบ่งเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. มาตราประมาณค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scale) เป็นแบบง่ายที่สุด ผู้สังเกตจะ ทำเครื่องหมายบนตัวเลข หรือวงกลมนอกตัวเลขที่แทนระดับพฤติกรรม

2. มาตราประมาณค่าแบบพรรณนา (Descriptive Rating Scale) แบบนี้จะเขียนคำบรรยาย บอกลักษณะนั้น ๆ ไว้ว่าเป็นอย่างไร ระดับคุณลักษณะมักจะเขียนเป็นจำนวนคือ 3, 5, 7 ระดับ

3. มาตราประมาณค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scale) แบบนี้จะถามคุณลักษณะใดที่จะ เขียนคุณลักษณะนั้นไว้ มีระดับความเข้ม ความถี่ โดยแบ่งเป็นช่วงระดับ และมีคำบรรยายอยู่ด้านล่าง การสร้างมาตราประมาณค่า

1. ชี้บ่งจุดมุ่งหมายในการสอนในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สังเกตได้

2. เลือกลักษณะที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ เลือกวัดทักษะหรือตัวแปรย่อยที่เป็นตัวกำหนด ความสำเร็จหรือล้มเหลวในกิจกรรมนั้น

3. นิยามตัวแปรที่เลือกไว้ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้

4. กำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ตัวแปรที่เลือกมาประเมินค่ามีน้ำหนักของสำคัญต่าง กัน ดังนั้นการให้น้ำหนักคะแนนมักใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5. เลือกและสร้างมาตราประมาณค่าตามแบบที่เหมาะสม

6. เลือกจำนวนระดับของมาตราประมาณค่า การเลือกใช้จำนวนขั้นของมาตราประมาณค่า ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรว่าสามารถจำแนกได้ละเอียดเพียงตรงเพียงใด

7. ทดลองใช้และปรับปรุงมาตราประมาณค่าก่อนที่จะนำมาตราประมาณค่าไปใช้จริง

8. ประเมินการใช้อยู่เสมอ ทุกครั้งที่นำไปใช้ในชั้นเรียนหรือสถานการณ์อื่น ต้องใช้ให้ เหมาะสมกับกลุ่มประชากรของมาตราประมาณค่า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

2 รูปแบบคือการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจา ซึ่งมีรายละเอียดในการพิจารณาดังนี้

1. การเขียนรายงาน พิจารณาจากการระบุจุดประสงค์ของการทดลอง วัตถุประสงค์ วิธีทดลอง การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง การสรุปผลการทดลอง การจัดกระทำข้อมูล ข้อเสนอแนะและการใช้ภาษาในการเขียนรายงาน

2. การรายงานด้วยวาจา พิจารณาจากการใช้วงจภาษา การใช้วงจภาษา การใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ การจัดระบบการรายงาน การสื่อความหมายข้อมูลและการรายงานตามเวลาที่กำหนด โดยประเมินนักเรียนหลังจากเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทในลักษณะเป็นกลุ่ม

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์นม

งานวิจัยในประเทศ

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์นมในประเทศและนำมาเสนอ ดังนี้

นันทนา อรุณฤกษ์และคณะ (2537 : บทคัดย่อ) ได้ตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียในนมสด พาสเจอร์ไรส์จากบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 40 ตัวอย่าง โดยเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ เพลท เล้าท์ อการ์ (Plate count agar) และแมคคองกี อการ์ (MacConkey agar) พบว่านมสด พาสเจอร์ไรส์ จำนวน 11 ตัวอย่าง (คิดเป็น 27.5 %) มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดโดยเฉลี่ย 2.92×10^9 CFU / ml ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด

อลงกร อมรศิลป์และเกรียงศักดิ์ สายธนู (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทาง จุลชีววิทยา ทางกายภาพ ส่วนประกอบของน้ำนม ลักษณะสีและกลิ่นของนมพาสเจอร์ไรส์ 6 โรงงาน ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4,7 และ 10 องศาเซลเซียส นาน 18 วัน สามารถแบ่งโรงงานดังกล่าวออกเป็น 2 กลุ่ม ตามอายุการเก็บรักษา โดยแต่ละกลุ่มมี 3 โรงงาน พบว่าโรงงานที่ 1 เก็บนมพาสเจอร์ไรส์ที่ อุณหภูมิ 4 , 7 และ 10 องศาเซลเซียสได้นาน 11, 8 และ 4 วัน ตามลำดับ โรงงานที่ 2 เก็บนม พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 4,7 และ 10 องศาเซลเซียส ได้นาน 4 , <4 และ <4 วันตามลำดับ โดยในวัน ดังกล่าวปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมด จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟิคอล โคไล ที่เลี้ยงบนอาหาร เลี้ยงเชื้อไม่เกินมาตรฐาน ส่วนค่าพีเอช ความเป็นกรดที่ไคเตรทได้ ลักษณะสีและกลิ่นไม่มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และส่วนประกอบของน้ำนม ไม่เปลี่ยนแปลง

จุไรรัตน์ รุ่งโรจนารักษ์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้สร้างชุดทดสอบเพื่อตรวจสอบสารปฏิชีวนะและสารต้านจุลินทรีย์ตกค้างในนมและผลิตภัณฑ์นม โดยใช้หลักการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus stearothermophilus* ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและมีบรอมครีซอล เพอเฟด (bromocresol purple) เป็นอินดิเคเตอร์ เมื่อบ่มเพาะเชื้อที่ช่วงอุณหภูมิ 62-66 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงถึง 3 ชั่วโมง 15 นาที พบว่าถ้าไม่มีสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ชุดทดสอบจะเปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นเหลือง และถ้ามีสารดังกล่าวในนมและผลิตภัณฑ์นม สีของชุดทดสอบจะเป็นสีม่วง ม่วง-เหลือง ม่วงอ่อน หรือม่วงเข้มขึ้นอยู่กับปริมาณของสารตกค้าง และเมื่อประเมินชุดทดสอบที่สร้างขึ้นพบว่าสามารถตรวจสอบปริมาณต่ำสุดของยาปฏิชีวนะตกค้าง ได้แก่ ยาเพนนิซิลลินและออกซิเตตราไซคลินในระดับต่ำกว่าดิส เอสเสย์ (Disc assay) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน โดยมีความถูกต้อง ความไวและความจำเพาะคิดเป็นร้อยละ 91.7 , 100 และ 90.5 ตามลำดับ

สวรินทร์ สีนะวิวัฒน์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในนมพาสเจอร์ไรส์ รสจืดด้วยเทคนิคการตรวจวิเคราะห์อย่างรวดเร็วโดยใช้เครื่องแบคโตมิเตอร์ (Bactometer) ซึ่งสามารถตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงทางประจุไฟฟ้า ที่เกิดจากการเปลี่ยนสารอาหารโมเลกุลใหญ่เป็นสารอาหารโมเลกุลเล็กที่ถือประจุมากขึ้นโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในนมพาสเจอร์ไรส์ และหาความสัมพันธ์กับจำนวนจุลินทรีย์ในนมพาสเจอร์ไรส์ที่วิเคราะห์โดยวิธีดั้งเดิม พบว่าความสัมพันธ์ที่ได้เป็นกราฟของเส้นโค้งกำลังสอง มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.93 เมื่อใช้เป็นกราฟมาตรฐานสำหรับการประมาณจำนวนจุลินทรีย์ในนมพาสเจอร์ไรส์ รสจืด ความสัมพันธ์ของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวน 207 ตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้จากเครื่องแบคโตมิเตอร์ (Bactometer) กับจำนวนจุลินทรีย์ที่วิเคราะห์โดยวิธีดั้งเดิมเท่ากับ 0.941 การเปรียบเทียบทางสถิติด้วยวิธี Paired T-Test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตรวจสอบโดยสร้างเครื่องมือมาตรฐาน การตรวจสอบโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ การตรวจสอบโดยสร้างชุดทดสอบ เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีผู้ทำการทดลองจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติทางกายภาพ ชีวภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์นม

งานวิจัยต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์นมในต่างประเทศ และนำมาเสนอ ดังนี้

โกกอฟและเปโตรวา (Gogov I and Petrova - Ianakieva L. 1980 : บทคัดย่อ) ได้ตรวจสอบความแตกต่างของแบคทีเรีย บาซิลไล (Bacilli) ที่แยกได้จากนมดิบและนมพาสเจอร์ไรส์ โดยศึกษาลักษณะรูปร่างของแบคทีเรีย พบแบคทีเรียบาซิลลัส ไลเชนิฟอร์มิส (*Bacillus licheniformis*) 55.9% บาซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) 24.8 % บาซิลลัส พุมิลัส (*Bacillus pumilus*) 14.7 % และ บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) 4.6 %

ลี (Lee CM. 1984 : บทคัดย่อ) ได้ตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุทำให้นมบูดเสียจำนวน 37 ตัวอย่าง พบว่าสามารถแยกแบคทีเรียชนิดที่เจริญได้ดีในสภาวะที่มีออกซิเจน (aerobic bacteria) และแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ดีในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobic bacteria) รวมทั้งหมด 40 สายพันธุ์ แบ่งเป็นแบคทีเรียบาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) 6 สายพันธุ์ บาซิลลัส ไลเชนิฟอร์มิส (*Bacillus licheniformis*) 5 สายพันธุ์ บาซิลลัส บรีวิส (*Bacillus brevis*) 1 สายพันธุ์ บาซิลลัส พุมิลัส (*Bacillus pumilus*) 1 สายพันธุ์ และเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่สามารถสร้างสปอร์ จำนวน 27 สายพันธุ์ ได้แก่ เชื้ออีสค์ 5 สายพันธุ์ ซูโดโมนาส (*Pseudomonas sp.*) 2 สายพันธุ์ สเตรปโตคอกคัส (*Streptococcus sp.*) 3 สายพันธุ์ แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus sp.*) 12 สายพันธุ์ ชิเกลลา (*Shigella sp.*) 1 สายพันธุ์ แอโรโมนาส (*Aeromonas sp.*) 1 สายพันธุ์ และไมโคคอกคัส (*Micrococcus sp.*) 3 สายพันธุ์ โดยเชื้อบาซิลลัสที่พบในนมบูดเสียที่เป็นชนิดที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ (psychrophilic) อุณหภูมิปานกลาง (mesophilic) และอุณหภูมิสูง (thermophilic)

มาซุรา (Mazura F. 1989 : บทคัดย่อ) ได้ตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียในนมวัวที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ (Mastitis) จากตัวอย่างนมวัว จำนวน 483,413 ตัวอย่าง จากวัว 7,026 ตัว ในปี ค.ศ. 1983-1987 พบว่า แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคเต้านมอักเสบในวัว เพิ่มขึ้น 18.0-24.8 % โดยมีค่าเฉลี่ย 21.0 % และพบเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรค ได้แก่ สเตรปโตคอกคัส อกาแลคเทีย (*Streptococcus agalactiae*) 6.4% สเตรปโตคอกคัส ดิสกาแลคเทีย (*Streptococcus dysgalactiae*) 3.7% สตาฟีโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) 3.4% และสเตรปโตคอกคัส ยูเบอร์ิส (*Streptococcus uberis*) 1.9%

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมส่วนใหญ่เป็นการตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการตรวจสอบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นม โดยตรวจสอบพบแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์นมเสีย ได้แก่ เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส (*Bacillus sp.*) สเตรปโตคอกคัส (*Streptococcus sp.*) สตาฟีโลคอกคัส (*Staphylococcus sp.*) ซูโดโมแนส (*Pseudomonas sp.*) เป็นต้น

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในประเทศ และนำมาเสนอ ดังนี้

กัญญา ทองมัน (2534 : 83-84) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดทิศทาง และกำหนดทิศทางพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน

อัญชลี เลาเหลิชชัย (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พาณิชยกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคประชาสัมพันธ์กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาลัยพาณิชยกรรมบางนา กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พาณิชยกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

มณิรัตน์ เกตุไสว (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการวิจัยกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองและปฏิบัติการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากการทดลองแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการทดลองตามคู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กรณีศึกษา ไพทจันทร์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสิ่งแวดล้อมตามวิธีการวิจัยกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2540 ของโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล จังหวัดนครพนม จำนวน 72 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลอง 36 คน และกลุ่มควบคุม 36 คน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

จากการประมวลผลงานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูควรสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด ทำและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาการเรียนทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ และนำมาเสนอ ดังนี้

โคลิบาส (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ทำการศึกษาเจตคติของนักเรียนและครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาของคูเวต ตัวอย่างประชากรประกอบด้วยนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาจำนวน 1,480 คน และครูที่สอนนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรจำนวน 51 คน จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีความเห็นว่ากิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็น น่าสนใจ และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังไม่แน่ใจในความสามารถของตนเองในการที่จะทำการทดลอง นักเรียนหญิงแสดงความสนใจกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และมีความตั้งใจที่จะทำการทดลองมากกว่านักเรียนชาย นักเรียนที่อยู่ในเมืองและรอบๆ เมืองคูเวต

แสดงความสนใจในกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนที่อยู่นอกเมือง ครูวิทยาศาสตร์มีความรู้สึกเช่นเดียวกับนักเรียนคือมีความสนใจในกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาก และมีความสนใจในการทำกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สูง ครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนทั้งอยู่ในเมืองและรอบๆ เมืองอุเวต มีเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในทางบวกสูงกว่าครูวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่อยู่นอกเมือง

ลาสกิน (Laskin. 1980 :4412-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองกับการให้นักเรียนสังเกตดูการสาธิตการทดลองของครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตัวอย่างประชากรประกอบด้วยนักเรียนเกรด 10-12 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐฟลอริดา จำนวน 92 คน โดยให้เรียนเนื้อหาวิชาและการทดลองที่เหมือนกันโดยครูคนเดียวกัน ทำการทดลองโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งให้ทำการทดลองแบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง อีกกลุ่มหนึ่งสังเกตดูครูที่ทำการสาธิตการทดลอง จากผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ทำการทดลองด้วยตนเองกับกลุ่มที่สังเกตดูครูสาธิตการทดลองไม่แตกต่างกัน

โอเคบุโคลา (Okebukola. 1985 : 221-231) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์กับทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับ 11 จำนวน 600 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียน แบบสังเกตทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจากแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของฮอฟสตัน พบว่าพฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก

สมิท (Smith. 1994 : 2528-A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีทดสอบภาคสนามซึ่งเรียกว่าการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการปฏิบัติการแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

จากการประมวลผลงานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในทางบวก ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูควรสอนโดยเน้นปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อฝึกฝนและพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติตอบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง

7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และนำมาเสนอ ดังนี้

สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2537 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาวดี เกตุฤ (2541 : 136) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกัน

2. ค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนก่อนและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการประมวลผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง รู้จักการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปของการเขียนและการรายงานด้วยวาจา เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้สนใจได้รับทราบต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้า 3 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิจัยในขั้นตอนนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาวิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมที่เหมาะสมและพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 บท ได้แก่

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย

สีเมธิลีนบลู

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซารูริน

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองดังนี้

1. การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ สี กลิ่น จุดเคี้ยวและความเป็นกรด - เบสของผลิตภัณฑ์นม ทำการทดลองดังนี้

1.1 ผู้วิจัยเลือกผลิตภัณฑ์นมที่มีจำหน่ายในร้านค้าทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด และนมสดชนิดยูเอชที รสจืด ยี่ห้อดัชมิลล์มาใช้ในการทดลอง เนื่องจากผลิตภัณฑ์นมดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นที่นิยมในการบริโภค มีจำหน่ายโดยทั่วไปในท้องถิ่น ราคาถูก ไม่มีสี และเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆ ทางกายภาพได้ชัดเจน

1.2 ผู้วิจัยเลือกเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน เนื่องจากที่อุณหภูมิและระยะเวลาดังกล่าวสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดได้ชัดเจน

2. การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการทดลองออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1.1 ผู้วิจัยเลือกใช้สารละลายสีเมธิลีนบลูในการทดลอง เนื่องจากเป็นสีมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม มีราคาถูกและสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น

1.2 ผู้วิจัยเลือกใช้หลอดทดลองชนิดฝาเกลียวในการทดลอง เนื่องจากในขั้นตอนที่ผสมผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดกับสารละลายสีเมธิลีนบลู ต้องเขย่าหลอดทดลองอย่างช้าๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดทำปฏิกิริยากับสารละลายสีเมธิลีนบลูได้ดีขึ้น และเป็นการป้องกันผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

1.3 ผู้วิจัยนำหลอดทดลองทั้งหมดไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37°C เพราะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ และแช่หลอดทดลองทั้งหมดเป็นเวลา 5-60 นาที พบว่าที่เวลา 60 นาทีเหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลีนบลูจากสีฟ้าไปเป็นสีขาวและสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน

ตอนที่ 2 การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาชูริน มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

2.1 ผู้วิจัยเลือกใช้สารละลายสีรีซาชูรินในการทดลอง เนื่องจากเป็นสีมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมและสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีที่เกิดขึ้นได้ชัดเจนมาก

2.2 ผู้วิจัยเลือกใช้หลอดทดลองชนิดฝาเกลียวในการทดลอง เนื่องจากในขั้นตอนที่ผสมผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดกับสารละลายสีรีซาชูริน ต้องเขย่าหลอดทดลองอย่างช้าๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดทำปฏิกิริยากับสารละลายสีรีซาชูรินได้ดีขึ้น และเป็นการป้องกันผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

2.3 ผู้วิจัยนำหลอดทดลองทั้งหมดไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37°C เพราะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ และแช่หลอดทดลองทั้งหมดเป็นเวลา 5-60 นาที พบว่าที่เวลา 60 นาทีเหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีรีซารูรินจากสีน้ำเงินไปเป็นไม่มีสี และสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีที่เกิดขึ้นได้ชัดเจนมาก

3. การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการทดลองออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรต มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

ผู้วิจัยเลือกใช้ปฏิกิริยาไบยูเรตในการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม เนื่องจากเป็นปฏิกิริยามาตรฐานที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม เห็นผลการทดลองชัดเจนคือเกิดสารละลายสีม่วง ใช้สารเคมีน้อย ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่ซับซ้อนและใช้เวลาในการสังเกตผลการทดลองสั้น

ตอนที่ 2 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

ผู้วิจัยเลือกใช้ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิกในการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม เนื่องจากเป็นปฏิกิริยามาตรฐานที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม มีขั้นตอนในการทดลองไม่ยุ่งยาก ให้ผลการทดลองชัดเจนคือเกิดตะกอนสีส้ม ใช้สารเคมีน้อย ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่ซับซ้อน และใช้เวลาในการสังเกตผลการทดลองสั้น

4. การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการทดลองออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

ผู้วิจัยเลือกใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) ในการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม เนื่องจากเป็นปฏิกิริยามาตรฐานที่ใช้ตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม มีขั้นตอนในการทดลองไม่ยุ่งยาก ให้ผลการทดลองชัดเจนคือเกิดตะกอนสีแดงอิฐ ใช้สารเคมีน้อย ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่ซับซ้อน และใช้เวลาในการสังเกตผลการทดลองสั้น

ตอนที่ 2 การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

ผู้วิจัยเลือกใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ในการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม เนื่องจากเป็นปฏิกิริยามาตรฐานที่ใช้ตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม มีขั้นตอนในการทดลองไม่ยุ่งยาก ให้ผลการทดลองชัดเจนคือเกิดตะกอนสีแดงอิฐ ใช้สารเคมีน้อย ใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่ซับซ้อน และใช้เวลาในการสังเกตผลการทดลองสั้น

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิจัยในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำผลการทดลองที่ได้จากห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาสร้างเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ซึ่งประกอบด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 บท ได้แก่

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีริชาซูลิน

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

โดยการวิจัยในขั้นตอนนี้ประกอบด้วยเอกสาร 2 ชุด ได้แก่

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ซึ่งได้ดำเนินการสร้างดังนี้

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จำนวน 5 บท ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมเฉพาะวิธีการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ สี กลิ่น จุดเดือดและความเป็นกรด-เบส คุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ แบคทีเรีย และคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ โปรตีนและน้ำตาล โดยพัฒนาบทปฏิบัติการจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและผลการทดลองที่ได้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

วิธีการพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ผู้วิจัยได้นำมาสร้างเป็นนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 บท ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญ ดังนี้

- ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ใ้บทความรู้ประกอบนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- หลักการ
- จุดประสงค์
- อุปกรณ์และสารเคมี
- วิธีการทดลอง
- รายงานผลการทดลอง
- คำถามท้ายการทดลอง

ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนการพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา ขอบข่าย และรายละเอียดของเนื้อหาวิชาชีววิทยา รวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางชีวภาพและคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์นม รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม เพื่อใช้ประกอบในการกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ การวัดและประเมินผลของการสร้างนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

2. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายและกิจกรรมการเรียนการสอนของวิชาที่เกี่ยวข้องจากเอกสารที่ศึกษากันแล้ว

3. กำหนดจุดประสงค์ของนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบท

4. สร้างนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จำนวน 5 บท โดยใช้เวลาในการสอนบทละ 3 คาบ รวมทั้งหมด 15 คาบ

5. นำนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 บท ที่สร้างเรียบร้อยแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท แล้วนำนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านชีววิทยาคือผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสริมสิน ศิริวัฒนาและรองศาสตราจารย์ สุมาลี เหลืองสกุล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ ดร. สุนันทา มั่นสมงคล โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คือ อาจารย์ ดร. เปรมจิตร บุญสาย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตฯ ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน วิชาชีพวิทยาศาสตร์ อาจารย์ณัฐชนก อมรินทร์รัตน์ โรงเรียนหอวัง พิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับเนื้อหา หลักการ จุดประสงค์ อุปกรณ์ วิธีการทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินในแบบประเมินบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ในข้อ 1 เอกสารประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ข้อ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ ข้อ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง

ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เห็นด้วยกับบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นในระดับดี ซึ่งแสดงผลการพิจารณาโดยสรุปในบทที่ 4 ดังตาราง 12 และมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น สรุปได้ดังนี้

- 1) ควรปรับปรุงเนื้อหาและภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน
- 2) ควรปรับปรุงคำถามโดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาและส่งเสริมทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

- 3) ควรระบุถึงอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ ในการทดลอง

ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ใน ทุกบทปฏิบัติการ

6. นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 3 คน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน ตามลำดับ แล้วนำข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้พัฒนาคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทาง สำหรับครูในการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอน การพัฒนาตามลำดับดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

คู่มือครูประกอบการสอนวิชาชีพวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่จัดทำขึ้น โดยสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบท

2.3 จัดทำคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จำนวน 5 บท โดยแต่ละบทประกอบด้วย

- ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้
- อุปกรณ์และสารเคมี
- การเตรียมล่วงหน้า
- อภิปรายก่อนการทดลอง
- แนวการตั้งสมมติฐาน
- อภิปรายหลังการทดลอง
- แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- คำแนะนำเพิ่มเติม

2.3 นำคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและองค์ประกอบทั้งหมด เช่นเดียวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

การวิจัยในขั้นตอนนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยได้นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนโดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 7 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 350 คน เป็นประชากร ส่วนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนจำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (Cluster Sampling) จากประชากร โดยจับฉลากนักเรียนมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 7 ห้องเรียน

ระยะเวลาในการทดลองสอน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ในชั่วโมงชุมนุมวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 สัปดาห์ ๆ ละ 1 วัน ๆ ละ 3 คาบ (คาบละ 50 นาที) รวมทั้งสิ้น 15 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางชีวภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์นม ซึ่งได้จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เสริมเนื้อหาใน วิชาชีววิทยาตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ. ศ. 2533) การแบ่งช่วงเวลาในการเรียนการสอนแสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงการแบ่งช่วงเวลาในการเรียนการสอน

ครั้งที่	จำนวนคาบ	เนื้อหา	การประเมินผล
1	3	การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
2	3	การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม โดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
3	3	การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม โดยใช้สารละลายสีรีซาซูลิน	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
4	3	การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
5	3	การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
			เมื่อนักเรียนเรียนจบในแต่ละบทปฏิบัติการ จะประเมินผลการเรียนโดยใช้แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และเมื่อนักเรียนเรียนครบทุกบทปฏิบัติการ จะประเมินผลการเรียนรวมโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ 3 ชนิด ได้แก่

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การทดลอง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้าง

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ โดยแบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 8 ทักษะ ได้แก่

- ทักษะการสังเกต
- ทักษะการวัด
- ทักษะการจำแนกประเภท
- ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- ทักษะการทดลอง
- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1.3 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อ

คณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทและคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 % ของจุง เดห์ ฟาน (Fan, 1952 : 6)

1.5 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบสำหรับการวิจัยครั้งนี้

1.6 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ไปหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) โดยใช้สูตร K.R. 20 ได้ค่าความเชื่อมั่น (ทั้งฉบับ) เท่ากับ .81

1.7 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert)

2.2 สร้างข้อความที่แสดงลักษณะของเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ให้มีข้อความ เป็นไปในทางบวก โดยวัดพฤติกรรมครอบคลุม 2 ลักษณะคือพฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิดและ พฤติกรรมในระดับการแสดงออกเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 อันดับ มีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1-5 จำนวน 30 ข้อ กำหนดเกณฑ์ในการประเมินโดยแบ่งมาตราส่วนประเมินค่า 5 อันดับ เป็น 3 ช่วง ตามค่าคะแนนเฉลี่ยของเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 1.00 - 2.33 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ใน ระดับน้อย

- ค่าเฉลี่ย 2.34 – 3.66 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ใน ระดับปานกลาง

- ค่าเฉลี่ย 3.67 – 5.00 หมายถึง มีเจตคติต่อการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ใน ระดับมาก โดยแบบสอบถามวัดเจตคติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ดัดแปลงมาจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ซึ่งอรอุมา ละมุล (2541 :304-307) สร้างขึ้นและวัดตามกรอบแนวคิดของ รศ. ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118-119 ; อ้างถึงสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 : 29-30)

2.3 นำแบบสอบถามวัดเจตคติที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบสอบถามโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบสอบถามที่แก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2.5 นำแบบสอบถามวัดเจตคติไปหาค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .84

3. แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายและความสำคัญของการประเมินค่า การเขียนรายงานและการรายงาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์เพื่อกำหนดรูปแบบการประเมิน โครงสร้างของข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน

3.3 สร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 2 รูปแบบคือการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจา ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของ ภาวดี เกตุกู (2541 : 194 -198) โดยแบบประเมินดังกล่าวประกอบด้วย

3.3.1 การเขียนรายงาน มีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- จุดประสงค์ของการทดลอง
- วัตถุประสงค์
- วิธีการทดลอง
- การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง
- สรุปผลการทดลอง
- การจัดกระทำข้อมูล
- ข้อเสนอแนะ
- การใช้ภาษาในการเขียนรายงาน

3.3.2 การรายงานด้วยวาจา มีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- การใช้วงนภาษา
- การใช้วงนภาษา
- การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ
- การจัดระบบการรายงาน
- การสื่อความหมายข้อมูล
- การรายงานตามเวลาที่กำหนด

โดยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินแบบรูปดังนี้

3.3.1 การเขียนรายงาน มีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1) จุดประสงค์ของการทดลอง

3 คะแนน หมายถึง ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้สมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้อง

2 คะแนน หมายถึง ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยขาดความสมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องเป็นบางส่วน

1 คะแนน หมายถึง ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยขาดความสมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องมาก

2) วัสดุอุปกรณ์

3 คะแนน หมายถึง เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้สอดคล้องกับวิธีการทดลอง ทุกข้อ

2 คะแนน หมายถึง เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้สอดคล้องกับวิธีการทดลองเป็น ส่วนมาก

1 คะแนน หมายถึง เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่สอดคล้องกับวิธีการทดลอง

3) วิธีการทดลอง

3 คะแนน หมายถึง กำหนดวิธีการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์

2 คะแนน หมายถึง กำหนดวิธีการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนโดย ขาดความถูกต้อง สมบูรณ์ในบางส่วน

1 คะแนน หมายถึง กำหนดวิธีการทดลองไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน

4) การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

3 คะแนน หมายถึง บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่าน เข้าใจง่าย เป็นระเบียบและมีความเหมาะสม

2 คะแนน หมายถึง บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่าน เข้าใจง่าย เป็นระเบียบและมีความเหมาะสมเล็กน้อย

1 คะแนน หมายถึง บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่าน เข้าใจยาก ขาดความเป็นระเบียบและไม่มีความเหมาะสม

5) สรุปผลการทดลอง

3 คะแนน หมายถึง บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง สมบูรณ์และชัดเจน

2 คะแนน หมายถึง บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้แต่ยังขาดความสมบูรณ์เล็กน้อย

1 คะแนน หมายถึง บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองไม่ถูกต้อง ขาดความสมบูรณ์และไม่ชัดเจน

6) การจัดกระทำข้อมูล

3 คะแนน หมายถึง จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เป็นระเบียบและน่าสนใจ

2 คะแนน หมายถึง จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยขาดลำดับขั้นตอน เป็นระเบียบและน่าสนใจเล็กน้อย

1 คะแนน หมายถึง จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยขาดลำดับขั้นตอนไม่เป็นระเบียบและขาดความน่าสนใจ

7) ข้อเสนอแนะ

3 คะแนน หมายถึง ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลอง และสิ่งที่ต้องการให้มีการศึกษาต่อไปได้ชัดเจนและเหมาะสม

2 คะแนน หมายถึง ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลอง และสิ่งที่ต้องการให้มีการศึกษาต่อไปได้ชัดเจนและเหมาะสมเล็กน้อย

1 คะแนน หมายถึง ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลอง และสิ่งที่ต้องการให้มีการศึกษาต่อไปได้ไม่ชัดเจนและไม่เหมาะสม

3.3.2 การรายงานด้วยวาจา มีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

1) การใช้วจนภาษา

3 คะแนน หมายถึง ภาษาที่ใช้ในการพูดรายงานฟังแล้วเข้าใจง่าย ถูกต้องตามหลักภาษา

2 คะแนน หมายถึง ภาษาที่ใช้ในการพูดรายงานฟังแล้วเข้าใจง่าย แต่มีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา

1 คะแนน หมายถึง ภาษาที่ใช้ในการรายงานฟังแล้วเข้าใจยากและส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา

2) การใช้ฉนวนภาษา

3 คะแนน หมายถึง ใช้น้ำเสียงและลีลาทำทางประกอบเหมาะสมกับ

บรรยากาศตลอดการรายงาน

2 คะแนน หมายถึง ใช้น้ำเสียงและลีลาทำทางประกอบเหมาะสมกับ

บรรยากาศเป็นส่วนใหญ่

1 คะแนน หมายถึง ใช้น้ำเสียงและลีลาทำทางประกอบไม่เหมาะสมกับ

บรรยากาศ

3) การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ

3 คะแนน หมายถึง การรายงานมีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และ

มีความเหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน

2 คะแนน หมายถึง การรายงานมีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ แต่ไม่

เหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน

1 คะแนน หมายถึง การรายงานไม่มีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และ

ไม่เหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน

4) การจัดระบบการรายงาน

3 คะแนน หมายถึง การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจน

มีความต่อเนื่อง

2 คะแนน หมายถึง การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อ

แต่ขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องเป็นบางส่วน

1 คะแนน หมายถึง การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อโดย

ขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องเป็นส่วนใหญ่

5) การสื่อความหมายข้อมูล

3 คะแนน หมายถึง บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนต่อเนื่องทุกตอน

ทำให้ผู้ฟังเข้าใจง่าย

2 คะแนน หมายถึง บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนทำให้ผู้ฟังเข้าใจง่าย

แต่ยังมีบางขั้นตอนที่ขาดความต่อเนื่อง

1 คะแนน หมายถึง บรรยายข้อมูลไม่ชัดเจน สับสน ทำให้ผู้ฟังเข้าใจยาก

6) การรายงานตามเวลาที่กำหนด

3 คะแนน หมายถึง การรายงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด และได้

ใจความสำคัญครบถ้วน

2 คะแนน หมายถึง การรายงานไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด แต่ได้

ใจความสำคัญครบถ้วน

1 คะแนน หมายถึง การรายงานไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด และได้

ใจความสำคัญไม่ครบถ้วน

3.4 นำแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษาไทย คือ รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร สุขเกษม และ รองศาสตราจารย์สุนันทา ไตรจักษ์ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา คือ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต และอาจารย์อติศรา เจริญวานิช คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษา คือ อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มแข็ง คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมิน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 3 คน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มมีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อนตามลำดับ โดยมีผู้ประเมินจำนวน 3 คน

3.6 นำแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในชั้นทดลองสอนเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีรูปแบบของการทดลอง (Experimental Design) เป็นชนิดกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest - posttest design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 60-61) มีแผนภาพดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

เมื่อ E	แทน	กลุ่มตัวอย่าง	
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียนสำหรับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	
X	แทน	การเรียนรู้จากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม	
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียนสำหรับแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ติดต่อผู้บริหาร โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล
2. ทำการเก็บข้อมูลก่อนทำการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน
3. ทำการสอนสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และเก็บข้อมูลคะแนนแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนจบแต่ละบทปฏิบัติการ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1
4. เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกบทปฏิบัติการแล้ว ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 2
5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1
6. นำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 2
7. นำคะแนนที่ได้จากการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การทดสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent samples

2. วิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)

3. วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบเป็นร้อยละ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 8.0

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137)

$$\text{จากสูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

1.2 หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

$$\text{จากสูตร } S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของบทปฏิบัติการกับเนื้อหาของบทปฏิบัติการแต่ละบทที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 :235)

$$\text{จากสูตร } IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ
	N	แทน	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 215)

$$\text{จากสูตร } p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	R_H	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	R_L	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	N_H	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร

Kuder - Richardson 20 (KR-20) ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ฉันทะพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 228)

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกต้องผู้เข้าสอบทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด = 1-p
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ

Dependent samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 165)

$$\text{จากสูตร } t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - distributions
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังใช้ บทปฏิบัติการกับคะแนนก่อนใช้บทปฏิบัติการแต่ละคู่
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง คะแนนทดสอบหลังใช้บทปฏิบัติการกับคะแนน ก่อนใช้บทปฏิบัติการ
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การทดสอบเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และความสามารถใน
การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137)

$$\text{จากสูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อศึกษาวิธีตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อหาคุณภาพและศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการวิจัยออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

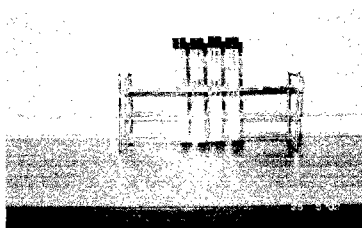
การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ สี กลิ่น จุดเดือด และความเป็นกรด-เบสของผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ปรากฏผลการทดลองดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงผลการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นม			
	สี	กลิ่น	จุดเดือด	pH
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน				
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
1.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
1.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	เหม็นบูด	99°C	5.0
1.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	เหม็นบูด	99°C	5.0
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน				
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
2.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
2.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
2.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด				
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
3.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
3.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	เหม็นบูด	99°C	5.0
3.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	เหม็นบูด	99°C	5.0
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด				
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
4.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
4.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
4.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0

หมายเหตุ : อุณหภูมิควบคุม หมายถึง อุณหภูมิมาตรฐานที่ใช้ในการแช่ผลิตภัณฑ์นม
(ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 26 .2522 : 27-32)

จากตาราง 7 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าผลิตภัณฑ์นม
ปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง($50-55^{\circ}\text{C}$)
เป็นเวลา 1 วันจะมีสีขาวขุ่น กลิ่นเหม็นบูด จุดเคี้ยวใกล้เคียงกับจุดเคี้ยวของน้ำ (100°C) และ
มีความเป็นกรดมากขึ้น สามารถแสดงลักษณะสีของผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงลักษณะสีของผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$)
อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$)

หมายเหตุ : (จากซ้ายไปขวา) หลอดที่ 1 ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน
หลอดที่ 2 ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน
หลอดที่ 3 ผลิตภัณฑ์นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด
หลอดที่ 4 ผลิตภัณฑ์นมสดชนิดยูเอชที รสจืด

2. การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม

2.1 การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู ปรากฏ

ผลการทดลองดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงผลการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่บ่ม (นาท)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ(Grade) ของน้ำนม
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน			
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
1.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
1.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	60	ขาว	เลว
1.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	60	ฟ้าเข้ม (มีตะกอน)	เลว
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน			
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
2.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
2.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
2.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	60	ฟ้าเข้ม (มีตะกอน)	ดีเลิศ
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด			
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
3.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
3.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	60	ขาว	เลว
3.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	60	ฟ้าเข้ม (มีตะกอน)	เลว

ตาราง 8 (ต่อ)

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่บ่ม (นาท)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ(Grade) ของน้ำนม
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด			
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
4.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
4.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	60	ขาว	เลว
4.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	60	ฟ้าเข้ม (มีตะกอน)	เลว

หมายเหตุ : - การพิจารณาคุณภาพน้ำนมใช้เกณฑ์ดังนี้ (จุฬามาศ เทพชัยศรี.2542 :63)

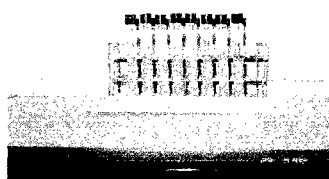
นมที่อยู่ในเกรดเลว (Poor) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2 ชั่วโมง

นมที่อยู่ในเกรดพอใช้ (Fair) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2-6 ชั่วโมง

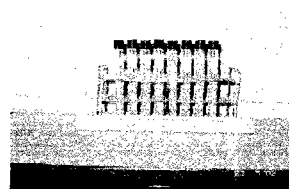
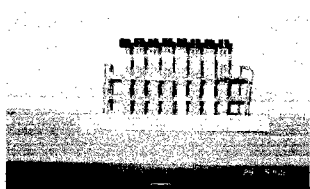
นมที่อยู่ในเกรดดี (Good) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 6-8 ชั่วโมง

นมที่อยู่ในเกรดดีเลิศ (Excellent) Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลามากกว่า 8 ชั่วโมง

จากตาราง 8 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าจะมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และอุณหภูมิสูง (50-55°C) เป็นเวลา 1 วัน ซึ่งสังเกตได้จากสารละลายสีเมธิลีนบลูเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีขาว ดังภาพประกอบ 2



เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$)



เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$)

เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$)

ภาพประกอบ 2 แสดงการเปลี่ยนสีของสารละลายสีเมธิลีนบลูที่เกิดจากการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม

หมายเหตุ : (จากซ้ายไปขวา) หลอดที่ 1-4 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (5°C)

หลอดที่ 5-8 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) ตามลำดับ

หลอดที่ 1-4 และ 5-8 เป็นผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์

รสหวาน ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน ผลิตภัณฑ์นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด

และผลิตภัณฑ์นมสดชนิดยูเอชที รสจืด ตามลำดับ

2.2 การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซารูริน

การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซารูริน ปรากฏ

ผลการทดลองดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงผลการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาชูริน

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่บ่ม (นาท)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ (Grade) ของน้ำนม
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน			
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
1.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
1.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	60	ขาว	4
1.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	60	ชมพู	3
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน			
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
2.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
2.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
2.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด			
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
3.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
3.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	60	ขาว	4
3.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	60	ขาว	3

ตาราง 9 (ต่อ)

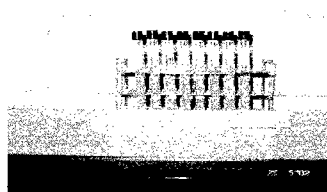
ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่บ่ม (นาทีก)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ(Grade) ของนํ้านม
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด			
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
4.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
4.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
4.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	60	ม่วง	1

หมายเหตุ : การพิจารณาคุณภาพนํ้านมใช้เกณฑ์ดังนี้ (สุมาลี เหลืองสกุล.2540 : 46)

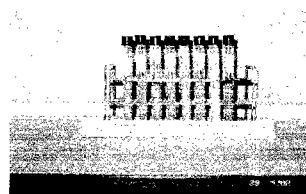
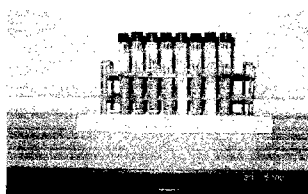
สีม่วง มีคุณภาพเป็นเกรด 1 สีลาเวนเดอร์ มีคุณภาพเป็นเกรด 2

สีชมพู มีคุณภาพเป็นเกรด 3 สีขาว มีคุณภาพเป็นเกรด 4

จากตาราง 9 พบว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ จะมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และอุณหภูมิสูง (50-55°C) เป็นเวลา 1 วัน ซึ่งสังเกตได้จากสารละลายสีรีซารูรินเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีลาเวนเดอร์ ชมพู และขาว ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 3



เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$)



เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$)

ภาพประกอบ 3 แสดงการเปลี่ยนสีของสารละลายสีรีชาซูรินที่เกิดจากการตรวจสอบ
แบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม

หมายเหตุ : (จากซ้ายไปขวา) หลอดที่ 1-4 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (5°C)

หลอดที่ 5-8 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$)

อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) ตามลำดับ

3. การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

3.1 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรต

การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรต ปรากฏ

ผลการทดลองดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรต

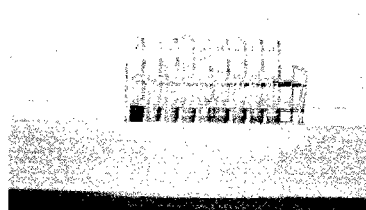
ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	สีของสารละลาย
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน	
1.1 สารละลายไข่ขาว	ม่วงเข้ม
1.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
1.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
1.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
1.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน	
2.1 สารละลายไข่ขาว	ม่วงเข้ม
2.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
2.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
2.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
2.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด	
3.1 สารละลายไข่ขาว	ม่วงเข้ม
3.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
3.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
3.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
3.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน

ตาราง 10 (ต่อ)

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	สีของสารละลาย
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด	
4.1 สารละลายไข่ขาว	ม่วงเข้ม
4.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
4.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
4.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน
4.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ม่วงอ่อน

หมายเหตุ : - ในการตรวจสอบโปรตีนผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรต ใช้สารละลายไข่ขาวเป็นตัวควบคุม

จากตาราง 10 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ และตรวจสอบโปรตีนโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรต พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดจะมีโปรตีน ซึ่งสังเกตได้จากเกิดสารละลายสีม่วงอ่อน ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์นมที่เกิดปฏิกิริยาไบยูเรต

หมายเหตุ : (จากซ้ายไปขวา) หลอดที่ 1 เป็นสารละลายไข่ขาว (ตัวควบคุม)

หลอดที่ 2-5 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิควบคุม (5°C)

หลอดที่ 6-9 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ

3.2 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาแซนโทพรเทอิก

การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาแซนโทพรเทอิก

ปรากฏผลการทดลองดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงผลการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาแซนโทพรเทอิก

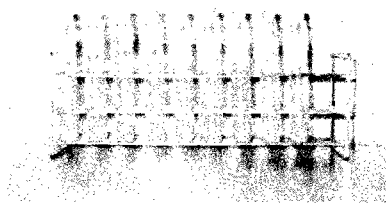
ชนิดและสถานะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	สีของตะกอน
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน	
1.1 สารละลายไข่ขาว	ส้ม
1.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ส้ม
1.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ส้ม
1.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ส้ม
1.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ส้ม
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน	
2.1 สารละลายไข่ขาว	ส้ม
2.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ส้ม
2.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ส้ม
2.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ส้ม
2.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ส้ม
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด	
3.1 สารละลายไข่ขาว	ส้ม
3.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ส้ม
3.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ส้ม
3.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ส้ม
3.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ส้ม

ตาราง 11 (ต่อ)

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	สีของตะกอน
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด	
4.1 สารละลายไข่ขาว	ส้ม
4.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ส้ม
4.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ส้ม
4.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ส้ม
4.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ส้ม

หมายเหตุ : - การตรวจสอบโปรตีนผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก ใช้สารละลายไข่ขาวเป็นตัวควบคุม

จากตาราง 11 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ และตรวจสอบโปรตีนโดยใช้ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดจะมีโปรตีน ซึ่งสังเกตได้จากเกิดตะกอนสีส้ม ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 5 แสดงการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์นมที่เกิดปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก

หมายเหตุ : (จากซ้ายไปขวา) หลอดที่ 1 เป็นสารละลายไข่ขาว (ตัวควบคุม)

หลอดที่ 2-5 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิควบคุม (5°C)

หลอดที่ 6-9 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ

4. การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

4.1 การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง)

การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง)

ปรากฏผลการทดลองดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง)

ชนิดและสถานะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	สีของตะกอน
1. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน	
1.1 สารละลายไข่ขาว	น้ำตาลเข้ม
1.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	แดงอิฐ
1.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	แดงอิฐ
1.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	แดงอิฐ
1.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	แดงอิฐ
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน	
2.1 สารละลายไข่ขาว	น้ำตาลเข้ม
2.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	แดงอิฐ
2.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	แดงอิฐ
2.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	แดงอิฐ
2.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	แดงอิฐ
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด	
3.1 สารละลายไข่ขาว	น้ำตาลเข้ม
3.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	แดงอิฐ
3.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	แดงอิฐ
3.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	แดงอิฐ
3.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	แดงอิฐ

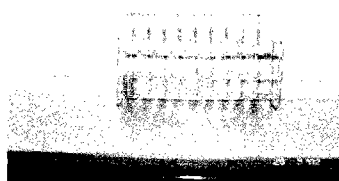
ตาราง 12 (ต่อ)

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	สีของตะกอน
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด	
4.1 สารละลายไข่ขาว	น้ำตาลเข้ม
4.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	แดงอิฐ
4.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	แดงอิฐ
4.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	แดงอิฐ
4.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	แดงอิฐ

หมายเหตุ : - ในการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง)

ใช้สารละลายน้ำตาลแลกโทส 1 % เป็นตัวควบคุม

จากตาราง 12 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ และตรวจสอบน้ำตาลโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดมีน้ำตาล ซึ่งสังเกตได้จากเกิดตะกอนสีแดงอิฐหลังจากต้ม เป็นเวลา 5 นาที ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์นมที่เกิดปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง)

หมายเหตุ : (จากซ้ายไปขวา) หลอดที่ 1 เป็นสารละลายน้ำตาลแลกโทส 1% (ตัวควบคุม)
 หลอดที่ 2-5 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิควบคุม (5°C)
 หลอดที่ 6-9 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ

4.2 การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์

การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ ปรากฏ

ผลการทดลองดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงผลการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	สีของตะกอน
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน	
1.1 สารละลายน้ำตาลแลคโทส 1%	ฟ้า
1.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	แดงอิฐ
1.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	แดงอิฐ
1.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	แดงอิฐ
1.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	แดงอิฐ
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน	
2.1 สารละลายน้ำตาลแลคโทส 1%	ฟ้า
2.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	แดงอิฐ
2.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	แดงอิฐ
2.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	แดงอิฐ
2.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	แดงอิฐ
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด	
3.1 สารละลายน้ำตาลแลคโทส 1%	ฟ้า
3.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	แดงอิฐ
3.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	แดงอิฐ
3.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	แดงอิฐ
3.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	แดงอิฐ

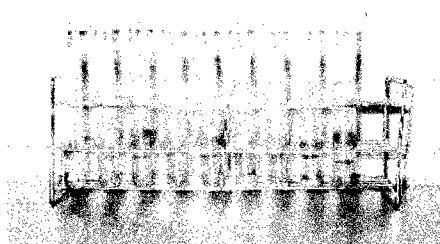
ตาราง 13 (ต่อ)

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	สีของตะกอน
4. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสจืด	
4.1 สารละลายน้ำตาลแลคโทส 1%	ฟ้า
4.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	แดงอิฐ
4.3 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	แดงอิฐ
4.4 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	แดงอิฐ
4.5 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	แดงอิฐ

หมายเหตุ : - ในการตรวจสอบน้ำตาลผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ ใช้สารละลายน้ำตาลแลคโทส 1% เป็นตัวควบคุม

จากตาราง 13 เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ และตรวจสอบน้ำตาลโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดมีน้ำตาล ซึ่งสังเกตได้จากเกิดตะกอนสีแดงอิฐหลังจากต้มเป็นเวลา 5 นาที ดังภาพประกอบ 7

ภาพประกอบ 7 แสดงการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์นมที่เกิดปฏิกิริยาบาร์โฟด์



ภาพประกอบ 7 แสดงการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์นมที่เกิดปฏิกิริยาบาร์โฟด์

หมายเหตุ : (จากซ้ายไปขวา) หลอดที่ 1 เป็นสารละลายน้ำตาลแลคโทส 1% (ตัวควบคุม)
 หลอดที่ 2-5 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิควบคุม (5°C)
 หลอดที่ 6-9 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้จำนวน 5 บท เมื่อนำบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้สำหรับสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

รายการประเมิน	บทปฏิบัติการที่					$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
	1	2	3	4	5			
1. ใ้ความรู้ประกอบ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3.62	3.47	3.49	3.69	3.67	3.59	0.10	ดี
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3.78	3.75	3.79	3.55	3.71	3.72	0.10	ดี
3. เอกสารรายงานผลการ ทดลองและคำถามท้าย การทดลอง	3.53	3.80	3.78	3.70	3.48	3.66	0.15	ดี

จากตาราง 14 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม จำนวน 5 บท โดยแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง พบว่าค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อบทปฏิบัติการทั้ง 3 ส่วนอยู่ในระดับดี แสดงว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการเรียนการสอน

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร เพื่อศึกษาในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
2. ศึกษาเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
3. ศึกษาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

ในการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังนี้

1. ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

เมื่อนำผลคะแนนเฉลี่ยในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มาเปรียบเทียบปรากฏผลดังตาราง 15

ตาราง 15 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่างๆ จากการทดสอบ
ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบก่อนเรียน (N=30)		คะแนนสอบหลังเรียน (N=30)		t	p
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
1.ทักษะการสังเกต	5	3.40	0.67	3.90	0.66	3.18**	.003
2.ทักษะการวัด	6	2.90	0.99	3.73	1.05	2.93**	.006
3.ทักษะการจำแนก ประเภท	5	2.50	0.68	3.37	0.81	5.07**	.000
4.ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล	5	2.83	0.59	3.90	0.71	7.90**	.000
5.ทักษะการตั้งสมมติฐาน	6	3.60	0.72	4.70	0.92	4.97**	.000
6.ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร	9	6.77	1.08	8.73	1.73	3.74**	.007
7.ทักษะการทดลอง	7	5.07	1.01	6.70	0.53	7.03**	.000
8.ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและการลงข้อ สรุป	7	5.13	0.86	6.27	0.74	5.46**	.000
รวม	50	32.23	1.55	41.33	1.24	31.06**	.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 15 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนทั้ง 8 ทักษะ โดยภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลการสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 แสดงว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

2. ศึกษาเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยใช้แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม จำนวน 30 ข้อ

เมื่อนำค่าเฉลี่ยเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ของนักเรียนมาวิเคราะห์เป็นรายด้านและภาพรวม ปรากฏผลดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงผลการศึกษาเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมเป็นรายด้านและภาพรวม

ด้านที่ประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
1. ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.05	0.57	มาก
2. การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.16	0.54	มาก
ภาพรวม	4.11	0.56	มาก

จากตาราง 16 เมื่อวิเคราะห์เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก แสดงว่าเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ของนักเรียนอยู่ในระดับมาก

3. ศึกษาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจา

เมื่อประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผู้ประเมินจำนวน 3 ท่าน ผลปรากฏดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงความสามารถในการนำเสนอผลงานของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

ด้าน	คะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานของ นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่					เฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
	1	2	3	4	5		
1*	18.78	18.78	18.72	18.67	19.05	18.80	78.33
2**	15.22	15.17	15.39	15.45	15.17	15.28	84.88
รวม	34.00	33.95	34.11	34.12	34.22	34.08	81.14
คิดเป็นร้อยละ	80.95	80.83	81.21	81.24	81.48		

หมายเหตุ : 1* หมายถึงการเขียนรายงาน , 2 ** หมายถึงการรายงานด้วยวาจา

จากตาราง 17 ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม พบว่า เมื่อพิจารณาในแต่ละบท
ปฏิบัติการ นักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปของการเขียนรายงาน
และการรายงานด้วยวาจา คิดเป็นร้อยละ 80.95 , 80.83 , 81.21 , 81.24 และ 81.48 ตามลำดับ และเมื่อ
พิจารณาโดยภาพรวม พบว่านักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปของ
การเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจา คิดเป็นร้อยละ 81.14

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม เพื่อศึกษาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น และศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อหาคุณภาพและศึกษาผลการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับมาก
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ทั้งกลุ่มไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนในการวิจัย 3 ตอน ในแต่ละตอนดำเนินการโดยสรุปดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการตามขั้นตอนการทดลองที่ได้ศึกษาค้นคว้า เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการวิจัยดังนี้

2.1 พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาสร้างเป็นบทปฏิบัติการจำนวน 5 บท ซึ่งประกอบด้วย

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย สีเมธิลีนบลู

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย สีรีซารูริน

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

และพัฒนาบทปฏิบัติการให้ครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางชีวภาพ และคุณสมบัติทางเคมีในผลิตภัณฑ์นม เพื่อให้เป็นบทปฏิบัติการที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2.2 สร้างคู่มือครูประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ โดยนำผลการทดลองที่ได้จากห้องปฏิบัติการ มาเขียนเป็นคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการจำนวน 5 บท เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับครูในการ สอนบทปฏิบัติการ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน มีขั้นตอนในการวิจัย ดังนี้

3.1 เก็บข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำคะแนนที่ได้มาเป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน

3.2 ทำการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม โดยใช้เวลาสอนจำนวน 15 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3 เก็บข้อมูลในการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนและเก็บข้อมูล คะแนนแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนจบแต่ละบทปฏิบัติการ

3.4 เก็บข้อมูลหลังเรียน โดยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำคะแนนที่ได้มาเป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน

3.5 เมื่อสิ้นสุดการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์บทสุดท้าย ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมและ นำแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก มีจำนวน 50 ข้อ แบบทดสอบนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .81

2. แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scales) 5 อันดับ มีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1-5 มีจำนวน 30 ข้อ แบบประเมินนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .84

3. แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจา เป็นแบบประเมินที่ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิก (Rubic scoring)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
2. วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent samples
3. วิเคราะห์คะแนนจากแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
4. วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบเป็นร้อยละ

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยในแต่ละตอน สามารถสรุปได้ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขออภิปรายผลตามลำดับดังนี้

1.1 การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

เมื่อนำผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีสีขาวขุ่น กลิ่นเหม็นบูด จุดเดือดใกล้เคียงกับจุดเดือดของน้ำ (100°C) และมีความเป็นกรดมากขึ้น

1.2 การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม

เมื่อนำผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน พบว่ามีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) แสดงว่าอุณหภูมิดังกล่าวเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

1.3 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม แบ่งออกเป็น 2 ปฏิริยาดังนี้

1.3.1 ปฏิริยาไบยูเรต

เมื่อนำผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม(5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน และตรวจสอบโปรตีนโดยใช้ปฏิริยาไบยูเรต พบว่า ผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดมีโปรตีนซึ่งสังเกตได้จากเกิดสารละลายสีม่วงอ่อน

1.3.2 ปฏิริยาแซนโทโปรเทอิก

เมื่อนำผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม(5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน และตรวจสอบโปรตีนโดยใช้ปฏิริยาแซนโทโปรเทอิก พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดมีโปรตีนซึ่งสังเกตได้จากเกิดตะกอนสีส้ม

1.4 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม แบ่งออกเป็น 2 ปฏิริยาดังนี้

1.4.1 ปฏิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง)

เมื่อนำผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม(5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน และตรวจสอบน้ำตาลโดยใช้ปฏิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดมีน้ำตาลซึ่งสังเกตได้จากเกิดตะกอนสีแดงอิฐ

1.4.2 ปฏิริยาบาร์โฟด์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม(5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน และตรวจสอบน้ำตาลโดยใช้ปฏิริยาบาร์โฟด์ พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดมีน้ำตาลซึ่งสังเกตได้จากเกิดตะกอนสีแดงอิฐ

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม จำนวน 5 บท
ในแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
พร้อมคู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการ เมื่อนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบ
คุณภาพผลิตภัณฑ์นม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินโดยใช้แบบประเมินบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับดี ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง
การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียน
การสอนในโรงเรียน

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน แบ่งออกเป็น

3.1 นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก

3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

จากการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม พบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด
ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิด
พาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม(5°C)
อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และอุณหภูมิสูง(50-55°C) เป็นเวลา 1 วัน พบว่า
นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และอุณหภูมิสูง
(50-55°C) เป็นเวลา 1 วันจะมีสีขาวขุ่น กลิ่นเหม็นบูด จุดเดือดใกล้เคียงกับจุดเดือดของน้ำ (100°C)

และมีความเป็นกรดมากขึ้น เนื่องจากมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นม แสดงว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บผลิตภัณฑ์นมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นมดังกล่าว

2. การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม แบ่งออกเป็น 2 วิธีดังนี้

2.1 การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

2.2 การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซารูริน

2.1 การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

จากการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู พบว่าเมื่อนำผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน พบว่านมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วันจะมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นม ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของสารละลายสีเมธิลีนบลูจากสีฟ้าเป็นสีขาวภายหลังการแช่ผลิตภัณฑ์นมดังกล่าวไว้ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของบวรศักดิ์ ติลลานนท์ (2535 : 104-109) ที่ระบุว่าเมื่อตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลูจะมีการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลีนบลูจากสีฟ้าเป็นสีขาว

จากการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู ผู้วิจัยพบว่ามีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีของสารละลายสีเมธิลีนบลูดังนี้

2.1.1 สีของผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ในการทดลอง จากการทดลองผู้วิจัยพบว่าควรใช้ผลิตภัณฑ์นมที่มีสีขาวขุ่น ไม่มีสีอื่นเจือปน เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์นมมีผลทำให้การเปลี่ยนสีของสารละลายสีเมธิลีนบลูคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

2.1.2 แสงสว่าง ผู้วิจัยพบว่าแสงสว่างมีผลทำให้สีของสารละลายสีเมธิลีนบลูเปลี่ยนจากสีฟ้าเข้มเป็นสีขาวเร็วขึ้น ซึ่งทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นหลังจากเติมสารละลายสีเมธิลีนบลูลงในผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดแล้ว ควรรีบนำผลิตภัณฑ์นมดังกล่าวแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที และรีบปิดฝาอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเพื่อป้องกันไม่ให้หลอดทดลองถูกแสงสว่าง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของบวรศักดิ์ ติลลานนท์ (2535 : 104-109) ที่ระบุว่าแสงสว่างมีผลต่อการเปลี่ยนสีของสารละลายสีเมธิลีนบลู

2.1.3 ปริมาณออกซิเจนในอากาศ ผู้วิจัยพบว่าภายหลังการเติมสารละลายซีเมธิลีนบลูลงในผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดแล้วควรคว่ำหลอดทดลองกลับป้อมาอย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนในอากาศลงไปปนกับออกซิเจนในผลิตภัณฑ์นม ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยนสีของสารละลายซีเมธิลีนบลูคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

2.1.4 สารละลายซีเมธิลีนบลูที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยพบว่าควรเตรียมใหม่ทุกครั้งเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของสารละลายสีดังกล่าว ซึ่งมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาระหว่างผลิตภัณฑ์นมกับสารละลายสีที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

2.1.5 อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการแช่ผลิตภัณฑ์นม ผู้วิจัยพบว่าควรแช่ผลิตภัณฑ์นมในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเห็นผลการเปลี่ยนแปลงของสารละลายซีเมธิลีนบลูจากสีฟ้าเข้มเป็นสีขาวได้ชัดเจน

2.1.6 เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีของสารละลายซีเมธิลีนบลู ผู้วิจัยพบว่าเมื่อเติมสารละลายซีเมธิลีนบลูลงในผลิตภัณฑ์นมจะเกิดการทำปฏิกิริยาระหว่างสารละลายซีเมธิลีนบลูกับผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด โดยสารละลายซีเมธิลีนบลูจะเปลี่ยนจากสีฟ้าเข้มเป็นสีขาว ซึ่งใช้เวลาในการเปลี่ยนสีค่อนข้างช้า เนื่องจากสารละลายซีเมธิลีนบลูเป็นสารเคมีที่มีความไว (Sensitivity) ต่อผลิตภัณฑ์นมน้อย

2.2 การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาชูริน

จากการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาชูริน พบว่าเมื่อนำผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน พบว่านมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วันจะมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นม ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของสารละลายรีซาชูรินจากสีน้ำเงินเป็นสีขาวภายหลังการแช่ผลิตภัณฑ์นمدังกล่าวไว้ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที ซึ่งสอดคล้องกับค่ากล่าวของบวรศักดิ์ ลีลานนท์ (2535 :104-109) ที่ระบุว่าเมื่อตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายรีซาชูรินจะมีการเปลี่ยนแปลงของสารละลายรีซาชูรินจากสีฟ้าเป็นสีขาว เนื่องจากแบคทีเรียจะใช้ออกซิเจนในผลิตภัณฑ์นมในการเจริญเติบโต ทำให้ค่าออกซิเดชัน - รีดักชัน (Oxidation -Reduction Potential) ลดลง

จากการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูริน ผู้วิจัยพบว่ามีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีของสารละลายสีรีซาซูริน ดังนี้

2.2.1 สีของผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ในการทดลอง จากการทดลองผู้วิจัยพบว่าควรใช้ผลิตภัณฑ์นมสีขาวขุ่น ไม่มีสีอื่นเจือปน เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์นมมีผลทำให้การเปลี่ยนสีของสารละลายสีรีซาซูรินคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

2.2.2 แสงสว่าง ผู้วิจัยพบว่าแสงสว่างมีผลทำให้สีของสารละลายสีรีซาซูรินเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีขาวเร็วขึ้นซึ่งทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นหลังจากเติมสารละลายสีรีซาซูรินลงในผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดแล้ว ควรรีบนำผลิตภัณฑ์นมดังกล่าวแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที และรีบปิดฝาอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เพื่อป้องกันไม่ให้หลอดทดลองถูกแสงสว่าง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของบวรศักดิ์ ลีลานนท์ (2535 :104-109) ที่ระบุว่าแสงสว่างมีผลต่อการเปลี่ยนสีของสารละลายสีรีซาซูริน

2.2.3 ปริมาณออกซิเจนในอากาศ ผู้วิจัยพบว่าภายหลังจากเติมสารละลายสีรีซาซูรินลงในผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดแล้วควรคว่ำหลอดทดลองกลับขึ้นมาอย่างช้าๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนในอากาศลงไปปนกับออกซิเจนในผลิตภัณฑ์นม ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยนสีของสารละลายสีรีซาซูรินคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

2.2.4 สารละลายสีรีซาซูรินที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยพบว่าควรเตรียมใหม่ทุกครั้งเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของสารละลายสีดังกล่าว ซึ่งมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาระหว่างผลิตภัณฑ์นมกับสารละลายสีที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

2.2.5 อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการแช่ผลิตภัณฑ์นม ผู้วิจัยพบว่าควรแช่ผลิตภัณฑ์นมไว้ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเห็นผลการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีรีซาซูรินจากสีน้ำเงินเป็นสีขาวได้ชัดเจน

2.2.6 เวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีของสารละลายสีรีซาซูริน ผู้วิจัยพบว่าเมื่อเติมสารละลายสีรีซาซูรินลงในผลิตภัณฑ์นมจะเกิดการทำปฏิกิริยาระหว่างสารละลายสีรีซาซูรินกับผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด โดยสารละลายสีรีซาซูรินจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง สีชมพู สีเทาเวนเคอร์ และสีขาว ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาในการเปลี่ยนสีเร็วมาก เนื่องจากสารละลายสีรีซาซูรินเป็นสารเคมีที่มีความไว (Sensitivity) ต่อผลิตภัณฑ์นมมาก

4. การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม แบ่งเป็น 2 ปฏิริยาดังนี้

4.1 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิริยาไบยูเรต

4.2 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิริยาแซนโทโปรเทอิก

4.1 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิริยาไบยูเรต

จากการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม พบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน และตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิริยาไบยูเรต พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวมีโปรตีน ซึ่งสังเกตได้จากเมื่อเติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้น 1% และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10% ลงในผลิตภัณฑ์นมจะเกิดสารละลายสีม่วง ซึ่งสอดคล้องกับค่ากล่าวของสุภาพ บุญยรัตเวช และเกษร วีระาโต (2540 : 180) ที่ระบุว่าในการตรวจสอบโปรตีนโดยใช้ปฏิริยาไบยูเรต เมื่อเกิดปฏิริยาจะเกิดสารละลายสีม่วง เนื่องจากพันธะเปปไทด์ในโปรตีนจะทำปฏิริยากับคอปเปอร์ซัลเฟตในสารละลายต่าง แล้วให้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วง จากการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) ผู้วิจัยพบว่าใช้เวลาในการเกิดปฏิริยาล้นและเห็นผลการทดลองชัดเจน

4.2 การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิริยาแซนโทโปรเทอิก

จากการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม พบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน และตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิริยาแซนโทโปรเทอิก พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดมีโปรตีน ซึ่งสังเกตได้จากเมื่อเติมสารละลายกรดไนตริก ความเข้มข้น 10% จะเกิดตะกอนสีเหลืองและเมื่อเติมสารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 25 % ลงในผลิตภัณฑ์นมและต้มเป็นเวลา 5 นาที จะเกิดตะกอนสีส้ม ซึ่งสอดคล้องกับค่ากล่าวของรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2539 : 141) ที่ระบุว่าในการตรวจสอบโปรตีนโดยใช้ปฏิริยาแซนโทโปรเทอิกในผลิตภัณฑ์นม เมื่อเกิดปฏิริยาจะเกิดตะกอนสีส้ม

จากการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาปฏิกิริยาแซนโทโพรเทิก ผู้วิจัยพบว่า มีขั้นตอนบางขั้นตอนในการทดลองที่ต้องระมัดระวัง เช่น การเตรียมสารละลายกรดไนตริก และ สารละลายแอมโมเนีย เป็นต้น ต้องระมัดระวังไม่ให้ถูกร่างกายและเสื้อผ้า ดังนั้นครูผู้สอนควรเป็นผู้เตรียมสารเคมีให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง

5. การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม แบ่งเป็น 2 ปฏิกิริยาดังนี้

5.1 การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง)

5.2 การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์

5.1 การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง)

จากการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม พบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิด พาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน และตรวจสอบ น้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวมีน้ำตาล ซึ่งสังเกตได้จากเมื่อเติมสารละลายเบเนดิกต์ลงในผลิตภัณฑ์นม และต้มเป็นเวลา 5 นาที จะเกิดตะกอนสีแดงอิฐ ซึ่งสอดคล้องกับค่ากล่าวของรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2539 :89-90) ที่ระบุว่าในการ ตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม โดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) เมื่อเกิดปฏิกิริยาจะเกิดตะกอน สีแดงอิฐ เนื่องจากน้ำตาลรีดิวซิง (Reducing Sugar) ที่มีหมู่อัลดีไฮด์ (Aldehyde Group) หรือคีโตน (Ketone Group) สามารถรีดิวซ์คิวปริคไอออน (Cupric Ion, Cu^{2+}) เป็นคิวปรัสไอออน (Cuprous Ion, Cu^{+}) และเกิดตะกอนคิวปรัสออกไซด์ (Cuprous Oxide, Cu_2O) ซึ่งมีสีแดงอิฐ จากการตรวจสอบ น้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) ผู้วิจัยพบว่าใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาสั้น และเห็นผลการทดลองชัดเจน

5.2 การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์

จากการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม พบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิด พาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน และตรวจสอบ น้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ พบว่าผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวมีน้ำตาล ซึ่ง สังเกตได้จากเมื่อเติมสารละลายบาร์โฟด์ลงในผลิตภัณฑ์นม และต้มเป็นเวลา 15 นาที จะเกิดตะกอน

สีแดงอิฐ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2539 : 89-90) ที่ระบุว่าในการตรวจสอบน้ำตาลโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ในผลิตภัณฑ์นม เมื่อเกิดปฏิกิริยาจะเกิดตะกอนสีแดงอิฐ ซึ่งเป็นตะกอนของสารคิวปริกออกไซด์ (Cu_2O) จากการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ ผู้วิจัยพบว่าใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยานาน (ประมาณ 15 นาที) ดังนั้นในการทดลองครูผู้สอนควรแนะนำให้นักเรียนต้มน้ำในบีกเกอร์ให้เดือดก่อนทำการทดลอง เพื่อใช้สำหรับต้มผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดภายหลังการเติมสารละลายบาร์โฟด์

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ผู้วิจัยขออภิปรายผลดังนี้

เมื่อนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 บท ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินโดยใช้แบบประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่าค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี แสดงว่าบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนในโรงเรียน

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เริ่มจากการกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลอง การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนต่างๆ ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกการแก้ปัญหาและสามารถค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม และนักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ ด้วยตนเอง เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นต้น ส่งผลให้นักเรียนที่เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรทัย วิเศษสุกุล (2534 : บทคัดย่อ) ซึ่งพบว่านักเรียนที่เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสริมความรู้วิทยาศาสตร์จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เสริมความรู้วิทยาศาสตร์

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : 75) ซึ่งพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

เมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกทักษะก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ทั้งนี้เนื่องมาจากในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นต้น ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในขั้นตอนต่างๆ ของการปฏิบัติการทดลองมากยิ่งขึ้น

2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2
ทั้งนี้เนื่องจาก

2.1 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทที่พัฒนาขึ้นเป็นสิ่งที่ใหม่สำหรับนักเรียน โดยเฉพาะบทปฏิบัติการที่ 2-5 ซึ่งนักเรียนสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจนและสวยงาม ประกอบกับนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์บางชนิด เช่น ปิเปต เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนอย่างมากยิ่งขึ้น รวมทั้งนักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติการทดลองทำให้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง เมื่อวิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือด้านที่ 1 ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 2 การแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ด้านอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรอุมา ละมุล (2541 :123) ที่พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก ยกเว้นข้อ 8 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นแต่ละการทดลองใช้เวลาเหมาะสม พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ จะใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมกับสารละลายบาร์โฟด์ช้ากว่าปฏิกิริยาอื่นๆ (ประมาณ 15 นาที) ดังนั้นในการทดลอง ครูควรแนะนำให้นักเรียนต้มน้ำในบีกเกอร์ให้เดือดก่อนที่จะเริ่มทำการทดลอง เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในขณะที่ทำการทดลอง

2.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม เพื่อป้องกันการบริโภคผลิตภัณฑ์นมที่เน่าเสียเนื่องจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์นมยังเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย เนื่องจากนักเรียนจะต้องบริโภคอยู่เป็นประจำและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ขั้นตอนในแต่ละการทดลองได้เร็วขึ้น ประกอบกับนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ค่อยได้มีโอกาสมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง นักเรียนจึงเกิดความรู้สึกว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ จึงเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการทดลองมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก กอปรกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความง่ายเหมาะสมกับพัฒนาการของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541 :11) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองจะช่วยให้นักเรียนเกิดความพร้อมและมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนอย่างมีชีวิตชีวา

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ทั้งกลุ่มไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

3.1 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีการจัดลำดับขั้นตอนไว้อย่างชัดเจนและเป็นระบบทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมและส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยนักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาคำชี้แจง ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยหลักการ จุดประสงค์ของการทดลอง อุปกรณ์และสารเคมี วิธีทดลอง รายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง เมื่อนักเรียนเรียนจบแต่ละบทปฏิบัติการจะต้องบันทึกผลการทดลองในเอกสาร รายงานผลการทดลองและรายงานหน้าชั้นเรียนเป็นเวลา 10 นาที ในแต่ละขั้นตอนของบทปฏิบัติการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ได้คิดและมีโอกาสตัดสินใจด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่นอกเหนือไปจากการเรียนในห้องเรียน นอกจากนี้ นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 มาตรา 24 ที่ระบุว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำเป็น คิดเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

3.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาข้อความต่างๆ จาก บทปฏิบัติการที่มีการนำเสนอรายละเอียดแต่ละส่วน ซึ่งจะเห็นได้จากการบรรยายละเอียดในหัวข้อที่เป็นส่วนประกอบของการเขียนรายงาน ได้แก่ จุดประสงค์ของการทดลอง วัตถุประสงค์ วิธีการทดลอง การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง สรุปผลการทดลอง การจัดกระทำข้อมูล ข้อเสนอแนะและการใช้ภาษาในการเขียนรายงาน ส่วนการรายงานด้วยวาจาประกอบด้วยการใช้วงเล็บ การใช้วงเล็บ การใช้ข้อมูลหรือสื่อประกอบ การจัดระบบการรายงาน การสื่อความหมายข้อมูล และการรายงานตามเวลาที่กำหนด จากการวิจัยผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปของการเขียนรายงานได้ค่อนข้างดี แต่ยังมีบางส่วนที่ควรปรับปรุง เช่น ภาษาที่ใช้ในการเขียนรายงาน การจัดระบบการรายงาน การสื่อความหมายข้อมูล เป็นต้น นอกจากนี้เกณฑ์ที่ใช้ในการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาอยู่ที่ตอนท้ายของแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ครูควรแจ้งให้นักเรียนได้ทราบเพื่อเป็นหลักสำคัญในการเตรียมตัวในการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจา เมื่อถึงเวลารายงานนักเรียนจะมีข้อมูลที่ผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งนักเรียนแต่ละคนจะมีความรู้ในเรื่องที่นำเสนออย่างแท้จริง เนื่องจากเป็นผลที่ได้จากการตัดสินใจด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถจัดระบบการรายงาน การใช้ภาษา และสื่อความหมายข้อมูลในแต่ละเรื่องได้ถูกต้อง รวมทั้งช่วยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถรายงานผลงานของตนเองด้วยความมั่นใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุณีย์ ขวัญศิริ (2537 : 88) ซึ่งพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ทั้งกลุ่ม ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน ครูควรศึกษาและทำการทดลองด้วยตนเองเพื่อให้ได้ผลการทดลองก่อนทุกครั้ง นอกจากนี้เมื่อนำบทปฏิบัติการไปใช้กับนักเรียน ครูควรชี้แจงและแนะนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในขั้นตอนต่างๆ ที่ต้องปฏิบัติเพื่อความรวดเร็วในการทำการทดลอง

1.2 ในการเรียนการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสารเคมีอย่างถูกต้อง รวมทั้งไม่เคยใช้อุปกรณ์บางชนิดมาก่อน เช่น ปิเปต เป็นต้น ดังนั้นครูผู้สอนควรแนะนำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สารเคมี และสารเคมีใช้ก่อนที่จะให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

1.3 ในการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการทดลองอย่างเต็มที่ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ มากขึ้น เช่น ทักษะการทดลอง ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นต้น

1.4 ในบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่องการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก และ บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่องการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง) และ ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ ก่อนทำการทดลองครูควรแนะนำให้นักเรียนดื่มน้ำในบีกเกอร์สำหรับใช้ในการตรวจสอบจุดเดือด ตรวจสอบโปรตีน และน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ตามลำดับ

1.5 ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 ตอนที่ 2 เรื่องการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม โดยใช้ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก ผู้วิจัยพบว่าจะต้องใช้สารละลายกรดไนตริก ความเข้มข้น 10 % ในการทดลอง ดังนั้นในขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ครูควรแนะนำให้นักเรียนระมัดระวังอันตรายที่เกิดขึ้นและรู้จักวิธีป้องกันไม่ให้สารเคมีดังกล่าวถูกร่างกายและเสื้อผ้า

1.6 ในบทปฏิบัติการที่ 1-5 ครูควรแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยใช้ผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ เพียงสภาวะเดียว แล้วนำผลการทดลองของนักเรียนทุกกลุ่มมาอภิปรายผลร่วมกัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เป็นแนวทางในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย

2.2 ควรนำทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนโครงการ พสวท. เป็นต้น

2.3 ควรศึกษาผลการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่นๆ เช่น จิตวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.4 ควรศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมยี่ห้อต่างๆ ผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ ที่มีขายในท้องถิ่น รวมทั้งควรศึกษาปริมาณแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมซึ่งอยู่ในสภาพต่างๆ เช่น สภาพเปิดฝาเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิสูง และอุณหภูมิสูง เป็นต้น นอกจากนี้ควรศึกษาปริมาณแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมซึ่งเก็บไว้ที่บริเวณต่างๆ ของตู้เย็น เช่น ด้านบน ตรงกลาง ด้านล่าง เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. (2541). *สถานการณ์ปศุสัตว์ปี 2541 และแนวโน้มปี 2542*. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2522). *การกำหนดนมโคเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต*. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 26.
- (2522). *การกำหนดนมปรุงแต่งเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต*. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 35.
- คณะกรรมการการพัฒนากิจการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). *ชุดส่งเสริมประสบการณ์สำหรับครู*. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการการพัฒนาศูนย์ธุรกิจและสังคมแห่งชาติ , สำนักงาน. (2539). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544)*. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ , สำนักนายกรัฐมนตรี.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ , สำนักงาน. (2539). *แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ. ศ. 2540-2544)*. กรุงเทพฯ ฯ : อรรถพลการพิมพ์.
- งามตา วณินทานนท์. (2534). *เอกสารประกอบการสอนวิชาจิตวิทยาสังคม*. กรุงเทพฯ ฯ : สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จันทร์ชัย หลึงประยูร. (2524). “โครงการวิทยาศาสตร์,” *คู่มือครูกิจกรรมวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน*. กรุงเทพฯ ฯ : ดาวศิลป์การพิมพ์.
- จุฑามาศ เทพชัยศรี. (2542). *คู่มือปฏิบัติการวิชา สุข 214 จุลชีววิทยาในทางสาธารณสุข*. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาสุขศึกษา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จูไรรัตน์ รุ่งโรจน์รักษ์. (2541, พฤษภาคม). “ชุดทดสอบขาดกำลังในนมและผลิตภัณฑ์นม ,” *กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*. 40 (2) : 209.
- ชวาล แพรัตกุล. (2520). *เทคนิคการเขียนข้อสอบ*. กรุงเทพฯ ฯ : พัทธอักษร.
- ชุติมา วัฒนศิริ. (2541). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เชิดศักดิ์ โฉวสินธุ์. (2520). *การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ*. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ ฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดวงเดือน พันธุมนาวิน. (2529). *เอกสารประกอบการฝึกอบรม การวิจัยขั้นสูงทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ ฯ : สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธงชัย ชิวปรีชา, ณรงค์ศิลป์ รูปพนมและปรีชาญ เดชศรี. (2526). “การวัดผลและประเมินผล การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.” ในเอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นภา โล่ห์ทองและคณะ. (2538). *ปฏิบัติการจุลชีววิทยา*. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นวลจิตร โชตินันท์. (2524). *ความสัมพันธ์ระหว่างการทำนารวสารทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทาง วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญใน กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นันทนา อรุณฤกษ์และคณะ. (2537, สิงหาคม). “การศึกษาแบคทีเรียในนมสดพาสเจอร์ไรส์ ในจังหวัดชลบุรี,” *ศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา*. 7 (3) : 16-26.
- บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2540). *รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรม เฉพาะประเภทอุตสาหกรรมนมสดและนมกึ่งรูปปี 2540*.
- บวรศักดิ์ ลีลานนท์. (2535). *เอกสารประกอบการสอนผลิตภัณฑ์นม*. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชา เทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประทุม อัดชู. (2535). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). “หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่,” ในเอกสารการนิเทศ การศึกษาฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาพัฒนาคำและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). *การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
-(2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2540 ,กรกฎาคม- ตุลาคม). “ การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด ,”
ครุศาสตร์. 26(1) : 35-36.
- พิสมัย ถีตะแก้ว. (2524). *วาทกรรมสำหรับครู*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพัฒนาคำถามและเอกสารวิชาการ
หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาวดี เกตุก. (2541). *ผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมต่อ
ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.*
- มณีนันท์ เกตุไสว. (2540). *ผลการจัดกิจกรรมการทดลองทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนคติทาง
วิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.*
- ยงยุทธ ยุทธวงศ์. (2527, มกราคม). “ การเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ,” *วารสารวิทยบริการ*.
1(5) : 19.
- ยุวดี วัฒนโกศลสิน. (2541). *โปรตีนและการสังเคราะห์โปรตีน*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2531). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525*. กรุงเทพฯ :
อักษรเจริญทัศน์.
- รุ่ง แก้วแดง. (2542). *ปฏิบัติการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดีดตั้งเซ็นเตอร์.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. (2539). *เคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร*. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาคหกรรม
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*.
กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำและจิต นวนแก้ว. (2532). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียน*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.
- วรรณมา ตั้งเจริญชัย. (2538). *ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์นม*. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- วรรณมา ตั้งเจริญชัยและวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. (2531). *นมและผลิตภัณฑ์นม*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- วารี ว่องพินัยรัตน์. (2530). *การสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาทดสอบและ
วิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์.
- วิจิตรมา แสงพลสิทธิ์และคนอื่นๆ. (2522). *วารสารสำหรับครู*. กรุงเทพฯ ฯ : โอเดียนสโตร์.
- วิชชุดา งามอักษร. (2541). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบเอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- วิชิต สุรัตน์เรืองชัย. *เอกสารประกอบการสอนวิชา 404361 วิธีสอนทั่วไป*. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิโรจน์ เฉลยสุข. (2541). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยา
ศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอน
ปกติ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิสิฐ จະวะจิตและคณะ. (2541, พฤษภาคม – สิงหาคม). “รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการกระจายนม
ในโรงเรียนประถมศึกษา,” *นิเวศวิทยา*. 25(2) : 68-70.
- วีระชาติ สวนไพรินทร์. (2531). *การสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ ฯ :
ต้นอ้อ 1999.
- ศิริภรณ์ เจียรพสุพันธุ์. (2538). *ความรู้เกี่ยวกับการผลิตนมโคและนมปรุงแต่ง*. กรุงเทพฯ ฯ :
กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.
- ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). *เจตคติ*. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2538). *การวัดและประเมินผล
วิชาวิทยาศาสตร์ : เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเพื่อเตรียมวิทยากรแกนนำ*.
กรุงเทพฯ : สถาบัน ฯ.
- สมคิด สร้อยน้ำ. (2540). *เอกสารคำสอนรายวิชาหลักการสอน 1022301*. กรุงเทพฯ ฯ : ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุดรธานี.

- สมจิต สวธนไพบุลย์. (2541). เอกสารคำสอนวิชา กว. 571 ประชุมปฏิบัติการการสอนวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมชาย คงรวและคณะ. (2539). การวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของนมพร้อมดื่มที่ผ่าน
การพาสเจอร์ไรส์. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.
- สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู.
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมหมาย วัฒนศิริ. (2533). แนวการจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. ปากเกร็ด นนทบุรี.
- สมศักดิ์ สันธูระเวชญ์. (2522). การประเมินผลการเรียนวิชาสังคมศึกษาระดับมัธยมศึกษา.
กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2529). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุภาวดี แสงพลสิทธิ์และคนอื่น ๆ. (2526). วาทกรรมสำหรับครู. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สุนีย์ ขวัญศิริ. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอ
ผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตาม
เทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ. (2535). เอกสารประกอบการอบรมครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์
ชีวิต เนื้อหาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ, กรมการฝึกหัดครู
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุภาพ บุญชะรัตเวชและเกษร วีระชาติ. (2540). ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมาลี เหลืองสกุล. (2540). คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สุรีย์ สุธาสิโนบล. (2541). การศึกษาผลการจัดกิจกรรมค่ายเทคโนโลยีด้านพลังงานจาก ดวงอาทิตย์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิมล เขียวแท้ง. (2527). การสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. ปัตตานี : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม และวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ.
- อรทัย วิเศษสุกุล. (2534). ผลของบทปฏิบัติการเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพ้นทองวิทยายน จังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา ละมุล. (2541). การพัฒนานบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนักที่ใช้สอนในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์ กศ. ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อลงกร อมรศิลป์และเกรียงศักดิ์ สายธนู. (2537). ความสัมพันธ์ของคุณภาพทางจุลชีววิทยาทางกายภาพ และส่วนประกอบของน้ำนมของนมสดพาสเจอร์ไรส์ที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิ 4,7,10 องศาเซลเซียส. กรุงเทพฯ : คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิญา เจริญกุล. (2541). “นมและผลิตภัณฑ์นม”, วารสาร มกค. 18(3) : 12–22.
- อัญชลี เลาเหลิชัย. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์พาณิชยกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้รับการสอน โดยใช้เทคนิคการประชาสัมพันธ์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ. ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- Allport, Gordon W. (1935). "Attitude," in S. Murchison, ed. *Handbook of Social Psychology*. Clark University Press, Massachusetts :
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : McGrawHill Book Company.
- Gablle, Dorothy L., and Rubba, Peter A. (1977, October - December). "The Effect of Early Teaching and Training on Physics Achievement, Attitude Towards Science and Science Teaching and Process Skill Proficiency," *Science Education*. 61 : 503-511.
- Gogov I, Petrova – Ianakieva L. (1980, May). "Differentiation of Bacilli Isolated from Raw and Pasteurized Milk.," *Vet Med Nauki* 17(4) : 59-64.
- Hasan, O. E. and V. Y. Bileh. (1975, July). "Relationships Between Teachers Change in Attitudes Towards Science and Some Professional Variables," *Journal of Research in Science Teaching*. 12(3) : 247 – 253.
- Hofstein, A. and Lunetta, V. N. (1982, February). "The Roles of the Laboratory in Science Teaching : Neglected Aspect of Reseach," *Review of Education Reseach*. 52(1) : 201 – 221.
- Kagan, J. and E. Haveman. (1968). *Psychology : An Introduction*. New York : Hartcout Brace & World.
- Kolebas, P. (1972, February). "The Effects on the Intelligence, Reading, Mathematics and Interest in Science – A Process Approach Since First Entering School," *Dissertation Abstracts International*. 32(1) : 443 – A.
- Laskin, S. B. (1980, January). "The Effects of a Decision – Making Program on the Career Maturity of High School Students," *Dissertation Abstract International*. 40(1) : 4412 – A
- Lee, CM. (1984, May). " Spoilage Microorganisms Encountered in Ultra- high Temperature Processed Milk.," *Zhonghua Min Guo Wei Sheng Wu Ji Mian Yi Xue Za Zhi*. 17(2) : 86-91.
- Mazura, F. (1989, August). "Bacteriological Findings in Samples of Milk From Cows Studies for the Causative Agent of Mastitis," *Vet Med (Praha)*. 34 (3) : 149-156.

- Budavari , S. (1996). The Merck Index. An Encyclopedia of Chemicals , Drugs , and Biologicals. USA : Merck & Co., Inc.
- Okebukola , P. A. (1985 , July). "Cooperative Learning and Students ' Attitudes Towards Laboratory Work ," *School Science and Mathematics*. 86(7) : 582 – 589.
- Smith , Patty Templeton. (1994 , January). Instructional Method Effects on Students ' Attitude and Achievement ," *Dissertation Abstract International*. 54 (7) : 2528-A.
- Spear , J. and Zollman, D. (1997 , January). "The Influences of Structure Versus Unstructured Laboratory on Students' Understanding the Process of Science ," *Research in Science Teaching*. 14(1) : 34 – 35.
- Varnam , A. H. and Sutherland , J. P. (1994). *Milk and Milk Products : Technology , Chemistry and Microbiology*. London : Chapman & Hall.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- ตำแหน่งหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำและตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

1. รองศาสตราจารย์ สุมาลี เหลืองสกุล
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสริมสิน ศิริวัฒนา
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ ดร. เปรมจิตร บุญสาย
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตกรณ ในพระบรมราชูปถัมภ์
4. อาจารย์ ดร. สุนันทา มนัสมงคล
ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)
5. อาจารย์ณัฐชนก อมรินทร์รัตน์
หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนหอวัง
6. รองศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
7. รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร สุขเกษม
ภาควิชาภาษาไทยและภาษาตะวันออก คณะมนุษยศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
8. รองศาสตราจารย์ สุนันทา โสรังจ้
ภาควิชาภาษาไทยและภาษาตะวันออก คณะมนุษยศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
9. อาจารย์ ดร. สุวพร เข้มเฮง
ภาควิชาการวัดและประเมินผลทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
10. อาจารย์อลิศรา เจริญวานิช
ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ 2334

วันที่ ๔5 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายจำรัส อินทลาภาพร นิติระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุม การทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสริมสิน ศิริวัฒนา เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบ คุณภาพผลิตภัณฑ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายจำรัส อินทลาภาพร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาพรณี หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1012/ ๔๓๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๔๕ มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตกรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายจรัส อินทลาภาพร นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์เปรมจิตร์ บุญสาย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายจรัส อินทลาภาพร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5664

โทรสาร. 258-4119



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/๒๓๓๕

วันที่ ๒๕ มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)

เนื่องด้วย นายจรัส อินทลาภาพร นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สุนันทา มั่นสมงคล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายจรัส อินทลาภาพร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภการณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1012/ ๔๓๓

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๔๕ มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหอวัง

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายจำรัส อินทลาภาพร นิติระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ณัฐชนก อมรินทร์รัตน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายจำรัส อินทลาภาพร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5664

โทรสาร. 258-4119



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ ๔1 ๗๔

วันที่ / ๙ มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นายจรัส อินทลาภพร นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ฉฐพรพงษ์ เจริญพิทย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เด็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุม การทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต อาจารย์อลิสรา เจริญวานิช และ อาจารย์สุวพร เข้มแสง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินความสามารถ ในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายจรัส อินทลาภพร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ ๔ / ๖3

วันที่ 1๙ มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะมนุษยศาสตร์

เนื่องด้วย นายจรัส อินทลาภาพร นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาศักยภาพปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ฉัตรพงษ์ เจริญพิทย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุม การทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์อัมพร สุขเกษม และ รองศาสตราจารย์สุนันทา ไตรจักษ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทาง วิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายจรัส อินทลาภาพร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์อัมพร สุขเกษม)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1012/ 2641



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/ พฤษภาคม 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหอวัง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายจรัส อินทลาภาพร นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาต ใช้สถานที่ และขอให้ให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 5 จำนวน 100 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพ ผลิตภัณฑ์นม ในระหว่างเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายจรัส อินทลาภาพร ได้เก็บข้อมูล ในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร ะหวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ 3566



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

13 มิถุนายน 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหอวัง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม แบบทดสอบ แบบประเมิน และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นายจรัส อินทลาภาพร นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรปฏิบัติการศึกษา เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ทำการสอน โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน และทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างเดือน มิถุนายน – กรกฎาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายจรัส อินทลาภาพร ได้เก็บข้อมูล ในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 02-258-4119

ภาคผนวก ข

แบบประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

แบบประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยวัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แบบประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีทั้งหมด 5 บท ได้แก่

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูลิน

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

ในแต่ละบทปฏิบัติการประกอบด้วยเอกสารต่าง ๆ 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 3 เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 บท โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1 ตามความหมายดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

แบบประเมินบทบาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ - สกุล.....ตำแหน่ง.....
สถานที่ทำงาน.....
เบอร์โทรศัพท์.....

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

รายการ	5	4	3	2	1
1. ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์					
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน					
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน					
1.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม					
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน					
1.7 การใช้ภาษา					
1.7.1 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
1.7.2 ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
1.7.3 ชวนอ่าน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 หลักการ					
2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.1.3 มีความชัดเจน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
2.2 จุดประสงค์					
2.2.1 มีความชัดเจน					
2.2.2 ประเมินผลได้					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
2.3.1 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง					
2.3.3 ครอบคลุมกับการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
2.4 วิธีการทดลอง					
2.4.1 ภาษาที่ใช้ชัดเจน					
2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม					
2.4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้					
2.4.4 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด					
2.4.5 มีความยากง่ายเหมาะสม					
2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น					
2.4.7 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง					
2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม					
3.2 คำถามท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์					
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง					
3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม					
3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม					
3.2.5 คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา					
3.2.6 คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					
3.2.7 คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สีเมธีลินบลู
โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

รายการ	5	4	3	2	1
1. ในความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์					
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน					
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน					
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม					
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน					
1.7 การใช้ภาษา					
1.7.1 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
1.7.2 ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
1.7.3 ชวนอ่าน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 หลักการ					
2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.1.3 มีความชัดเจน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
2.2 จุดประสงค์					
2.2.1 มีความชัดเจน					
2.2.2 ประเมินผลได้					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
2.3.1 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง					
2.3.3 ครอบคลุมกับการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
2.4 วิธีการทดลอง					
2.4.1 ภาษาที่ใช้ชัดเจน					
2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม					
2.4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้					
2.4.4 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด					
2.4.5 มีความยากง่ายเหมาะสม					
2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น					
2.4.7 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง					
2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง					
3.3 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม					
3.4 คำถามท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์					
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง					
3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม					
3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม					
3.2.5 คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา					
3.2.6 คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					
3.2.7 คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบบที่เรียนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สรีรชาสุริน
โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

รายการ	5	4	3	2	1
1. ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์					
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน					
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน					
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม					
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหามีความชัดเจน					
1.7 การใช้ภาษา					
1.7.1 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
1.7.2 ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
1.7.3 ชวนอ่าน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 หลักการ					
2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.1.3 มีความชัดเจน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
2.2 จุดประสงค์					
2.2.1 มีความชัดเจน					
2.2.2 ประเมินผลได้					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
2.3.1 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง					
2.3.3 ครบคลุมกับการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
2.4 วิธีการทดลอง					
2.4.1 ภาษาที่ใช้ชัดเจน					
2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม					
2.4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้					
2.4.4 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด					
2.4.5 มีความยากง่ายเหมาะสม					
2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น					
2.4.7 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง					
2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม					
3.2 คำถามท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์					
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง					
3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม					
3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม					
3.2.5 คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา					
3.2.6 คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					
3.2.7 คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

รายการ	5	4	3	2	1
1. ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์					
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน					
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน					
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม					
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน					
1.7 การใช้ภาษา					
1.7.1 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
1.7.2 ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
1.7.3 ชวนอ่าน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 หลักการ					
2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.1.3 มีความชัดเจน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
2.2 จุดประสงค์					
2.2.1 มีความชัดเจน					
2.2.2 ประเมินผลได้					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
2.3.1 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง					
2.3.3 ครอบคลุมกับการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
2.4 วิธีการทดลอง					
2.4.1 ภาษาที่ใช้ชัดเจน					
2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม					
2.4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้					
2.4.4 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด					
2.4.5 มีความยากง่ายเหมาะสม					
2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น					
2.4.7 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง					
2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม					
3.2 คำถามท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์					
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง					
3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม					
3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม					
3.2.5 คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา					
3.2.6 คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					
3.2.7 คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการ

วิทยาศาสตร์ โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1

รายการ	5	4	3	2	1
1. ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์					
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน					
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน					
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม					
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหามีความชัดเจน					
1.7 การใช้ภาษา					
1.7.1 มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
1.7.2 ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
1.7.3 ชวนอ่าน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1 หลักการ					
2.1.1 สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์					
2.1.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.1.3 มีความชัดเจน					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
2.2 จุดประสงค์					
2.2.1 มีความชัดเจน					
2.2.2 ประเมินผลได้					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี					
2.3.1 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน					
2.3.2 เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง					
2.3.3 ครอบคลุมกับการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
2.4 วิธีการทดลอง					
2.4.1 ภาษาที่ใช้ชัดเจน					
2.4.2 เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม					
2.4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้					
2.4.4 ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด					
2.4.5 มีความยากง่ายเหมาะสม					
2.4.6 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น					
2.4.7 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง					
2.4.8 ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					

รายการ	5	4	3	2	1
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง					
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม					
3.2 คำถามท้ายการทดลอง					
3.2.1 คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์					
3.2.2 คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง					
3.2.3 จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม					
3.2.4 ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม					
3.2.5 คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา					
3.2.6 คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					
3.2.7 คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
ข้อเสนอแนะ.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

ภาคผนวก ค

- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
- คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

คำแนะนำการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

การใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีข้อควรปฏิบัติ และทำความเข้าใจดังนี้

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้เพื่อแก้ไขปัญหาด้านเอกสารและบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเสริมเนื้อหาวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยอาศัยข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม รวมทั้งผลการทดลองที่ได้จากห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ คือ 15 คาบ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที

3. นักเรียนที่ใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเฉพาะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. ครูที่ใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ควรเป็นครูหรืออาจารย์ที่มีพื้นความรู้ในวิชาชีววิทยา

5. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ควรใช้คู่กับคู่มือการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

6. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ครูควรเรียงลำดับจากบทปฏิบัติการที่ 1 ไปจนถึงบทปฏิบัติการที่ 5 เนื่องจากแต่ละบทปฏิบัติการมีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

7. ในส่วนที่เป็นใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถปรับให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพโรงเรียนของตนเอง

เนื้อหาของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อใช้เสริมเนื้อหาวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 บทดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย
สีเมธิลีนบลู

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย
สีรีซาซูลิน

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

การแบ่งช่วงเวลาในการเรียนการสอน

การช่วงเวลาในการเรียนการสอนสำหรับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบ

คุณภาพผลิตภัณฑ์นม ปรากฏดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงการแบ่งช่วงเวลาในการเรียนการสอน

ครั้งที่	จำนวนคาบ	เนื้อหา	การประเมินผล
1	3	การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ในผลิตภัณฑ์นม	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
2	3	การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม โดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
3	3	การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม โดยใช้สารละลายสีรีซารูริน	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
4	3	การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
5	3	การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม	คำถามท้ายบทปฏิบัติการ
			เมื่อนักเรียนเรียนจบในแต่ละบทปฏิบัติการ จะประเมินผลการเรียนโดยใช้แบบประเมิน ความสามารถในการนำเสนอผลงานทาง วิทยาศาสตร์ และเมื่อนักเรียนเรียนครบทุก บทปฏิบัติการ จะประเมินผลการเรียนรวม โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามวัดเจตคติ ต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการที่ 1
เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

สาระสำคัญ

นมเป็นอาหารชนิดหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับบุคคลทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กที่กำลังเจริญเติบโตและผู้สูงอายุ เพราะนมประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ ในปัจจุบันได้มีการทำผลิตภัณฑ์นมหลายชนิด เช่น นมสด นมปรุงแต่ง นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ฯลฯ ดังนั้นนักเรียนควรจะได้ศึกษาและมีความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นมต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น

ลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นมที่ควรศึกษา แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. สี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์นม

สีของนํ้านมสามารถบอกคุณภาพของนํ้านมได้ โดยปกตินํ้านมที่มีคุณภาพดีจะมีสีขาว เพราะมีเคซีนเป็นองค์ประกอบ ถ้าเป็นฤดูที่แม่วัวได้รับหญ้าสดมากๆ สีของนํ้านมจะมีสีเหลืองอ่อน เพราะมีสารแคโรทีนเป็นองค์ประกอบอยู่ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ในนํ้านม เช่น โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ ฯลฯ เป็นส่วนที่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของนํ้านม ทำให้เราสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีในนํ้านมได้ กล่าวคือถ้าองค์ประกอบต่างๆ ข้างต้นลดลงจะทำให้นํ้านมมีสีขาวอมฟ้า

กลิ่นของนํ้านมสามารถบอกคุณภาพของนํ้านมได้ เช่น ถ้าเป็นนํ้านมดิบที่รีดจากแม่วัวใหม่ๆ จะมีกลิ่นหอมซึ่งบ่งบอกถึงความสดของนํ้านม ส่วนนมที่ผ่านความร้อน กลิ่นหอมของนมสดจะระเหยไป เหลือแต่กลิ่นนมสุก ถ้านมเสื่อมคุณภาพกลิ่นของนํ้านมจะมีกลิ่นเหม็นบูด แสดงว่านํ้ามนั้นเสีย

รสชาติของนํ้านม ปกตินํ้านมตามธรรมชาติจะมีรสหวานเพราะมีน้ำตาลแลคโทสเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 4.9 % แต่อาจพบรสชาติของนํ้านมแตกต่างไปจากปกติได้ เช่น

- รสเค็ม เพราะมีเกลือคลอไรด์ปนอยู่ในนํ้านม
- รสขม เพราะมีแบคทีเรียประเภทที่ทนความร้อนปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยโปรตีนบางส่วนเป็นเปปโตน ส่วนมากจะพบนมรสขมในผลิตภัณฑ์นมสเตอริไลส์
- รสเปรี้ยว เพราะแบคทีเรียบางชนิดในนํ้านมเปลี่ยนน้ำตาลแลคโทสให้เป็นกรดแลกติก

2. ความถ่วงจำเพาะ

ความถ่วงจำเพาะของนํ้านมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.027-1.035 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.032) ความถ่วงจำเพาะของนํ้านมจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับปริมาณของแข็งในนํ้านม การทราบค่าความถ่วงจำเพาะของนํ้านมที่แน่นอนจะใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบการปลอมปนของนํ้านม

3. จุดเยือกแข็ง

ค่าจุดเยือกแข็งของน้ำนมอยู่ระหว่าง -0.530 ถึง -0.550 องศาเซลเซียส (ค่าเฉลี่ยของจุดเยือกแข็งเท่ากับ - 0.540 องศาเซลเซียส) ค่าจุดเยือกแข็งของน้ำนมจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก ยกเว้นถ้ามีการเติมน้ำลงไปในน้ำนม ดังนั้นการวัดค่าจุดเยือกแข็งสามารถใช้ตรวจสอบปริมาณน้ำที่เติมลงไปในน้ำนม จุดเยือกแข็งของน้ำนมขึ้นอยู่กับจำนวนโมเลกุลของของแข็งที่ละลายอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลูโคสและน้ำตาลแลคโทส

4. จุดเดือด

จุดเดือดของน้ำนมใกล้เคียงกับจุดเดือดของน้ำ คือประมาณ 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากในน้ำนมมีของแข็งหลายชนิดที่ทำให้จุดเดือดของน้ำนมเพิ่มขึ้น เมื่อนำน้ำนมมาต้มให้เดือดจะมีฟองลอยบนผิวหน้า ซึ่งเกิดจากการจับตัวของเคซีนและแลคโตส โดยมีไขมันปนอยู่ จึงสามารถตรวจสอบความสดของน้ำนมโดยการต้มน้ำนมให้เดือด แล้วดูการจับตัวเป็นฟอง ในกรณีที่น้ำนมเริ่มเสียจะมีความเป็นกรดสูง เมื่อต้มให้เดือดจะมีการจับตัวเป็นฟองหนามากเรียกว่าคลอท ออน บอย เทส (Clot On Boil Test)

5. ความหนืด

ความหนืดคือความต้านทานต่อการไหลของของเหลว ความหนืดมีผลต่อลักษณะของเนื้อมนมและความรู้สึกเมื่อดื่ม ความหนืดของน้ำนมขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของของแข็งในน้ำนม โดยเฉพาะโปรตีนจะมีผลกระทบต่อความหนืดมาก

6. ความเป็นกรด

ความเป็นกรดของน้ำนมสามารถวัดได้โดยการทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส (pH) โดยปกติ น้ำนมจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.3 - 6.9 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.6) สามารถใช้ค่าความเป็นกรด-เบสบอกคุณภาพของน้ำนมได้ กล่าวคือถ้าเป็นนมเสียเนื่องจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรดจะสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถวัดความเป็นกรด-เบสของน้ำนมในรูปของค่าไทเทรเอเบิล แอซิซิตี (Titratable acidity :TA) หรือเรียกว่าเปอร์เซ็นต์ แอซิซิตี (Percent Acidity) โดยปกติ น้ำนมจะมีค่าไทเทรเอเบิล แอซิซิตีอยู่ระหว่าง 0.14-0.17 %

ประเภทของผลิตภัณฑ์นม

การแปรรูปน้ำนมเป็นผลิตภัณฑ์นมสามารถทำได้หลายชนิด ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันตั้งแต่กระบวนการผลิตและส่วนผสม ซึ่ง อกัญญา เจริญกุล (2541 : 14-21) ได้แบ่งผลิตภัณฑ์นมออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

1. นำนมและครีม

น้ำนมและครีม หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่มีลักษณะเป็นของเหลว สามารถแบ่งออกเป็น

1.1 นำนม (Milk) เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ดื่มโดยตรง สามารถแบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์นมเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1.1 นมสด (Fresh Milk) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำนมสดที่ได้จากแม่วัว โดยไม่ต้องเติมวัตถุอื่นใดเพื่อการปรุงแต่ง เช่น สี กลิ่น รส หรือเรียกว่า นมชนิดจืด สามารถแบ่งนมสดตามปริมาณไขมันเป็น 3 ชนิด คือ

1) นมสด (Whole Milk) หมายถึง น้ำนมที่ไม่ได้แยกมันเนยหรือไขมันนม (Milk Fat) ออกไป และมีปริมาณไขมันมากกว่า 3.2 %

2) นมสดพร่องมันเนย (Partly Skimmed Milk) หมายถึง น้ำนมที่ได้แยกมันเนยบางส่วนออก และมีปริมาณไขมัน 0.1-3.2 %

3) นมสดขาดมันเนย (Skimmed Milk) หมายถึง น้ำนมที่ได้แยกมันเนยออกจนเกือบหมด และมีปริมาณไขมันน้อยกว่า 0.2 %

1.1.2 นมปรุงแต่ง (Flavored Milk) หมายถึง นมที่ปรุงแต่งด้วยสี กลิ่น หรือรส ไม่ว่าจะปรุงแต่งด้วยสารที่เพิ่มคุณค่าทางอาหารหรือไม่ก็ตาม และสิ่งที่นำมาปรุงแต่งนั้นต้องไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ นมปรุงแต่งส่วนใหญ่มีรสหวาน มีสีและรสต่างกัน เช่น นมปรุงแต่ง รสหวาน นมปรุงแต่งรสช็อกโกแลต นมปรุงแต่งรสสตอเบอรี่ นมปรุงแต่งรสกาแฟ เป็นต้น การปรุงแต่งรสของนมจะช่วยเพิ่มรสชาติ กลิ่น และรสของนมให้น่าบริโภคมากขึ้น

1.1.3 นมคั้นรูป (Recombined Milk Product) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอาส่วนประกอบของนมสดซึ่งได้แยกออกแล้ว นำมาผสมกันใหม่ให้มีลักษณะเดียวกับนมสด แล้วผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อและบรรจุ นมคั้นรูปสามารถผลิตในรูปแบบของนมปรุงแต่ง โดยนำเอานมผงมันเนย น้ำและสารปรุงแต่งรสมาผสมกันตามขั้นตอนและสัดส่วนที่เหมาะสม แล้วนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อน เช่น พาสเจอร์ไรส์ ยูเอชที เป็นต้น

1.2 ครีม (Cream) หมายถึงผลิตภัณฑ์นมที่แยกได้จากนํ้านมโดยใช้เครื่องปั่นแยกครีม (Cream Separator) ครีมเป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีปริมาณไขมันสูงกว่านํ้านมปกติ โดยมีสัดส่วนของโปรตีน น้ำตาลแลคโทสและน้ำคั่งที่ สามารถแบ่งครีมตามปริมาณไขมันได้ 4 ชนิด คือ

1.2.1 ครีมพว่องมันเนย (Half Cream or Half and Half Cream) เป็นครีมที่มีปริมาณไขมัน 10-18 % ซึ่งอาจได้จากการใช้เครื่องปั่นแยกครีมหรือการผสมนํ้านมสดกับครีมธรรมชาติ ในปริมาณเท่ากัน ครีมพว่องมันเนยมักใช้เติมในกาแฟหรือราดบนผลไม้

1.2.2 ครีมธรรมชาติ (Cream or Single Cream) เป็นครีมที่มีปริมาณไขมัน 18-30% นิยมใช้เติมในกาแฟและของหวาน

1.2.3 วิปปิ้งครีม (Whipping Cream) สามารถแบ่งตามปริมาณไขมันได้ 2 ชนิด คือ ไลท์ วิปปิ้งครีม (Light Whipping Cream) เป็นครีมที่มีปริมาณไขมัน 30-35 % และเฮฟวี่ วิปปิ้งครีม (Heavy Whipping Cream) เป็นครีมที่มีปริมาณไขมัน 36-45 % วิปปิ้งครีมมักจะถูกตีให้ขึ้นฟู และใช้สำหรับแต่งหน้าบนของหวานหรือไอศกรีม

1.2.4 ครีมข้น (Thick Cream) เป็นครีมที่มีลักษณะข้นมาก มีปริมาณไขมันมากกว่า 45% ใช้ราดบนของหวาน

ผลิตภัณฑ์นํ้านมและครีม จะต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนฆ่าเชื้อตามกรรมวิธี ดังนี้

1. พาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที และทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้จะผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้

2. สเตอริไลส์ (Sterilization) หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทั้งนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3. ยูเอชที (UHT or Ultra - High Temperature) หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วินาที ทั้งนี้จะต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2. เนย (Butter)

เนย หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไขมันของนม และต้องมีไขมันนมไม่ต่ำกว่า 80 % มีของแข็งไม่รวมไขมันไม่เกิน 2 % มีความชื้นไม่เกิน 80 % และมีเกลือไม่เกิน 4 % สามารถแบ่งเนยตามปริมาณเกลือเป็น 2 ชนิดคือเนยที่ไม่เติมเกลือ เรียกว่า เนยชนิดจืด และเนยที่เติมเกลือ เรียกว่า เนยชนิดเค็ม

3. ไอศกรีม (Ice Cream)

ไอศกรีม หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่ถูกทำให้เย็นจัดและแข็งตัว ไอศกรีมประกอบด้วยส่วนผสมหลักคือ นม มั่นเนย น้ำตาล และน้ำ อาจมีการเติมสี สารปรุงแต่งกลิ่น รส สารที่ทำให้ไอศกรีมผสมกันดีขึ้นและสารให้ความคงตัวของไอศกรีม

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2522) แบ่งไอศกรีมเป็น 5 ชนิด คือ

3.1 ไอศกรีมนม หมายถึง ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม

3.2 ไอศกรีมคัดแปลง หมายถึง ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ไขมันชนิดอื่นแทนมันเนยทั้งหมดหรือบางส่วน หรือ ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมัน

3.3 ไอศกรีมผสม หมายถึง ไอศกรีมนมหรือไอศกรีมคัดแปลงซึ่งมีผลไม้หรือวัตถุดิบที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสม

3.4 ไอศกรีมชนิดแข็งหรือผง หมายถึง ไอศกรีมนมหรือไอศกรีมคัดแปลงหรือไอศกรีมผสมชนิดแข็งหรือผง

3.5 ไอศกรีมหวานเย็น หมายถึง ไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้น้ำและน้ำตาลหรืออาจมีวัตถุดิบที่เป็นอาหารเป็นส่วนผสม

4. นมข้น (Condensed Milk)

นมข้น หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากการนำนมสดมาระเหยน้ำออกบางส่วน และทำให้หวานโดยการเติมน้ำตาล หรืออาจทำโดยการนำส่วนประกอบตามธรรมชาติของน้ำนมมาผสมกันใหม่ให้มีลักษณะเดียวกับนมข้น ซึ่งเรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่า นมข้นคั้นรูป ผลิตภัณฑ์นมข้นและนมข้นคั้นรูปสามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ

4.1 นมข้นไม่หวานและนมข้นคั้นรูปไม่หวาน

4.2 นมข้นหวานและนมข้นคั้นรูปหวาน

4.3 นมข้นขาดมันเนยไม่หวานและนมข้นขาดมันเนยคั้นรูปไม่หวาน

4.4 นมข้นขาดมันเนยหวานและนมข้นขาดมันเนยคั้นรูปหวาน

5. นมผง (Milk Powder)

นมผง หมายถึง นมสดที่ทำให้น้ำระเหยออกด้วยกรรมวิธีต่างๆ จนเป็นผง มีความชื้นไม่เกิน 5 % สามารถแบ่งตามปริมาณไขมันได้ 3 ชนิด คือ

5.1 นมผงธรรมดา (Whole Milk Powder) หมายถึง นมผงที่ไม่ได้แยกมันเนยออกและมีปริมาณไขมันมากกว่า 26 %

5.2 นมผงพร่องมันเนย (Partly Skimmed Milk Powder) หมายถึง นมผงที่ได้แยกมันเนยบางส่วนออกไปและมีปริมาณไขมัน 1.5-26 %

5.3 นมผงขาดมันเนย (Skimmed Milk Powder) หมายถึง นมผงที่ได้แยกมันเนยออกเกือบหมดและมีปริมาณไขมันน้อยกว่า 1.5 %

6. ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว (Fermented Milk Products)

ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากกระบวนการหมัก (Fermentation) โดยอาศัยการทำงานของแบคทีเรียพวกแลกติก (Lactic Acid Bacteria) และยีสต์ที่ใช้ น้ำตาลแลกโทสในการผลิตกรดแลกติก ก๊าซ และแอลกอฮอล์ รวมถึงกลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตสารให้กลิ่นรส ต่าง ๆ ได้แก่ ไดอะเซทิล กรดอะซิติก แอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถแบ่งผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวออกเป็น 8 ชนิด ได้แก่

6.1 โยเกิร์ต (Yogurt) หมายถึง ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ผลิตโดยใช้เชื้อแบคทีเรียในกระบวนการผลิต 2 ชนิด คือสเตรปโตคอกคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophilus*) และแลคโตบาซิลลัส บุลการิกัส (*Lactobacillus bulgaricus*) ซึ่งอาจมีการใช้เชื้อแบคทีเรียในกลุ่มที่เรียกว่าบิฟิดัส (*Bifidus*) ร่วมด้วย ซึ่งเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่สามารถเจริญในลำไส้ของมนุษย์ และมีผลดีต่อสุขภาพ เช่น แลคโตบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส (*Lactobacillus acidophilus*) บิฟิโดแบคทีเรียม บิฟิดัม (*Bifidobacterium bifidum*) เป็นต้น สามารถแบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามลักษณะดังนี้

6.1.1 ลักษณะของเนื้อโยเกิร์ต สามารถแบ่งโยเกิร์ตเป็น 2 ชนิดคือ

6.1.1.1 โยเกิร์ตแบบอยู่ตัว (Set Yogurt) มีเนื้อนมจับตัวมีลักษณะค่อนข้างแข็ง อยู่ในถ้วย อาจมีชั้นน้ำใสแยกตัวออกมาอยู่ที่ด้านบน

6.1.1.2 โยเกิร์ตแบบบรรจุที่หลังหรือแบบคนสำเร็จ (Stirred Yogurt) เนื้อมีลักษณะเนียน เป็นเนื้อเดียวกันและข้นหนืด

6.1.2 ลักษณะการปรุงแต่งรส สามารถแบ่งโยเกิร์ตเป็น 2 ชนิดคือ

6.1.2.1 โยเกิร์ตแบบธรรมดา (Plain Yogurt) หมายถึง โยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมผลไม้หรือรสผลไม้ แต่เติมน้ำตาลทรายลงไปในส่วนผสมก่อนหมัก เพื่อให้โยเกิร์ตที่ได้มีรสหวานตามความต้องการ

6.1.2.2 โยเกิร์ตแบบผสมผลไม้หรือธัญพืช (Flavored Yogurt) หมายถึง โยเกิร์ตที่มีการปรุงแต่งกลิ่นและรสให้น่ารับประทานมากขึ้น โดยการเติมผลไม้หรือธัญพืชจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อโยเกิร์ต กล่าวคือถ้าเป็นโยเกิร์ตแบบอยู่ตัวจะเติมผลไม้หรือธัญพืชไว้ด้านล่างของถ้วย เมื่อรับประทานต้องคนให้ถึงเนื้อผลไม้ที่อยู่ด้านล่างก่อน ส่วนโยเกิร์ตแบบคนสำเร็จจะมีการเติมผลไม้หรือธัญพืช แล้วผสมให้เข้ากันกับโยเกิร์ตก่อนบรรจุลงถ้วย

6.2 โยเกิร์ตพร้อมดื่ม (Drinking Yogurt) จัดเป็นโยเกิร์ตคนสำเร็จ (Stirred Yogurt) ชนิดหนึ่ง โดยโยเกิร์ตพร้อมดื่มเป็นการผสมกันระหว่างโยเกิร์ตกับน้ำผลไม้ และมีสัดส่วนของโยเกิร์ตต่ำกว่าโยเกิร์ตคนสำเร็จชนิดถ้วย โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีจำหน่ายในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือชนิดพาสเจอร์ไรส์ และชนิดยูเอชที โดยโยเกิร์ตพร้อมดื่มชนิดยูเอชทีจะผ่านกระบวนการให้ความร้อนสูงก่อนการบรรจุ ดังนั้นจึงไม่มีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตเหลืออยู่

6.3 โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen Yogurt) จัดเป็นผลิตภัณฑ์นมที่ผ่านกระบวนการผลิตสองกระบวนการร่วมกันคือกระบวนการหมักเพื่อผลิตโยเกิร์ตและกระบวนการผลิตไอศกรีม

6.4 ยาคูลท์ (Yakult) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่มีปริมาณนมคั่ว มีโปรตีน 1.2 % ไขมัน 1.1 % และน้ำตาลแลคโทส 1.1% ในกระบวนการผลิต ยาคูลท์ใช้แบคทีเรียแลคโทบาซิลลัส เคซีโอ (*Lactobacillus casei*) ซึ่งมีสมบัติใกล้เคียงกับแบคทีเรียแลคโทบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส ซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ต

6.5 นมอะซิโดฟิลัส (*Acidophilus Milk*) และนมบูลการิคัส (*Bulgaricus Milk*) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ได้จากการเติมเชื้อแบคทีเรียแลคโทบาซิลลัส อะซิโดฟิลัส หรือ แลคโทบาซิลลัส บูลการิคัส

6.6 นมคูมิส (Kumiss) และนมคีเฟอร์ (Kefir) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ใช้เป็นเครื่องคั้น ในกระบวนการผลิตมีการเติมเชื้อยีสต์ ผลิตภัณฑ์นี้จึงมีฟองก๊าซและมีแอลกอฮอล์อยู่ด้วย

6.7 คัลเจอร์บัทเทอร์มิลค์ (Culture Buttermilk) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ได้จากกระบวนการหมักหางเนยเหลว (Buttermilk) ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากนมพว่องมันเนย

6.8 ครีมเปรี้ยว (Sour Cream) เป็นผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่ได้จากกระบวนการหมักครีมที่มีปริมาณไขมัน 18-20 % ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกับโยเกิร์ต แต่มีปริมาณไขมันสูง มักใช้เป็นส่วนผสมของซอสต่างๆ

7. เนยแข็ง (Cheese)

เนยแข็ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำนมมาทำให้ตกตะกอนจับตัวเป็นก้อน (Coagulate) ด้วยเอนไซม์เรนเนต (Rennet) หรือด้วยกรดแลกติก ซึ่งอาจเดิมกรดลงไปโดยตรงหรือเป็นกรดที่สร้างมาจากแบคทีเรีย แล้วแยกส่วนที่เป็นของเหลวใสที่เรียกว่าเวย์ (Whey) ออก เนยแข็งที่ได้ อาจนำมาบริโภคในลักษณะสดหรือนำมาแปรรูปภายใต้อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมจนได้กลิ่น รสและลักษณะเฉพาะตัว

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 31 (พ.ศ. 2522) แบ่งเนยแข็งออกเป็น 5 ชนิดคือ

7.1 ครีมชีส (Cream Cheese) หมายถึง เนยแข็งที่ใช้ครีมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ในการผลิตและต้องมีมันเนยไม่น้อยกว่า 60 % ของน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำ) และมีน้ำไม่เกิน 55 % ของ น้ำหนัก

7.2 โฮลมิลค์ชีส (Whole Milk Cheese) หมายถึง เนยแข็งที่ใช้นมเป็นส่วนประกอบที่ สำคัญในการผลิตและต้องมีมันเนยไม่น้อยกว่า 50 % ของน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำ) และมีน้ำไม่เกิน 37 % ของ น้ำหนัก

7.3 สกิมมิลค์ชีส (Skimmed Milk Cheese) หมายถึง เนยแข็งที่ใช้นมพร่องมันเนยหรือนม ขาดมันเนยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิต และต้องมีมันเนยไม่น้อยกว่า 45 % ของน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำ) และมีน้ำไม่เกิน 60 % ของน้ำหนัก

7.4 โพรเซสชีส (Processed Cheese) หมายถึง เนยแข็งที่ผ่านกรรมวิธีทำให้เล็กลง มีการเติมสารอิมัลซิฟาย (Emulsified Agent) และนำมาผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ ต้องมีมันเนย ไม่น้อยกว่า 45 % ของน้ำหนัก (ไม่รวมน้ำ) และมีน้ำไม่เกิน 45 % ของน้ำหนัก

7.5 เนมชีส (Named Cheese) หมายถึง เนยแข็งที่มีชื่อเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปตาม ชนิดของเนยแข็งและมีกรรมวิธีการผลิตเฉพาะตามชนิดของเนยแข็งนั้น

โดยสรุป ในการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์นมควรบริโภคผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวเนื่องจากมี แบคทีเรีย สเตรปโตคอกคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophilus*) และแลคโตบาซิลลัส บูลการิคัส (*Lactobacillus bulgaricus*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อร่างกายคือช่วยให้ระบบ ทางเดินอาหารและระบบย่อยอาหารเป็นปกติ ท้องไม่ผูกเพราะแบคทีเรียดังกล่าวจะช่วยปรับความ สมดุลในกระเพาะอาหาร ช่วยให้กระเพาะอาหารและลำไส้เล็กดูดซึมสารอาหารชนิดต่างๆ ไปใช้ได้ ช่วยให้ระบบขับถ่ายปกติ ช่วยย่อยโปรตีนในน้ำนมให้มีโมเลกุลเล็กลง นอกจากนี้แบคทีเรียยังช่วยยืด อายุของนมให้เก็บได้นานขึ้น และช่วยย่อยน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลกติก ซึ่งร่างกายสามารถนำไป ใช้ได้ทันที

บทปฏิบัติการที่ 1
เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

หลักการ

ลักษณะทางกายภาพที่สำคัญในผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ สี กลิ่น จุดเคี้ยว และความเป็นกรด-เบส ซึ่งนักเรียนสามารถตรวจสอบสีและกลิ่นในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ประสาทสัมผัส ตรวจสอบจุดเคี้ยวโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ชนิดปรอทและตรวจสอบความเป็นกรด-เบสในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ (Universal Indicator Paper)

ผลิตภัณฑ์นมที่ดีควรมีลักษณะทางกายภาพดังนี้

1. มีสีขาว เพราะมีเคซีนเป็นองค์ประกอบ
2. มีกลิ่นนมสุก เพราะผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนดังนี้

(ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 35, 2522 :40)

2.1 พาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 16 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ทั้งนี้จะผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้

2.2 สเตอริไลส์ (Sterilization) หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาที่เหมาะสม ทั้งนี้ต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2.3 ยูเอชที (UHT or Ultra -High Temperature) หมายถึง กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 1 วินาที แล้วบรรจุในภาชนะและในสถานะที่ปราศจากเชื้อ ทั้งนี้ต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3. มีรสหวาน เพราะมีน้ำตาลแลคโทสเป็นองค์ประกอบ
4. จุดเคี้ยวใกล้เคียงกับจุดเคี้ยวของน้ำคือประมาณ 100 องศาเซลเซียส

จุดประสงค์ เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตและตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายได้
2. เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพที่สำคัญในผลิตภัณฑ์นมซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
3. เปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
4. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

เวลาที่ใช้ 150 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่

1.1 นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.2 นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.3 นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด
1.4 นมสดชนิดยูเอชที	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด
2. หลอดทดลองขนาดกลาง
3. หลอดหยด พร้อมจุกยาง
4. กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร
5. กระชอนาฬิกา
6. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
7. เทอร์มอมิเตอร์ชนิดปรอท
8. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
9. ที่คีบหลอดทดลอง
10. สารละลาย 70% เอทานอล

หมายเหตุ : อุปกรณ์ดังกล่าวใช้ในการทดลองสำหรับนักเรียน 1 กลุ่ม เท่านั้น

วิธีทดลอง

1. เตรียมผลิตภัณฑ์นมทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืดและนมสดชนิดยูเอชที รสจืด
2. คัดฉลากแสดงชนิดของผลิตภัณฑ์นมและอุณหภูมิต่างๆ ของการเก็บผลิตภัณฑ์นมที่หลอดทดลอง ขนาดกลางทุกหลอด
3. เก็บผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน และที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน
4. ใช้สำลีสับสารละลาย 70 % เอทานอลทำความสะอาดกล่องผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด เขย่าผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดให้เข้ากันและเปิดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด
5. คัดกระดาศยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์เป็นชิ้นเล็กๆ จำนวน 16 ชิ้น แล้ววางบนกระจกนาฬิกา
6. เขย่าผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด และใช้กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร ตวงผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดใส่ในหลอดทดลองขนาดกลาง หลอดละ 5 มิลลิลิตร สังเกตและบันทึกลักษณะสี กลิ่น ของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด
7. วัดความเป็นกรด-เบส โดยใช้หลอดหยดดูดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดจากหลอดทดลอง ชนิดละ 1 หยด มาหยดบนกระดาศยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ สังเกตและบันทึกการเปลี่ยนสีของกระดาศ ยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ โดยเปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐาน
8. หาจุดเดือดของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด โดยนำผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดที่เหลือในหลอดทดลอง ทั้ง 16 หลอดไปต้มในน้ำเดือด
9. ใส่เทอร์มอมิเตอร์ชนิดปรอทในหลอดทดลอง สังเกตและบันทึกตัวเลขที่หยุดนิ่งจากเทอร์มอมิเตอร์เป็นเวลา 5 นาที
10. เมื่อนักเรียนบันทึกผลการทดลองเสร็จแล้ว ให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการ รายงานด้วยวาจาหน้าห้องเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 10 นาที

รายงานผลการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

วัน / เดือน / ปี.....กลุ่ม.....

ชื่อผู้ทดลอง

- | | | |
|---------|-----------|-------------|
| 1. | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 2. | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 3. | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 4. | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 5. | ชั้น..... | เลขที่..... |

จุดประสงค์การทดลอง

1.
2.
3.

สมมติฐาน

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	ลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม			
	สี	กลิ่น	จุดเดือด	pH
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน				
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน				
1.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน				
1.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน				
1.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน				
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน				
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน				
2.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน				
2.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน				
2.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน				
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด				
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน				
3.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน				
3.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน				
3.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน				
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด				
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน				
4.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน				
4.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน				
4.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. การเก็บผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์และนมปรุงแต่งชนิดยูเอชที ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) และที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น จุดเดือดและความเป็นกรด - เบส (pH) ต่างกันอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใดการเก็บผลิตภัณฑ์นมชนิดพาสเจอร์ไรส์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง จึงมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน?

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแบบพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) และ สเตอริไลส์ (Sterilization) ?

.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้านักเรียนต้องการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมให้อยู่ได้เป็นระยะเวลานาน เพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย นักเรียนจะมีวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ เช่น นมพว่องมันเนย ซึ่งมีจำหน่ายในท้องถิ่น นักเรียนควรจะตรวจสอบอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

.....



ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการที่ 2
เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมทิลีนบลู
(Methylene Blue Test)

สาระสำคัญ

การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมทิลีนบลู เป็นวิธีการตรวจสอบแบคทีเรียทางอ้อมโดยอาศัยปฏิกิริยาของกระบวนการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย คือเมื่อเติมสีเมทิลีนบลูลงไปในผลิตภัณฑ์นมจะได้สารละลายที่มีสีน้ำเงิน เมื่อแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมเจริญเติบโตจะใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์นม ทำให้ค่าออกซิเดชัน-รีดักชัน โพเทนเชียล (Oxidation - Reduction Potential) ลดลงเนื่องจากออกซิเจนถูกใช้ไป สีน้ำเงินจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสี ดังนั้นถ้ามีแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมปริมาณมากจะมีการใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำนมอย่างรวดเร็ว โดยระยะเวลาของการเปลี่ยนสีจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณแบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์นม กล่าวคือถ้ามีการเปลี่ยนสีเร็วแสดงว่าเป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากมีแบคทีเรียมาก ถ้ามีการเปลี่ยนสีช้าแสดงว่าเป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีคุณภาพสูงเนื่องจากมีแบคทีเรีน้อย การตรวจสอบแบคทีเรียวิธีนี้สามารถบอกได้ว่ามีปริมาณแบคทีเรียมากหรือน้อยในผลิตภัณฑ์นม แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีแบคทีเรียชนิดใดบ้างอยู่ในผลิตภัณฑ์นม

การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมโดยวิธีการนับโดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Direct Microscopic Count) มีขั้นตอนในการทดลองตามลำดับ ดังนี้ (สุมาลี เหลืองสกุล.2540 :46-47)

1. เตรียมสไลด์ที่แห้งและสะอาด 1 แผ่น
 2. เตรียมลวดเขี่ยเชื้อ (Loop) โดยขดลวดเขี่ยเชื้อให้เส้นลวดกลมสม่ำเสมอและมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-5 มิลลิเมตร
 3. เขย่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม แล้วใช้ลวดเขี่ยเชื้อตักผลิตภัณฑ์นมมา 1 หยด นำไปแผ่กระจายบนสไลด์ ให้สม่ำเสมอในเนื้อที่ 1 ตารางเซนติเมตร แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
 4. ย้อมสีโดยการหยด XyloI ให้ท่วมบริเวณที่แผ่ผลิตภัณฑ์นมไว้ ทิ้งไว้ 1 นาที แล้วเท XyloI ทิ้งไป ปล่อยให้สไลด์ให้แห้ง
 5. หยดแอลกอฮอล์ให้ท่วมที่บริเวณเดิม ทิ้งไว้ 1 นาที แล้วเททิ้ง ปล่อยให้สไลด์ให้แห้ง
 6. หยดสี Methylene Blue ลงที่บริเวณเดิม ทิ้งไว้ 3 นาที ล้างน้ำ ทิ้งไว้ให้แห้ง
- แล้วนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์

7. นับจำนวนเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ปรากฏในฟิลด์ (Field) แต่ละฟิลด์ นับจำนวน 30 ฟิลด์ แล้วหาค่าเฉลี่ยของจำนวนจุลินทรีย์ต่อ 1 ฟิลด์

8. นำค่าเฉลี่ยของจำนวนจุลินทรีย์ต่อ 1 ฟิลด์มาคูณด้วยค่า 500,000 ผลที่ได้จะเป็นปริมาณ จุลินทรีย์ต่อน้ำนม 1 มิลลิลิตรโดยประมาณ (ค่า 500,000 ที่นำมาคูณเป็นผลที่ได้จากการคำนวณว่า พื้นที่ 1 ฟิลด์ ในกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ Oil Immersion Objective Lens จะเท่ากับ $1/5,000$ ตาราง เซนติเมตร และผลิตภัณฑ์นม 1 หยด จะมีปริมาตรประมาณ 0.01 มิลลิลิตร)

บทปฏิบัติการที่ 2
เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู
(Methylene Blue Reduction Test)

หลักการ

สีเมธิลีนบลู สูตรเคมีคือ $C_{16}H_{18}ClN_3S$ มีลักษณะเป็นผลึกสีเขียวเข้ม ไม่มีกลิ่น สามารถละลายได้ในน้ำ แอลกอฮอล์ และคลอโรฟอร์ม แต่ไม่ละลายในอีเทอร์ เมื่ออยู่ในรูปสารละลาย สามารถล้างสีออกได้โดยใช้ผงสังกะสีและกรดซัลฟิวริกที่เจือจาง นอกจากนี้ในการเก็บรักษาให้สารละลายสีเมธิลีนบลูอยู่ได้เป็นเวลานาน ควรเก็บในขวดแก้วสีชาที่ปิดสนิท ปราศจากแสงและควรเติมสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Ammonium Hydroxide : NH_4OH) ลงไปด้วย เมื่อทำการทดลองควรเตรียมสารละลายสีเมธิลีนบลูใหม่ทุกครั้ง ประโยชน์ของสารละลายสีเมธิลีนบลูก็จะเป็นรีเอเจนต์ (Reagent) ที่ใช้เป็นส่วนผสมของอินดิเคเตอร์ (Indicator) หลายชนิด เช่น อินดิเคเตอร์ที่ใช้ในปฏิกิริยาออกซิเดชัน - รีดักชัน (Oxidation - Reduction Indicator) (The Merck Index. 1996 : 6142)

การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู ทำให้ทราบคุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์นมว่ามีการปนเปื้อนของแบคทีเรียปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นม จะทำให้สารละลายสีเมธิลีนบลูเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาและปริมาณของแบคทีเรีย

มาตรฐานของการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู (Methylene Blue Reduction Test) ขึ้นอยู่กับเวลาที่สารละลายสีเมธิลีนบลูถูกรีดิวซ์หลังจากบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ $37^{\circ}C$ ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพของน้ำนมเป็นกรณีดังนี้ (จุฬามาศ เทพชัยศรี.2542 : 63)

นมที่อยู่ในเกรดเลว (Poor)	Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2 ชั่วโมง
นมที่อยู่ในเกรดพอใช้ (Fair)	Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2-6 ชั่วโมง
นมที่อยู่ในเกรดดี (Good)	Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 6-8 ชั่วโมง
นมที่อยู่ในเกรดดีเลิศ (Excellent)	Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลามากกว่า 8 ชั่วโมง

จุดประสงค์ เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลีนบลูเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆได้

2. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลีนบลูเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆได้

3. สรุปหลักการสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลูได้

4. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

เวลาที่ใช้ 150 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่

1.1 นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.2 นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.3 นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด
1.4 นมสดชนิดยูเอชที ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด
2. สารละลายสีเมธิลีนบลู (Methylene Blue)	จำนวน	1	ขวด
3. หลอดทดลองขนาดกลางพร้อมฝาเกลียว	จำนวน	16	หลอด
4. ที่ใส่หลอดทดลอง	จำนวน	1	อัน
5. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร	จำนวน	1	อัน
6. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร	จำนวน	16	อัน
7. เครื่องควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 °C	จำนวน	1	เครื่อง
8. สารละลาย 70% เอทานอล	จำนวน	1	ขวด

หมายเหตุ : อุปกรณ์ดังกล่าวใช้ในการทดลองสำหรับนักเรียน 1 กลุ่ม เท่านั้น

วิธีทดลอง

1. เตรียมผลิตภัณฑ์นมทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด และนมสดชนิดยูเอชที รสจืด
2. ตัดฉลากแสดงชนิดของผลิตภัณฑ์นมและอุณหภูมิต่างๆ ของการเก็บผลิตภัณฑ์นมที่หลอดทดลองขนาดกลางทุกหลอด
3. เก็บผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน และที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน
4. เมื่อครบกำหนด ใช้สำลีชุบสารละลาย 70 % เอทานอลทำความสะอาดหลอดผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด เช็ดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดให้เข้ากันและเปิดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด
5. ใช้ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร คูดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด 9 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ปิดหลอดทดลองด้วยฝาเกลียว
6. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร คูดสารละลายสีเมธิลีนบลู 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด ปิดหลอดทดลองด้วยฝาเกลียว
7. เทกลับไปกลับมอย่างช้าๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดและสารละลายสีเมธิลีนบลูผสมเข้ากัน
8. นำหลอดทดลองทั้งหมดไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที
9. บันทึกการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดทุกๆ 5 นาที จนครบ 60 นาที แล้วรายงานคุณภาพของน้ำนมเป็นเกรดดังนี้

นมที่อยู่ในเกรดเลว (Poor)	Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2 ชั่วโมง
นมที่อยู่ในเกรดพอใช้ (Fair)	Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 2-6 ชั่วโมง
นมที่อยู่ในเกรดดี (Good)	Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลา 6-8 ชั่วโมง
นมที่อยู่ในเกรดดีเลิศ (Excellent)	Methylene Blue จะเปลี่ยนสีภายในเวลามากกว่า 8 ชั่วโมง
10. เมื่อนักเรียนบันทึกผลการทดลองเสร็จแล้วให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการรายงานด้วยวาจาหน้าห้องเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 10 นาที

รายงานผลการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

วัน / เดือน / ปี กลุ่ม

ชื่อผู้ทดลอง

- | | | |
|---------|------------|--------------|
| 1. | ชั้น | เลขที่ |
| 2. | ชั้น | เลขที่ |
| 3. | ชั้น | เลขที่ |
| 4. | ชั้น | เลขที่ |
| 5. | ชั้น | เลขที่ |

จุดประสงค์การทดลอง

1.
.....
2.
.....
3.
.....

สมมติฐาน

.....
.....
.....
.....

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่บ่ม (นาท)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ(Grade) ของน้ำนม
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน			
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1วัน			
1.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1วัน			
1.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1วัน			
1.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน			
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน			
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1วัน			
2.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1วัน			
2.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1วัน			
2.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน			
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด			
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1วัน			
3.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1วัน			
3.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1วัน			
3.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน			
3. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด			
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1วัน			
4.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1วัน			
4.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1วัน			
4.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการตรวจสอบ ผลิตกัณฑ์นมนชนิดใดมีแบคทีเรียมากที่สุด และผลิตกัณฑ์นมนชนิดใดมีแบคทีเรีน้อยที่สุด เพราะเหตุใด?

.....

.....

.....

.....

2. การเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลีนบลูในผลิตกัณฑ์นมนแต่ละชนิด ขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง?

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะมีวิธีการเก็บรักษาผลิตกัณฑ์นมนแต่ละชนิดอย่างไร เพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย?

.....

.....

.....

.....

.....

4. มีวิธีใดบ้างที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์นมให้ปราศจากเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในคน?

.....

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ เช่น ไอศกรีม ซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในท้องถิ่น นักเรียนจะมีวิธีตรวจสอบอย่างไร?

.....

.....

.....

.....



ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการที่ 3
เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูลิน
(Resazurin Test)

สาระสำคัญ

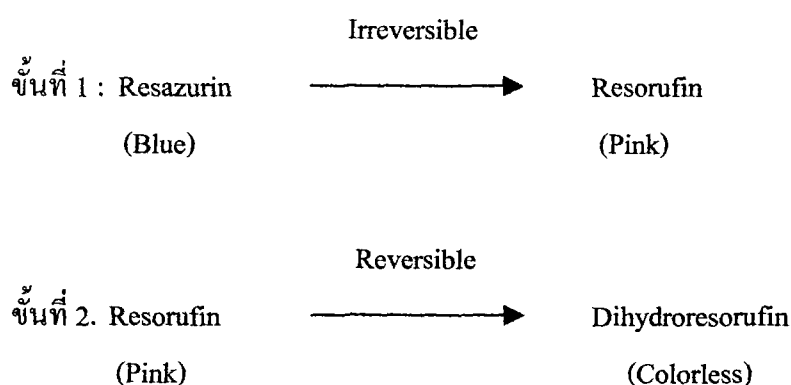
การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูลิน เป็นวิธีการตรวจสอบแบคทีเรียทางอ้อมโดยอาศัยปฏิกิริยาของกระบวนการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรีย คือ เมื่อเติมสารละลายสีรีซาซูลินลงไปนผลิตภัณฑ์นมจะได้สารละลายสีน้ำเงิน เมื่อแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมเจริญเติบโตจะใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์นม ทำให้ค่าออกซิเดชัน-รีดักชัน โพเทนเชียล (Oxidation-Reduction Potential) ลดลงเนื่องจากออกซิเจนถูกใช้ไป สีน้ำเงินจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสี ดังนั้นถ้ามีแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมปริมาณมากจะมีการใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ในน้ำนมอย่างรวดเร็ว โดยระยะเวลาของการเปลี่ยนสีจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณแบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์นม กล่าวคือถ้ามีการเปลี่ยนสีเร็วแสดงว่าเป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากมีแบคทีเรียมาก ถ้ามีการเปลี่ยนสีช้าแสดงว่าเป็นผลิตภัณฑ์นมที่มีคุณภาพสูงเนื่องจากมีแบคทีเรียน้อย การตรวจสอบแบคทีเรียวิธีนี้สามารถบอกได้ว่ามีปริมาณแบคทีเรียมากหรือน้อยในผลิตภัณฑ์นม แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีแบคทีเรียชนิดใดบ้างอยู่ในผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการที่ 3
เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูริน
(Resazurin Test)

หลักการ

สีรีซาซูริน (Resazurin) สูตรเคมีคือ $C_{12}H_7NO_4$ มีลักษณะเป็นผลึกสีแดงเข้มและมีสีเขียวเป็นประกาย สามารถละลายได้ในอัลคาไลไฮดรอกไซด์ (Alkali Hydroxides) ที่เจือจาง ละลายได้น้อยในแอลกอฮอล์ และกรดอะซิติก แต่ไม่ละลายในน้ำและอีเทอร์ ในการเก็บรักษาให้สารละลายสีรีซาซูรินอยู่ได้เป็นเวลานาน ควรเก็บในขวดแก้วสีชาที่ปิดสนิท ปราศจากแสง และต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งเมื่อทำการทดลอง ประโยชน์ของสารละลายสีรีซาซูรินคือใช้เป็นอินดิเคเตอร์ (Indicator) โดยเตรียมสีรีซาซูริน 0.1 กรัม ละลายใน 0.1N NaOH 20 มิลลิตร และเติมน้ำให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิตร โดยอินดิเคเตอร์ที่ได้จะมี pH 3.8 (สีส้ม) และมี pH 6.5 (สีม่วงเข้ม) นอกจากนี้ยังใช้สารละลายสีรีซาซูรินในการตรวจหาสารไฮโปคลอไรต์ (ซัลฟอกซีเลท) และงานวิจัยทางอาหารโดยการตรวจสอบเอนไซม์รีดักเทส (Reductase Test) (The Merck Index, 1996 : 6142)

สีรีซาซูรินคือออกซิเดชัน-รีดักชัน อินดิเคเตอร์ (Oxidation-Reduction Indicator) ที่พัฒนาขึ้นมาโดยแรมสเดล (Ramsdell) ในประเทศเยอรมัน สีชนิดนี้มีความไวมากและไวกว่าสีเมธิลีนบลู สำหรับการเปลี่ยนแปลงของสีรีซาซูริน สามารถเขียนแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ 2 ขั้นตอน (บวรศักดิ์ ลีตานนท์, 2535 : 104-109) ดังนี้



การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูลิน ทำให้ทราบคุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์นมว่ามีการปนเปื้อนของแบคทีเรียปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด โดยอาศัยหลักการเช่นเดียวกับสารละลายสีเมธิลีนบลู กล่าวคือเมื่อมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นมจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีรีซาซูลินจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาและปริมาณของแบคทีเรีย

มาตรฐานของการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูลิน (Resazurin Test) ขึ้นอยู่เวลาที่สารละลายสีรีซาซูลินถูกรีดิวซ์หลังจากบ่มในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ 37°C ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณาคุณภาพของน้ำนมเป็นเกรดดังนี้ (สุมาลี เหลืองสกุล.2540 : 46)

สีม่วง	มีคุณภาพเป็นเกรด 1	สีลาเวนเดอร์	มีคุณภาพเป็นเกรด 2
สีชมพู	มีคุณภาพเป็นเกรด 3	สีขาว	มีคุณภาพเป็นเกรด 4

วิธีทดลอง

1. เตรียมผลิตภัณฑ์นมทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด และนมสดชนิดยูเอชที รสจืด
2. คิดฉลากแสดงชนิดของผลิตภัณฑ์นมและอุณหภูมิต่างๆ ของการเก็บผลิตภัณฑ์นมที่หลอดทดลองขนาดกลางทุกหลอด
3. เก็บผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน และที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน
4. เมื่อครบกำหนด ใช้สำลิจับสารละลาย 70 % เอทานอลทำความสะอาดกล่องผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด เช็ดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดให้เข้ากันและเปิดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด
5. ใช้ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร คูดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด 9 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ปิดหลอดทดลองด้วยฝาเกลียว
6. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร คูดสารละลายสีรีซาชูริน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด ปิดหลอดทดลองด้วยฝาเกลียว
7. เทกลับไปกลับมอย่างซ้ำๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดและสารละลายสีรีซาชูรินผสมเข้ากัน
8. นำหลอดทดลองทั้งหมดไปแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที
9. บันทึกการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดทุกๆ 5 นาที จนครบ 60 นาที แล้วรายงานคุณภาพของน้ำนมเป็นเกรดดังนี้

สีม่วง	มีคุณภาพเป็นเกรด 1	สีลาเวนเดอร์	มีคุณภาพเป็นเกรด 2
สีชมพู	มีคุณภาพเป็นเกรด 3	สีขาว	มีคุณภาพเป็นเกรด 4
10. เมื่อนักเรียนบันทึกผลการทดลองเสร็จแล้วให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการรายงานด้วยวาจาหน้าห้องเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 10 นาที

รายงานผลการทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซารูริน

วัน / เดือน / ปี.....กลุ่ม.....

ชื่อผู้ทดลอง

- | | | |
|---------|-----------|-------------|
| 1. | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 2. | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 3. | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 4. | ชั้น..... | เลขที่..... |
| 5. | ชั้น..... | เลขที่..... |

จุดประสงค์การทดลอง

1.
2.
3.

สมมติฐาน

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่ปั๊ม (นาทีก)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ(Grade) ของน้ำนม
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน			
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1วัน			
1.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1วัน			
1.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1วัน			
1.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน			
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน			
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1วัน			
2.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1วัน			
2.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1วัน			
2.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน			
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด			
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1วัน			
3.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1วัน			
3.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1วัน			
3.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน			
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด			
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1วัน			
4.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1วัน			
4.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1วัน			
4.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สีของผลิตภัณฑ์นมในหลอดทดลองใดบ้างที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ภายหลังจากแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 60 นาที และผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากการตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์นมชนิดใดมีแบคทีเรียมากที่สุด และผลิตภัณฑ์นมชนิดใดมีแบคทีเรีน้อยที่สุด เพราะเหตุใด?

.....

.....

.....

.....

.....

3. เพราะเหตุใด สรีรชาจุลินจึงเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วในผลิตภัณฑ์นมที่มีแบคทีเรียมาก?

.....

.....

.....

.....

.....

4. ผลิตภัณฑ์นม เช่น ไอศกรีม หากทำมาจากนมสดที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน นักเรียนคิดว่าผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีเชื้อโรคอยู่จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

5. จงอธิบายข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลูและสารละลายสรีชาชูริน?

.....

.....

.....

.....



ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการที่ 4
เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

สาระสำคัญ

โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายหลายประการ เช่น เป็นส่วนประกอบของ เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell Membrane) เป็นเอนไซม์ (Enzyme) ใช้เร่งหรือหน่วงปฏิกิริยาต่างๆ ภายในร่างกาย เป็นโครงสร้างของร่างกายและซ่อมแซมส่วนต่างๆ ของร่างกาย ฯลฯ เป็นต้น ร่างกายได้รับโปรตีนจากอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์นมและไข่ สำหรับโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม สามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. เคซีน (Casein) เป็นโปรตีนหลักที่มีมากที่สุดในผลิตภัณฑ์นม (มีประมาณ 80 % ของโปรตีนทั้งหมด) สามารถแยกออกมาได้จากการตกตะกอนของนมโดยการเติมกรดจน pH ของนมเป็น 4.6-4.7 เคซีนประกอบด้วยโปรตีน 3 ชนิด ได้แก่ แอลฟา (α -casein) เบตา (β -casein) และแคปปา (K-casein) ซึ่งจะรวมกับธาตุแคลเซียม (Calcium) และฟอสฟอรัส (Phosphorus) เกิดเป็นสารคอลลอยด์ ทำให้น้ำนมมีลักษณะขุ่นขาว นอกจากการตกตะกอนด้วยกรดแล้ว สามารถแยกเคซีนในผลิตภัณฑ์นมออกโดยการเติมเอนไซม์บางชนิด เช่น เรนนิน (Rennin)

2. โปรตีนเวย์ (Whey) เป็นโปรตีนที่เหลือจากการตกตะกอนของนม มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน ประกอบด้วยโปรตีนหลายชนิดละลายอยู่ ได้แก่ แลกทalbumin (Lactalbumin) และ แลกโทโกลบูลิน (Lactoglobulin) สำหรับแลกทalbumin เป็นโปรตีนที่ตกตะกอนได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน สามารถแยกโปรตีนชนิดนี้ออกโดยการตกตะกอนด้วยแมกนีเซียมซัลเฟต (Magnesium Sulphate : $MgSO_4$) ส่วนแลกโทโกลบูลินเป็นโปรตีนที่สร้างความต้านทานต่อร่างกายเนื่องจากประกอบด้วย อิมมูโนโกลบูลิน (Immunoglobulin) มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในสารละลายเกลือเจือจาง

การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม สามารถทำได้โดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีของโปรตีนกับรีเอเจนต์บางชนิดซึ่งจะทำให้เกิดสารประกอบที่มีสี สามารถมองเห็นได้ รีเอเจนต์และปฏิกิริยาที่ใช้ในการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม มีดังนี้ (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2539 :141)

1. ปฏิกิริยาไบยูเรต (Biuret Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนทุกชนิดโดยอาศัยหลักการที่ว่า พันธะเปปไทด์ในโปรตีนจะทำปฏิกิริยากับคอปเปอร์ซัลเฟต (Copper Sulphate : CuSO_4) ในสารละลายต่าง แล้วให้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วง ดังนั้นถ้าผลิตภัณฑ์นมมีโปรตีนอยู่ เมื่อเติมคอปเปอร์ซัลเฟตในสารละลายต่างลงไปจะเกิดสีม่วง

2. ปฏิกิริยาของมิลลอน (Millon's Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนไทโรซีน (Tyrosine Amino Acid) เป็นองค์ประกอบ โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมื่อเติมสารละลายมิลลอน (สารละลายมิลลอนคือปรอทละลายในกรดไนตริก) ลงในโปรตีนที่มีกรดอะมิโนไทโรซีน จะได้ตะกอนสีขาว ซึ่งเมื่อนำไปเผาจะเปลี่ยนเป็นสีแดง

3. ปฏิกิริยาของโฟลีน (Folin - Ciocalteu Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนไทโรซีนเป็นองค์ประกอบ โดยจะให้สีน้ำเงินกับสารละลายโฟลีน- ฟีนอล รีเอเจนต์ (Folin-Phenol Reagent)

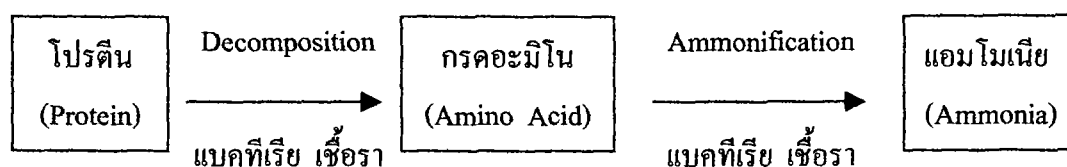
4. ปฏิกิริยานินไฮดริน (Ninhydrin Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนชนิดแอลฟา (α -Amino Acid) ได้แก่ อะลานีน (Alanine) วาลีน (Valine) ไอโซลิวซีน (Isoleucine) ทริปโตเฟน (Tryptophan) เมไทโอนีน (Methionine) ไลซีน (Lysine) อาร์จินีน (Arginine) โดยจะทำปฏิกิริยากับสารละลายนินไฮดริน (Ninhydrin Solution) ได้สารสีน้ำเงินหรือม่วงแดง

5. ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก (Xanthoproteic Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่ประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน (Benzene Ring) ในโมเลกุล เช่น ไทโรซีน (Tyrosine) เฟนิลอะลานีน (Phenylalanine) ทริปโตเฟน เมื่อเติมกรดไนตริก (Nitric Acid : HNO_3) เข้มข้นลงในสารละลายที่มีกรดอะมิโนชนิดนี้จะเกิดตะกอนสีเหลือง เมื่อคัมในน้ำเค็มจะได้สารละลายสีเหลือง เมื่อตั้งทิ้งให้เย็นแล้วค่อยๆ เติมน้ำแอมโมเนียเข้มข้นจะได้ตะกอนสีส้ม

6. ปฏิกิริยาฮอปกินส์ - โคล (Hopkins - Cole Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนทริปโตเฟนเป็นองค์ประกอบ โปรตีนชนิดนี้จะทำปฏิกิริยากับกรดไกลออกซาลิก (Glyoxylic Acid) ซึ่งเมื่อค่อยๆ เติมกรดซัลฟูริก (Sulfuric Acid : H_2SO_4) ลงในหลอดทดสอบ จะได้สารสีม่วงเกิดขึ้นระหว่างชั้นของของเหลว

7. ปฏิกริยากับแอลฟาแนปทอล (α -Naphthol) และ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium Hypochlorite) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนอาร์จินีน (Arginine Amino Acid) เป็นองค์ประกอบ โดยจะทำปฏิกิริยากับสารละลายแนปทอลแล้วให้สีแดง

การสลายตัวของโปรตีนเมื่อถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ สามารถเขียนแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้



และตรวจสอบโปรตีนซึ่งอยู่ในรูปของแอมโมเนีย (นภา โสหัสทองและคณะ. 2538 : 148-149)

สำหรับกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. Decomposition คือกระบวนการย่อยสลายโปรตีนแล้วได้กรดอะมิโน โดยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา ฯลฯ

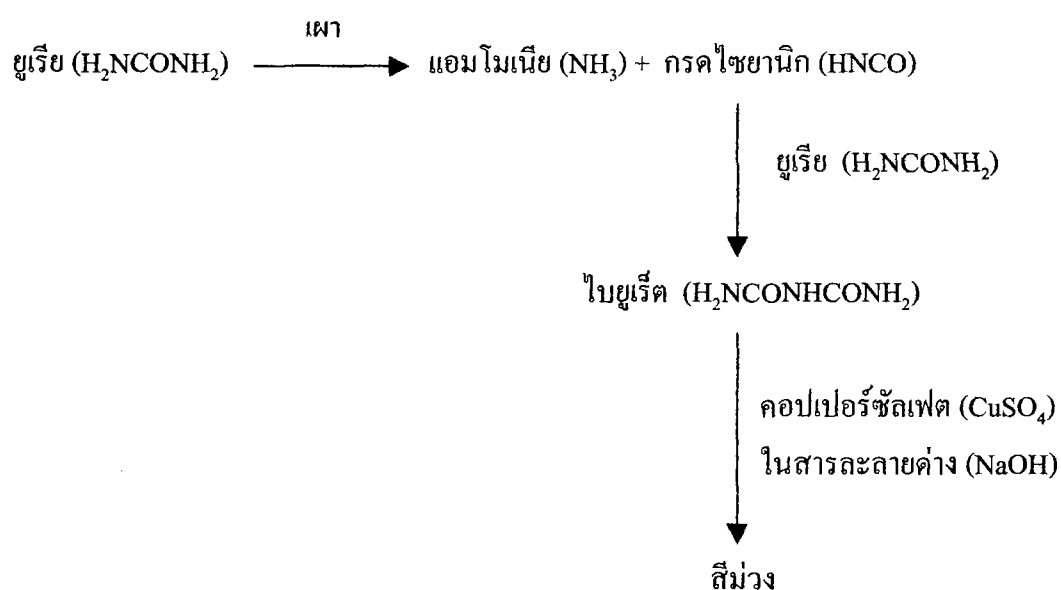
2. Ammonification คือกระบวนการย่อยสลายกรดอะมิโนแล้วได้แอมโมเนีย โดยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา ฯลฯ

บทปฏิบัติการที่ 4
เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

หลักการ

วิธีการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้ มี 2 วิธีดังนี้

1. ปฏิกิริยาไบยูเรต (Biuret Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนทุกชนิดโดยอาศัยหลักการที่ว่าพันธะเปปไทด์ในโปรตีนจะทำปฏิกิริยากับคอปเปอร์ซัลเฟตในสารละลายต่าง แล้วให้สารประกอบเชิงซ้อนสีม่วง ดังนั้นถ้าผลิตภัณฑ์นมมีโปรตีนอยู่ เมื่อเติมคอปเปอร์ซัลเฟตในสารละลายต่างลงไปจะเกิดสีม่วง ซึ่งสามารถเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดังนี้ (สุภาพ บุญยะรัตเวชและเกษร วีระชาติ.2540 : 180)



2. ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก (Xanthoproteic Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่ประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน (Benzene Ring) ในโมเลกุล เช่น ไทโรซีน (Tyrosine) เฟนิลอะลานีน (Phenylalanine) ทริปโตเฟน เมื่อเติมกรดไนตริก (Nitric Acid : HNO₃) ที่เข้มข้นลงในสารละลายที่มีกรดอะมิโนชนิดนี้ จะเกิดตะกอนสีเหลือง เมื่อต้มในน้ำเดือดจะเกิดสารละลายสีเหลือง เมื่อตั้งทิ้งไว้เย็นแล้วค่อยๆ เติมแอมโมเนียเข้มข้นจะเกิดตะกอนสีส้ม

จุดประสงค์ เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรตและปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิกได้
2. ตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมได้
3. สรุปหลักการสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมได้
4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนเมื่อถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย หลังจากเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
5. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

เวลาที่ใช้ 150 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่

1.1 นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.2 นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.3 นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด
1.4 นมสดชนิดยูเอชที	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด
2. หลอดทดลองขนาดกลาง จำนวน 17 หลอด
3. ที่ใส่หลอดทดลอง จำนวน 1 อัน
4. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร จำนวน 5 อัน
5. ปิเปตขนาด 2 มิลลิลิตร จำนวน 5 อัน
6. ตะเกียงแอลกอฮอล์ จำนวน 1 อัน
7. สารละลาย 10 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จำนวน 1 ขวด
8. สารละลาย 1 % คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO₄) จำนวน 1 ขวด
9. สารละลาย 10 % กรดไนตริก (HNO₃) จำนวน 1 ขวด
10. สารละลายแอมโมเนียเข้มข้น (NH₃) จำนวน 1 ขวด
11. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน
12. สารละลาย 70 % เอทานอล (C₂H₅OH) จำนวน 1 ขวด
13. ที่จับหลอดทดลอง จำนวน 10 อัน

วิธีทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรต

มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. เตรียมผลิตภัณฑ์นมทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด และนมสดชนิดยูเอชที รสจืด
2. ศึกษาเอกสารแสดงชนิดของผลิตภัณฑ์นมและอุณหภูมิต่างๆ ของการเก็บผลิตภัณฑ์นมที่หลอดทดลองขนาดกลางทุกหลอด
3. เก็บผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน และที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน
4. เมื่อครบกำหนด ใช้สำลีชุบสารละลาย 70 % เอทานอลทำความสะอาดกล่องผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด เช็ดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดให้เข้ากัน และเปิดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด
5. ใช้ปิเปตขนาด 2 มิลลิลิตร ดูดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดๆ ละ 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง แล้วเติมสารละลาย 10 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ (10 % NaOH Solution) 2 มิลลิลิตร
6. เขย่าให้เข้ากัน
7. เติมสารละลาย 1 % คอปเปอร์ซัลเฟต (1 % CuSO_4) 1 มิลลิลิตร
8. เขย่าให้เข้ากัน
9. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้น และบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก

มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. ทดลองตามข้อที่ 1-4 ในตอนที่ 1
2. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดๆ ละ 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง แล้วเติมสารละลาย 10% กรดไนตริก (10 % Nitric Acid Solution) 1 มิลลิลิตร
3. เขย่าให้เข้ากัน
4. ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

5. เติมแอมโมเนียเข้มข้น (Ammonia conc.) 10 หยด
 6. เขย่าให้เข้ากัน
 7. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้น และบันทึกผลการทดลอง
 8. เมื่อนักเรียนบันทึกผลการทดลองเสร็จทั้งสองตอน ให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
โดยการรายงานด้วยวาจาหน้าห้องเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 10 นาที
- หมายเหตุ : ตอนที่ 1 และ 2 ทำ Positive control โดยใช้สารละลายไข่ขาวเป็นตัวเปรียบเทียบสี**

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

วัน / เดือน / ปี กลุ่ม

ชื่อผู้ทดลอง

- | | | |
|---------|------------|--------------|
| 1. | ชั้น | เลขที่ |
| 2. | ชั้น | เลขที่ |
| 3. | ชั้น | เลขที่ |
| 4. | ชั้น | เลขที่ |
| 5. | ชั้น | เลขที่ |

จุดประสงค์การทดลอง

1.
.....
2.
.....
3.
.....

สมมติฐาน

.....
.....
.....
.....

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	ปฏิบัติยาใบยูเรต	ปฏิบัติยาแซนโทโปรเทอิก
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน		
1.1 สารละลายไข่ขาว		
1.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน		
1.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน		
1.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน		
1.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน		
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน		
2.1 สารละลายไข่ขาว		
2.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน		
2.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน		
2.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน		
2.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน		
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด		
3.1 สารละลายไข่ขาว		
3.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน		
3.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน		
3.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน		
3.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน		
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด		
4.1 สารละลายไข่ขาว		
4.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน		
4.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน		
4.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน		
4.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สารเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพโปรตีนจากปฏิกิริยาไบยูเรตและปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก แตกต่างกันอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

2. การเก็บผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์และชนิดยูเอชทีไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดจากปฏิกิริยาไบยูเรตเหมือนกันหรือต่างกัน อย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

3. การเก็บผลิตภัณฑ์นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์และชนิดยูเอชทีไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีผลการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดจากปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิกเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

4. เพราะเหตุใดผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) เป็นเวลา 1 วัน จึงมีโปรตีนเหลืออยู่?

.....

.....

.....

.....

.....

5. ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบคุณภาพโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่น ๆ เช่น นมพร่องมันเนย ในท้องถิ่นของตนเอง นักเรียนจะมีวิธีตรวจสอบโดยใช้ปฏิกิริยาอะไร เพราะเหตุใด?

.....

.....

.....

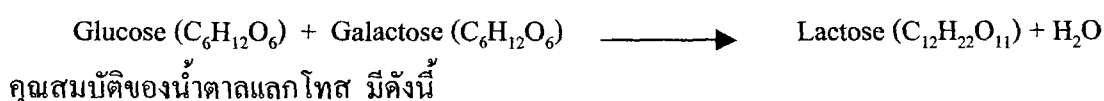
.....

.....

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการที่ 5
เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

สาระสำคัญ

น้ำตาลที่พบในผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ น้ำตาลแล็กโทส (Lactose) ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{12}H_{22}O_{11}$ โดยปกติจะพบน้ำตาลแล็กโทสในผลิตภัณฑ์นมอยู่ระหว่าง 2.4-6.1 % (โดยเฉลี่ย 4.92 %) น้ำตาลแล็กโทสเกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลกลูโคส (Glucose) และน้ำตาลกาแล็กโทส (Galactose) ดังสมการ



1. การเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน เมื่อผลิตภัณฑ์นมได้รับความร้อนจนมีอุณหภูมิ 100-130 องศาเซลเซียส น้ำตาลแล็กโทสจะเกิดการสลายตัว (Decomposition) ซึ่งสามารถสังเกตได้จากผลิตภัณฑ์นมมีสีน้ำตาลอ่อนหรือเรียกว่าสีคาราเมล (Caramel)

2. การละลายน้ำและความหวาน น้ำตาลแล็กโทสมีโครงสร้างทางเคมี 2 แบบ คือ แอลฟา-แล็กโทส (α -lactose) และเบตา-แล็กโทส (β -lactose) โครงสร้างทั้ง 2 แบบมีคุณสมบัติในการละลายน้ำแตกต่างกัน กล่าวคือ เบตา-แล็กโทส จะละลายน้ำได้ดีกว่าแอลฟา-แล็กโทส ซึ่งคุณสมบัติในการละลายน้ำจะมีผลต่อการผลิตผลิตภัณฑ์นมบางชนิด เช่น ไอศกรีม นมข้นหวาน เมื่อมีปริมาณของแอลฟา-แล็กโทสมากจะทำให้เกิดผลึก มีลักษณะเหมือนมีเม็ดทรายปะปนอยู่ในผลิตภัณฑ์นม ซึ่งรู้สึกสากลิ้นเมื่อบริโภค สามารถป้องกันโดยการควบคุมปริมาณน้ำตาลแล็กโทสและอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3. ปฏิกริยากับแบคทีเรีย น้ำตาลแล็กโทสมีความสำคัญต่อการทำผลิตภัณฑ์นมบางชนิดที่ต้องการกรดแลกติก (Lactic acid) เนื่องจากแบคทีเรียจะเปลี่ยนน้ำตาลแล็กโทสในผลิตภัณฑ์นมเป็นกรดแลกติก การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า การหมัก (Fermentation) สามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีได้ดังนี้



บทปฏิบัติการที่ 5
เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

หลักการ

วิธีการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ในการทดลองนี้มี 2 วิธีดังนี้

1. การตรวจสอบโดยใช้ปฏิกิริยาเฟห์ลิง (Fehling's Reaction) หรือเรียกว่าปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (Benedict's Reaction) เป็นการตรวจสอบความสามารถในการรีดิวซ์ของน้ำตาล โดยอาศัยคุณสมบัติที่ว่า น้ำตาลรีดิวซ์ซิง (Reducing Sugar) ที่มีหมู่อัลดีไฮด์ (Aldehyde Group) หรือ คีโตน (Ketone Group) สามารถรีดิวซ์คิวปริคไอออน (Cupric Ion, Cu^{2+}) เป็นคิวปรัสไอออน (Cuprous Ion, Cu^+) ผลสุดท้ายของปฏิกิริยาเกิดคิวปรัสออกไซด์ (Cuprous Oxide, Cu_2O) ซึ่งมีสีแดงอิฐและตกตะกอนชัดเจนอยู่ที่ก้นหลอดทดลอง สารละลายที่ใช้ในการตรวจสอบน้ำตาลคือสารละลายเบเนดิกต์ (Benedict's Solution) ซึ่งเตรียมได้จากสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต (Copper Sulphate : CuSO_4) กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide : NaOH) และโซเดียมโพแทสเซียมตาร์เตรต (Sodium Potassium Tartrate : $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) สามารถเขียนสมการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดังนี้



เมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายเบเนดิกต์ที่มีน้ำตาลซึ่งมีความสามารถในการรีดิวซ์ ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแล็กโทสและน้ำตาลมอลโทส สารละลายเบเนดิกต์จะตกตะกอนเป็นคิวปรัสออกไซด์ (Cuprous Oxide : Cu_2O) ซึ่งมีสีแดงอิฐ

2. การตรวจสอบโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์ (Barfoed's Reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ใช้ตรวจสอบเฉพาะน้ำตาลโมเลกุลคู่ ได้แก่ น้ำตาลมอลโทสและน้ำตาลแล็กโทส เนื่องจากน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจะไม่เกิดปฏิกิริยานี้ ในสารละลายบาร์โฟด์ประกอบด้วยคิวปริอะซิเตทในกรดอะซิติก (Copper (II) acetate in CH_3COOH) โดยปฏิกิริยาของน้ำตาลมอลโทส และน้ำตาลแล็กโทสกับสารละลายนี้จะเกิดตะกอนของคิวปรัสออกไซด์ ซึ่งมีสีแดงอิฐ เช่นเดียวกับปฏิกิริยาเบเนดิกต์ แต่เกิดปฏิกิริยาเคมีช้ากว่า

จุดประสงค์ เมื่อเรียนบทปฏิบัติการนี้จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเบเนดิกต์และปฏิกิริยาบาร์โฟด์ได้

2. บอกชนิดของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมได้ว่าเป็น Reducing Sugar และ Disaccharide ได้

3. สรุปหลักการสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมได้

4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลเมื่อถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย หลังจากเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้

5. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

เวลาที่ใช้ 150 นาที

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่

1.1 นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.2 นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.3 นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด
1.4 นมสดชนิดยูเอชที	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด

2. หลอดทดลองขนาดกลาง	จำนวน	17	หลอด
3. บีเปตขนาด 1 มิลลิลิตร	จำนวน	5	อัน
4. บีเปตขนาด 5 มิลลิลิตร	จำนวน	5	อัน
5. เตาไฟฟ้า	จำนวน	1	เตา
6. สารละลายเฟห์ลิง (สารละลายเบเนดิกต์)	จำนวน	1	ขวด
7. สารละลายบาร์โฟด์ (Copper (II) acetate ใน CH_3COOH)	จำนวน	1	ขวด
8. นาฬิกาจับเวลา	จำนวน	1	เรือน
9. สารละลาย 70% เอทานอล ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	จำนวน	1	ขวด
10. ที่จับหลอดทดลอง	จำนวน	10	อัน

วิธีทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาเฟห์ลิง (ปฏิกิริยาเบเนดิกต์)
มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. เตรียมผลิตภัณฑ์นมทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด และนมสดชนิดยูเอชที รสจืด
2. ดิจดลากลแสดงชนิดของผลิตภัณฑ์นมและอุณหภูมิต่างๆ ของการเก็บผลิตภัณฑ์นมที่
หลอดทดลองขนาดกลางทุกหลอด
3. เก็บผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน และที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน
4. เมื่อครบกำหนด ใช้สำลิจบสารละลาย 70 % เอทานอลทำความสะอาดหลอดผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด เขย่าผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดให้เข้ากัน และเปิดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด
5. ใช้ปิเปตขนาด 5 มิลลิลิตร คูดสารละลายเฟห์ลิง (สารละลายเบเนดิกต์) 4 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 17 หลอด แล้วเติมผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดๆ ละ 1 มิลลิลิตร
6. เขย่าให้เข้ากัน
7. ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
8. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้น และบันทึกผลการทดลอง

ตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาบาร์โฟด์
มีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. ทดลองตามข้อที่ 1-4 ในตอนที่ 1
2. ใช้ปิเปตขนาด 5 มิลลิลิตร คูดสารละลายบาร์โฟด์ (Copper (II) acetate ใน CH_3COOH) 4 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 17 หลอด แล้วเติมผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด ๆ ละ 1 มิลลิลิตร
3. เขย่าให้เข้ากัน
4. ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
5. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้น และบันทึกผลการทดลอง
6. เมื่อนักเรียนบันทึกผลการทดลองเสร็จทั้งสองตอน ให้นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยการ
รายงานด้วยวาจาหน้าห้องเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 10 นาที

หมายเหตุ : ตอนที่ 1 และ 2 ทำ Positive control โดยใช้สารละลายน้ำตาลแลคโทส 1 %
เป็นตัวเปรียบเทียบสี

รายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

วัน / เดือน / ปี.....กลุ่ม.....

ชื่อผู้ทดลอง

- | | | |
|---------|------|--------|
| 1. | ชั้น | เลขที่ |
| 2. | ชั้น | เลขที่ |
| 3. | ชั้น | เลขที่ |
| 4. | ชั้น | เลขที่ |
| 5. | ชั้น | เลขที่ |

จุดประสงค์การทดลอง

1.
2.
3.

สมมติฐาน

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

- ตัวแปรต้น.....
- ตัวแปรตาม.....
- ตัวแปรควบคุม.....

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	ปฏิกิริยาเบเนดิกต์ (เฟห์ลิง)	ปฏิกิริยาบาร์โฟด์
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน		
1.1 สารละลายน้ำตาลแล็กโทส 1 %		
1.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน		
1.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน		
1.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน		
1.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน		
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน		
2.1 สารละลายน้ำตาลแล็กโทส 1 %		
2.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน		
2.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน		
2.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน		
2.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน		
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด		
3.1 สารละลายน้ำตาลแล็กโทส 1 %		
3.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน		
3.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน		
3.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน		
3.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน		
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด		
4.1 สารละลายน้ำตาลแล็กโทส 1 %		
4.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน		
4.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน		
4.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน		
4.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. สารเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมจากปฏิกิริยาเบเนดิกต์และปฏิกิริยาบาร์โฟด์ เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์และชนิดยูเอชทีไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีจากปฏิกิริยาเบเนดิกต์ เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

3. เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์และชนิดยูเอชทีไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีจากปฏิกิริยาปฏิกิริยาบาร์โฟด์ เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

4. เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ ไว้ที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) ชนิดของน้ำตาลที่พบ เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร?

.....

.....

.....

.....

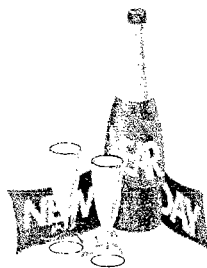
5. เมื่อนักเรียนต้องการตรวจสอบคุณภาพน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ เช่น นมข้นหวาน ในท้องถิ่นของตนเอง นักเรียนจะมีวิธีตรวจสอบโดยใช้ปฏิกิริยาอะไร เพราะเหตุใด?

.....

.....

.....

.....



ข้อเสนอแนะของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย
สีเมธิลีนบลู

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลาย
สีรีซารูริน

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

.....

.....

.....

บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

.....

.....

.....

คำแนะนำในการใช้คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

การใช้คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม นี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการนำบทปฏิบัติการไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน

2. คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ใช้ควบคู่กับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

3. คู่มือครูแต่ละบทประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- จุดประสงค์การทดลอง
- เวลาที่ใช้
- อุปกรณ์และสารเคมี
- การเตรียมล่วงหน้า
- อภิปรายก่อนการทดลอง
- แนวการตั้งสมมติฐาน
- อภิปรายหลังการทดลอง
- แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- คำแนะนำเพิ่มเติม

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1
เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

จุดประสงค์การเรียนรู้

- เพื่อสรุปหลักการและวิธีตรวจสอบลักษณะทางกายภาพที่สำคัญในผลิตภัณฑ์นมซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์การทดลอง เมื่อทำการทดลองนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตและตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายได้
2. เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพที่สำคัญในผลิตภัณฑ์นมซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
3. เปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
4. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

เวลาที่ใช้ 150 นาที (3 คาบ)

อภิปรายก่อนการทดลอง	20	นาที
ทดลอง	50	นาที
อภิปรายหลังการทดลอง	20	นาที
รายงานด้วยวาจา	60	นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่
 - 1.1 นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ ยี่ห้อดัชมิลล์ รสหวาน 1 ขวด
 - 1.2 นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที ยี่ห้อดัชมิลล์ รสหวาน 1 ขวด
 - 1.3 นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ยี่ห้อดัชมิลล์ รสจืด 1 ขวด
 - 1.4 นมสดชนิดยูเอชที ยี่ห้อดัชมิลล์ รสจืด 1 ขวด
2. หลอดทดลองขนาดกลาง จำนวน 16 หลอด
3. หลอดหยด พร้อมจุกยาง จำนวน 16 อัน
4. กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 16 อัน
5. กระชอนาฬิกา จำนวน 5 อัน
6. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ

7. เทอร์มอมิเตอร์ชนิดปรอท	จำนวน	10	อัน
8. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์	จำนวน	1	คลັບ
9. ที่คีบหลอดทดลอง	จำนวน	10	อัน
10. สารละลาย 70% เอทานอล	จำนวน	1	ขวด
11. สารละลายเมทานอล	จำนวน	1	ขวด
12. ที่ใส่หลอดทดลอง	จำนวน	1	อัน
13. ตะเกียงแอลกอฮอล์	จำนวน	1	อัน

การเตรียมล่วงหน้า

1. ครูผู้สอนควรเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิ 5°C (Control) อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในตู้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และที่อุณหภูมิสูง (50-55°C) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 1 วัน
2. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลาย 70% เอทานอล เพื่อทำความสะอาดฝาขวดผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด
3. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลายเมทานอลใส่ในตะเกียงแอลกอฮอล์ เพื่อต้มผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดให้เดือด
4. ครูผู้สอนควรเตรียมกระดาษสำหรับใช้ติดหลอดทดลอง (Labelled paper) เพื่อป้องกันความสับสนในการดูผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดใส่ในหลอดทดลอง

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. แนะนำผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งวิธีการเปิด-ปิดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด
2. แนะนำและสาธิตวิธีการใช้ปิเปตและดูหยางในการดูผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ
3. แนะนำวิธีตรวจสอบจุดเดือดในผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ โดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ชนิดปรอท
4. แนะนำวิธีตรวจสอบความเป็นกรด-เบส ในผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ โดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
5. แนะนำให้นักเรียนดม้มน้ำในบีกเกอร์ให้เดือดสำหรับตรวจสอบจุดเดือดของผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการทดลอง

แนวการตั้งสมมติฐาน

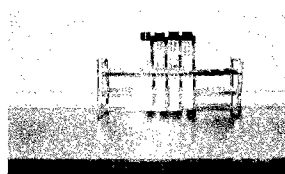
1. อุณหภูมิที่เก็บผลิตภัณฑ์นมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม
2. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะเสียเร็วกว่าเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน
3. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชทีซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 1 วัน จะเสียช้ากว่านมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์
4. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วันจะมีความเป็นกรด-เบส (pH) ต่ำกว่า 7 (มีฤทธิ์เป็นกรด)
5. ผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดมีจุดเดือดใกล้เคียงกับน้ำ (ประมาณ 100°C)

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	ลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม			
	สี	กลิ่น	จุดเดือด	pH
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน				
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
1.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
1.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ขาวขุ่น	เหม็นบูด	99°C	5.0
1.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ขาวขุ่น	เหม็นบูด	99°C	5.0
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน				
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
2.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
2.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
2.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด				
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
3.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
3.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ขาวขุ่น	เหม็นบูด	99°C	5.0
3.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ขาวขุ่น	เหม็นบูด	99°C	5.0

ผลการทดลอง (ต่อ)

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	ลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม			
	สี	กลิ่น	จุดเดือด	pH
4. นมสดชนิดยูเอชที รสหวาน				
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
4.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
4.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0
4.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ขาวขุ่น	นมสุก	99°C	6.0



ภาพประกอบ 8 (จากซ้ายไปขวา) แสดงลักษณะสีของผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ

หมายเหตุ : หลอดที่ 1 ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน
 หลอดที่ 2 ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน
 หลอดที่ 3 ผลิตภัณฑ์นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด
 หลอดที่ 4 ผลิตภัณฑ์นมสดชนิดยูเอชที รสจืด

อภิปรายผลการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพที่สำคัญของผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่ สี กลิ่น จุดเดือด และความเป็นกรด-เบส (pH) ภายหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิ 5°C อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) ควรได้ผลดังนี้

1.1 สีของผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ จะมีสีขาวขุ่น

1.2 กลิ่นของผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด สามารถแบ่งได้ดังนี้

1.2.1 ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C และอุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) จะมีกลิ่นนมสุก แต่เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีกลิ่นเหม็นบูด

1.2.2 ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชทีซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีกลิ่นนมสุก

1.3 จุดเดือดของผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ เท่ากับ 99°C

1.4 ความเป็นกรด-เบส (pH) ของผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด สามารถแบ่งได้ดังนี้

1.4.1 ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C และอุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) จะมีค่า pH เท่ากับ 6.0 แต่เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมี pH เท่ากับ 5.0

1.4.2 ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชทีซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีค่า pH เท่ากับ 6.0

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

1. การเก็บผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์และนมปรุงแต่งชนิดยูเอชทีไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) และที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น จุดเดือดและความเป็นกรด - เบส (pH) ต่างกันอย่างไร?

แนวคำตอบ ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) จะมีสีขาวขุ่น มีกลิ่นนมสุก จุดเดือดเท่ากับ 99°C และมีค่า pH เท่ากับ 6.0 แต่เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีสีขาวขุ่น มีกลิ่นเหม็นบูด จุดเดือดเท่ากับ 99°C และมีค่า pH เท่ากับ 5.0 ส่วนผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) และที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีสีขาวขุ่น มีกลิ่นนมสุก จุดเดือดเท่ากับ 99°C และมีค่า pH เท่ากับ 6.0

2. เพราะเหตุใดการเก็บผลิตภัณฑ์นมชนิดพาสเจอร์ไรส์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง จึงมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน?

แนวคำตอบ เพราะการเก็บผลิตภัณฑ์นมชนิดพาสเจอร์ไรส์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยยับยั้ง การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ผลิตภัณฑ์นมมีลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น จุดเคี้ยว และความเป็นกรด-เบส (pH) ปกติ ส่วนการเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิสูงจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ผลิตภัณฑ์นมมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างไปจากปกติ

3. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแบบพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) และ สเตอริไลส์ (Sterilization) ?

แนวคำตอบ การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแบบพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) เป็นกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63°C เป็นเวลา 30 นาที หรือให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72°C เป็นเวลา 15 วินาที และทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิไม่เกิน 5°C ส่วนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแบบสเตอริไลส์ (Sterilization) เป็นกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100°C เป็นเวลา 15 นาที

4. ถ้านักเรียนต้องการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมให้อยู่ได้เป็นระยะเวลานาน เพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย นักเรียนจะมีวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดอย่างไร?

แนวคำตอบ ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ควรเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4-8^{\circ}\text{C}$ ส่วนผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชทีสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) เป็นระยะเวลานาน 6 เดือน หลังจากนั้นควรเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ $4-8^{\circ}\text{C}$

5. ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ เช่น นมพร่องมันเนย ซึ่งมีจำหน่ายในท้องถิ่น นักเรียนควรจะตรวจสอบอะไรบ้าง?

แนวคำตอบ ถ้าต้องการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมพร่องมันเนย ควรตรวจสอบสี กลิ่น จุดเคี้ยว และความเป็นกรด-เบส (pH)

คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ก่อนทำการทดลองครูควรแนะนำให้นักเรียนคัมน์น้ำในบีกเกอร์สำหรับใช้ตรวจสอบจุดเดือดของผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด เพื่อความรวดเร็วในการทำการทดลอง
2. ครูควรแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยใช้ผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ เพียงสภาวะเดียว แล้วนำผลการทดลองของนักเรียนทุกกลุ่มมาอภิปรายผลร่วมกัน
3. ในการทดลองนี้ผู้วิจัยตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์และชนิดยูเอชที ยี่ห้อดัชมิลล์ ในกรณีที่ครูผู้สอนเปลี่ยนแปลงยี่ห้อของผลิตภัณฑ์นมให้เหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่น ควรเตรียมทำการทดลองไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะสอนนักเรียนเพื่อศึกษาผลการทดลองในแต่ละการทดลองและเป็นการป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการทดลอง

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2
เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

จุดประสงค์การเรียนรู้

- เพื่อสรุปหลักการและวิธีตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์การทดลอง เมื่อทำการทดลองนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลีนบลูเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
2. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลีนบลูเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
3. สรุปหลักการสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลูได้
4. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

เวลาที่ใช้ 150 นาที (3 คาบ)

อภิปรายก่อนการทดลอง	20	นาที
ทดลอง	50	นาที
อภิปรายหลังการทดลอง	20	นาที
รายงานด้วยวาจา	60	นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่
 - 1.1 นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ ยี่ห้อดัชมิลล์ รสหวาน 1 ขวด
 - 1.2 นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที ยี่ห้อดัชมิลล์ รสหวาน 1 ขวด
 - 1.3 นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ยี่ห้อดัชมิลล์ รสจืด 1 ขวด
 - 1.4 นมสดชนิดยูเอชที ยี่ห้อดัชมิลล์ รสจืด 1 ขวด
2. สารละลายสีเมธิลีนบลู (Methylene Blue) จำนวน 1 ขวด
3. หลอดทดลองขนาดกลางพร้อมฝาเกลียว จำนวน 16 หลอด
4. ที่ใส่หลอดทดลอง จำนวน 1 อัน

5. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร	จำนวน	1	อัน
6. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร	จำนวน	16	อัน
7. เครื่องควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37°C	จำนวน	1	เครื่อง
8. สารละลาย 70% เอทานอล	จำนวน	1	ขวด

การเตรียมล่วงหน้า

1. ครูผู้สอนควรเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิ 5°C (Control) อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในตู้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และ ที่อุณหภูมิสูง (50-55°C) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 1 วัน

2. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลาย 70% เอทานอล เพื่อใช้ทำความสะอาดผิวของผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด

3. ครูผู้สอนควรเตรียมกระดาษสำหรับใช้ติดที่หลอดทดลอง (Labelled paper) เพื่อป้องกันความสับสนในการดูผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดใส่ในหลอดทดลอง

4. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลายสีเมธิลีนบลูให้เพียงพอับจำนวนกลุ่มของนักเรียน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. แนะนำผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งแนะนำวิธีการเปิด-ปิด ผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดโดยใช้เทคนิคปราศจากเชื้อ (Sterile Techniques)

2. แนะนำวิธีการใช้ปิเปตในการดูผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ เพื่อป้องกันการดูผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดเข้าปาก โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) เป็นเวลา 1 วัน จะมีแบคทีเรียปนเปื้อนซึ่งอาจก่อให้เกิดโทษต่อร่างกาย

3. แนะนำวิธีการใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งใช้แช่ผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นมมีอุณหภูมิสูงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

แนวการตั้งสมมติฐาน

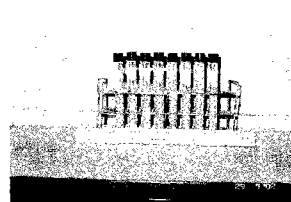
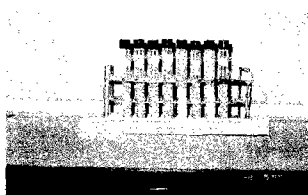
1. อุณหภูมิและวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม
2. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง ($4-8^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโต
3. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีแบคทีเรียเจริญเติบโต
4. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชที ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 1 วัน จะไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโต

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่บ่ม (นาท)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ(Grade) ของน้ำนม
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน			
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
1.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
1.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ขาว	เลว
1.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ฟ้าเข้ม (มีตะกอน)	เลว
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน			
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
2.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
2.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
2.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ฟ้าเข้ม (มีตะกอน)	ดีเลิศ

ผลการทดลอง (ต่อ)

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่บ่ม (นาท)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ(Grade) ของน้ำนม
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด			
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
3.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
3.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ขาว	เลว
3.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ฟ้าเข้ม (มีตะกอน)	เลว
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด			
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
4.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ฟ้า	ดีเลิศ
4.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ขาว	เลว
4.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ฟ้าเข้ม (มีตะกอน)	เลว

เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$)เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$)เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$)

ภาพประกอบ 9 แสดงลักษณะการเปลี่ยนสีของสารละลายสีเมธิลีนบลูที่เกิดจากการตรวจสอบ
แบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม

หมายเหตุ : (จากซ้ายไปขวา) หลอดที่ 1-4 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิควบคุม (5°C)

หลอดที่ 5-8 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นม สังเกตได้จากสารละลายสีเมธิลีนบลู เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีขาว หลังจากแช่ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที เนื่องจากในกระบวนการผลิตนมทั้ง 2 ชนิด ใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อเพียง 63°C เป็นเวลา 30 นาที หรือ 72°C เป็นเวลา 15 วินาที ซึ่งความร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเกิดการเน่าเสีย เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมดังกล่าวไว้ที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นม ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิดังกล่าวไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม

2. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิลดลง (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นม เนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ผลิตภัณฑ์นمدังกล่าวอยู่ในสภาพดีเหมือนเดิม

3. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชที ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิลดลง (5°C) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นม เนื่องจากในกระบวนการผลิตนมทั้ง 2 ชนิด ใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ 133°C เป็นเวลา 1 วินาที ซึ่งความร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าวจะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ผลิตภัณฑ์นمدังกล่าวอยู่ในสภาพดีเหมือนเดิม

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

1. จากการตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์นมชนิดใดมีแบคทีเรียมากที่สุด และผลิตภัณฑ์นมชนิดใดมีแบคทีเรียน้อยที่สุด เพราะเหตุใด?

แนวคำตอบ ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์มีแบคทีเรียมากที่สุด เพราะในกระบวนการผลิตใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63°C เป็นเวลา 30 นาที หรืออุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72°C เป็นเวลา 15 วินาที ซึ่งอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม ส่วนนมปรุงแต่งชนิดยูเอชทีมีแบคทีเรียน้อยที่สุด เพราะในกระบวนการ

2. การเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีเมธิลีนบลูในผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิด ขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง?

แนวคำตอบ อุณหภูมิ วิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมและปริมาณของแบคทีเรียชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์นม

3. นักเรียนจะมีวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดอย่างไร เพื่อไม่ให้เกิดการเน่าเสีย?

แนวคำตอบ ควรเก็บผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ในตู้เย็นที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) ส่วนผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชทีที่สามารถเก็บที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) เป็นระยะเวลานาน 6 เดือน หลังจากนั้นควรเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$)

4. มีวิธีใดบ้างที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์นมให้ปราศจากเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในคน?

แนวคำตอบ วิธีทำผลิตภัณฑ์นมให้ปราศจากเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในคนมีทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่

1. การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแบบพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) เป็นกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63°C เป็นเวลา 30 นาที หรือให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72°C เป็นเวลา 15 วินาที และทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิไม่เกิน 5°C

2. การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแบบสเตอริไลส์ (Sterilization) เป็นกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100°C เป็นเวลา 15 นาที

3. การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแบบยูเอชที (UHT or Ultra- High Temperature) เป็นกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 133°C เป็นเวลา 1 วินาที

5. ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ เช่น ไอศกรีม ซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในท้องถิ่น นักเรียนจะมีวิธีตรวจสอบอย่างไร?

แนวคำตอบ ถ้าต้องการตรวจสอบแบคทีเรียในไอศกรีม ควรนำไอศกรีมมาเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน เมื่อครบกำหนดนำไอศกรีมมาละลายน้ำในน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อตามอัตราส่วน 2:1 เทใส่ในหลอดทดลองแล้วเติมสารละลายสีเมธิลีนบลู 20 หยด ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที ถ้าสารละลายสีเมธิลีนบลูเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีขาวแสดงว่าในไอศกรีมมีแบคทีเรียอยู่

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3
เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูริน

จุดประสงค์การเรียนรู้

- เพื่อสรุปหลักการและวิธีตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์การทดลอง เมื่อทำการทดลองนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีรีซาซูรินเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
2. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีรีซาซูรินเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
3. สรุปหลักการสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซาซูรินได้
4. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

เวลาที่ใช้ 150 นาที (3 คาบ)

อภิปรายก่อนการทดลอง	20	นาที
ทดลอง	50	นาที
อภิปรายหลังการทดลอง	20	นาที
รายงานด้วยวาจา	60	นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่
 - 1.1 นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ ยี่ห้อดัชมิลล์ รสหวาน 1 ขวด
 - 1.2 นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที ยี่ห้อดัชมิลล์ รสหวาน 1 ขวด
 - 1.3 นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ยี่ห้อดัชมิลล์ รสจืด 1 ขวด
 - 1.4 นมสดชนิดยูเอชที ยี่ห้อดัชมิลล์ รสจืด 1 ขวด
2. สารละลายสีรีซาซูริน(Resazurin) จำนวน 1 ขวด
3. หลอดทดลองขนาดกลางพร้อมฝาเกลียว จำนวน 16 หลอด
4. ที่ใส่หลอดทดลอง จำนวน 1 อัน

5. ปีเปตขนาด 1 มิลลิเมตร	จำนวน	1	อัน
6. ปีเปตขนาด 10 มิลลิเมตร	จำนวน	16	อัน
7. เครื่องควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37°C	จำนวน	1	เครื่อง
8. สารละลาย 70% เอทานอล	จำนวน	1	ขวด

การเตรียมล่วงหน้า

1. ครูผู้สอนควรเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิควบคุม (5°C) อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในตู้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) โดยวางผลิตภัณฑ์นมไว้บนโต๊ะในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และอุณหภูมิสูง (50-55°C) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 1 วัน
2. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลาย 70% เอทานอล เพื่อใช้ทำความสะอาดฝ่าขวดผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด
3. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลายเมทานอลสำหรับใส่ในตะเกียงแอลกอฮอล์ให้เพียงพอับจำนวนกลุ่มของนักเรียน
4. ครูผู้สอนควรเตรียมกระดาษสำหรับใช้ติดที่หลอดทดลอง (Labelled paper) เพื่อป้องกันความสับสนในการดูผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดใส่ในหลอดทดลอง
5. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลายสีรีซาชูริน โดยชั่งสีรีซาชูริน 0.05 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิเมตร แล้วแบ่งใส่ขวดแก้วสีชาให้เพียงพอับจำนวนกลุ่มของนักเรียน (ควรเตรียมสารละลายสีรีซาชูรินใหม่ทุกครั้งที่ทำทดลอง)

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. แนะนำผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองชนิด รวมทั้งวิธีการเปิด-ปิดผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดโดยใช้เทคนิคปราศจากเชื้อ (Sterile Techniques)
2. แนะนำวิธีการใช้ปีเปตในการดูผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ เพื่อป้องกันการดูผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดเข้าปาก โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) และอุณหภูมิสูง (50-55°C) เป็นเวลา 1 วัน จะมีแบคทีเรียปนเปื้อนซึ่งอาจก่อให้เกิดโทษต่อร่างกาย
3. แนะนำวิธีการใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งใช้แช่ผลิตภัณฑ์นมชนิดต่างๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นมมีอุณหภูมิสูงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

แนวการตั้งสมมติฐาน

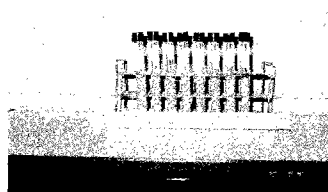
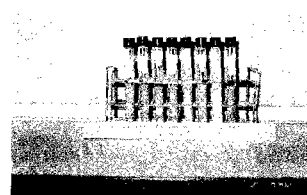
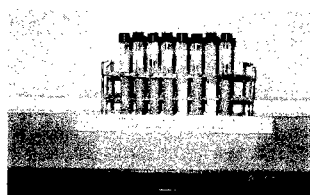
1. อุณหภูมิและวิธีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม
2. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโต
3. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีแบคทีเรียเจริญเติบโต
4. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชที ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 1 วัน จะไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโต

ผลการทดลอง

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่บ่ม (นาฬิกา)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ (Grade) ของน้ำนม
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน			
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
1.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ม่วง	1
1.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ขาว	4
1.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ชมพู	3
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน			
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
2.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ม่วง	1
2.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ม่วง	1
2.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ม่วง	1
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด			
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
3.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ม่วง	1
3.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ขาว	4
3.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ขาว	3

ผลการทดลอง (ต่อ)

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	เวลาที่บ่ม (นาท)	สีที่ปรากฏ	คุณภาพ (Grade) ของน้ำนม
4. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน			
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	60	ม่วง	1
4.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ม่วง	1
4.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ม่วง	1
4.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	60	ม่วง	1

เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$)เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) เก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$)

ภาพประกอบ 10 แสดงลักษณะการเปลี่ยนสีของสารละลายสีรีซาชูรินที่เกิดจากการ
ตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม

หมายเหตุ : (จากซ้ายไปขวา) หลอดที่ 1-4 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิควบคุม(5°C)
หลอดที่ 5-8 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิดซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปดังนี้

1. ผลผลิตกัณช์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลผลิตกัณช์นม สังเกตได้จากสารละลายสีรีซาชูรินเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีขาว หลังจากแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 10 นาที เนื่องจากในกระบวนการผลิตนมทั้ง 2 ชนิด ใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อเพียง 63°C เป็นเวลา 30 นาที หรือ 72°C เป็นเวลา 15 วินาที ซึ่งความร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ผลผลิตกัณช์ดังกล่าวเกิดการเน่าเสีย

2. ผลผลิตกัณช์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลผลิตกัณช์นม สังเกตได้จากสารละลายสีรีซาชูรินจะมีสีม่วง เนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ผลผลิตกัณช์นمدังกล่าวอยู่ในสภาพดีเหมือนเดิม

3. ผลผลิตกัณช์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชที ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลผลิตกัณช์นม สังเกตได้จากสารละลายสีรีซาชูรินจะมีสีม่วง เนื่องจากในกระบวนการผลิตนมทั้ง 2 ชนิด ใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ 133°C เป็นเวลา 1 วินาที ซึ่งความร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าวจะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ผลผลิตกัณช์ดังกล่าวอยู่ในสภาพดีเหมือนเดิม

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

1. สีของผลผลิตกัณช์นมในหลอดทดลองใดบ้างที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมภายหลังการแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที และผลผลิตกัณช์นมแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร?

แนวคำตอบ สีของผลผลิตกัณช์นมในหลอดทดลองที่มีนมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ จะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ภายหลังการแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 60 นาที โดยสีของผลผลิตกัณช์นมจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นม่วง ม่วงอมชมพู (ลาเวนเดอร์) ชมพู และขาวตามลำดับ

2.จากการตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์นมชนิดใดมีแบคทีเรียมากที่สุด และผลิตภัณฑ์นมชนิดใดมีแบคทีเรียน้อยที่สุด เพราะเหตุใด?

แนวคำตอบ ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์มีแบคทีเรียมากที่สุด เพราะในกระบวนการผลิตใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63°C เป็นเวลา 30 นาที หรืออุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72°C เป็นเวลา 15 วินาที ซึ่งอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม ส่วนนมปรุงแต่งชนิดยูเอชทีมีแบคทีเรียน้อยที่สุด เพราะในกระบวนการผลิตใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 133°C เป็นเวลา 1 วินาที ซึ่งอุณหภูมิและเวลาดังกล่าวสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ไม่มีแบคทีเรียเจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นม

3. เพราะเหตุใด สรีรชาชุนจึงเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วในผลิตภัณฑ์นมที่มีแบคทีเรียมาก?

แนวคำตอบ เพราะแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นมใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต ทำให้ออกซิเจนในผลิตภัณฑ์นมลดลง ดังนั้นสรีรชาชุนจึงเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีขาวอย่างรวดเร็ว

4. ผลิตภัณฑ์นม เช่น ไอศกรีม หากทำมาจากนมสดที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน นักเรียนคิดว่าผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีเชื้อโรคอยู่จริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ไอศกรีมที่ทำมาจากนมสดที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน จะมีเชื้อโรคอยู่เพราะแบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตได้ เนื่องจากอุณหภูมิในนมสดเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

5.จงอธิบายข้อดีและข้อเสียของการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลูและสารละลายสรีรชาชุน?

แนวคำตอบ การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู มีข้อดีคือสีที่ใช้ในการทดลองราคาถูก มีข้อเสียคือเกิดปฏิกิริยาช้าและมองเห็นการเปลี่ยนสีไม่ชัดเจน ส่วนการตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสรีรชาชุน มีข้อดีคือเกิดปฏิกิริยารวดเร็ว มองเห็นการเปลี่ยนสีได้ชัดเจนและสวยงาม ข้อเสียคือสีที่ใช้ในการทดลองราคาแพง

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4
เรื่อง การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

จุดประสงค์การเรียนรู้

- เพื่อสรุปหลักการและวิธีตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์การทดลอง เมื่อทำการทดลองนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรตและปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิกได้
2. ตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมได้
3. สรุปหลักการสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมได้
4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนเมื่อถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย หลังจากเก็บผลิตภัณฑ์นมไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้
5. นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเขียนรายงานและการรายงานด้วยวาจาได้

เวลาที่ใช้ 150 นาที (3 คาบ)

อภิปรายก่อนการทดลอง	20	นาที
ทดลอง	50	นาที
อภิปรายหลังการทดลอง	20	นาที
รายงานด้วยวาจา	60	นาที

อุปกรณ์และสารเคมี (จำนวน / กลุ่ม)

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ได้แก่

1.1 นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.2 นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสหวาน	1	ขวด
1.3 นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด
1.4 นมสดชนิดยูเอชที	ยี่ห้อดัชมิลล์	รสจืด	1	ขวด
2. หลอดทดลองขนาดกลาง

จำนวน	17	หลอด
-------	----	------
3. ที่ใส่หลอดทดลอง

จำนวน	1	อัน
-------	---	-----

4. ปีเปตขนาด 1 มิลลิลิตร	จำนวน	5	อัน
5. ปีเปตขนาด 2 มิลลิลิตร	จำนวน	5	อัน
6. ตะเกียงอัลกอฮอล์	จำนวน	1	อัน
7. สารละลาย 10 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	จำนวน	1	ขวด
8. สารละลาย 1 % คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO ₄)	จำนวน	1	ขวด
9. สารละลาย 10 % กรดไนตริก (HNO ₃)	จำนวน	1	ขวด
10. สารละลายแอมโมเนียเข้มข้น (NH ₃)	จำนวน	1	ขวด
11. นาฬิกาจับเวลา	จำนวน	1	เรือน
12. สารละลาย 70 % เอทานอล (C ₂ H ₅ OH)	จำนวน	1	ขวด
13. ที่จับหลอดทดลอง	จำนวน	10	อัน
14. หลอดหยด	จำนวน	4	อัน

การเตรียมล่วงหน้า

1. ครูผู้สอนควรเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิ 5°C (Control) อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในตู้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C) โดยวางผลิตภัณฑ์นมไว้บนโต๊ะในห้องปฏิบัติการและอุณหภูมิสูง (50-55°C) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 1 วัน

2. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลาย 70% เอทานอล เพื่อใช้ทำความสะอาดฝาขวดผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด

3. ครูผู้สอนควรเตรียมกระดาษสำหรับใช้ติดที่หลอดทดลอง (Labelled paper) เพื่อป้องกันความสับสนในการดูผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดใส่ในหลอดทดลอง

4. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลายต่างๆ ดังนี้

4.1 สารละลาย 10 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4.2 สารละลาย 1% คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO₄) โดยชั่งคอปเปอร์ซัลเฟต 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4.3 สารละลาย 10 % กรดไนตริก (HNO₃) โดยละลายกรดไนตริกเข้มข้น 65 % 10 มิลลิลิตรในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4.4 สารละลายแอมโมเนียความเข้มข้น (NH₃) 25 %

4.5 สารละลายไข่ขาว

หลังจากนั้นแบ่งสารละลายแต่ละชนิดใส่ขวดสีชาและเตรียมให้เพียงพอกับจำนวนกลุ่มของนักเรียน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. แนะนำวิธีการใช้ปิเปตและลูกยางในการดูดผลิตภัณฑ์นมและสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

2. แนะนำให้นักเรียนระมัดระวังอันตรายที่เกิดจากสารเคมีชนิดต่างๆ ถูกเสื้อผ้าและร่างกาย

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ จะมีโปรตีนอยู่ในผลิตภัณฑ์นม

2. ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชที ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ จะมีโปรตีนอยู่ในผลิตภัณฑ์นม

ผลการทดลอง

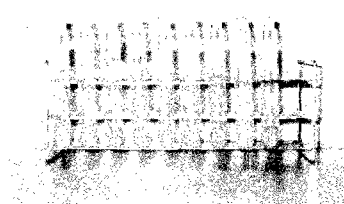
ชนิดของผลิตภัณฑ์นมและสถานะการเก็บ	ปฏิกิริยาไบยูเรต	ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน		
1.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
1.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
1.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
1.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน		
2.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
2.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
2.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
2.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด		
3.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
3.2 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
3.3 อุณหภูมิห้อง (25-30°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
3.4 อุณหภูมิสูง (50-55°C)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม

ผลการทดลอง (ต่อ)

ชนิดของผลิตภัณฑ์นมและสถานะการเก็บ	ปฏิกิริยาไบยูเรต	ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก
4. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสจืด		
4.1 อุณหภูมิควบคุม (5°C)	สารละลายสีม่วงเข้ม	ตะกอนสีส้ม
4.2 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
4.3 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม
4.4 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$)	สารละลายสีม่วงอ่อน	ตะกอนสีส้ม



1. ปฏิกิริยาไบยูเรต



2. ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก

ภาพประกอบ 11 แสดงลักษณะการเปลี่ยนสีของสารละลายที่เกิดจากการตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

หมายเหตุ : 1. ปฏิกิริยาไบยูเรต

หลอดที่ 1 เป็นสารละลายไข่ขาว (ตัวควบคุม)

หลอดที่ 2-5 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิควบคุม (5°C)

หลอดที่ 6-9 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ

2. ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก

หลอดที่ 1 เป็นสารละลายไข่ขาว (ตัวควบคุม)

หลอดที่ 2-5 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิควบคุม (5°C)

หลอดที่ 6-9 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ผลิตกัณฑ์นมปรุ้งแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีโปรตีนอยู่ในผลิตกัณฑ์นม สังเกตได้จากการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ดังนี้

1.1 ปฏิกิริยาไบยูเรต เมื่อเติมสารละลาย 10 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และสารละลาย 1 % คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) ลงในผลิตกัณฑ์นมดังกล่าวจะเกิดสารละลายสีม่วงอ่อน

1.2 ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก เมื่อเติมสารละลาย 10 % กรดไนตริก (HNO_3) และสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น (NH_3) ลงในผลิตกัณฑ์นมดังกล่าวจะเกิดตะกอนสีส้ม

2. ผลิตกัณฑ์นมปรุ้งแต่งและนมสดชนิดยูเอชที ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) จะมีโปรตีนอยู่ในผลิตกัณฑ์นม สังเกตได้จากการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ดังนี้

2.1 ปฏิกิริยาไบยูเรต เมื่อเติมสารละลาย 10 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และสารละลาย 1 % คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) ลงในผลิตกัณฑ์นมดังกล่าวจะเกิดสารละลายสีม่วงอ่อน

2.2 ปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก เมื่อเติมสารละลาย 10 % กรดไนตริก (HNO_3) และสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น (NH_3) ลงในผลิตกัณฑ์นมดังกล่าวจะเกิดตะกอนสีส้ม

แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

1. สารเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพโปรตีนจากปฏิกิริยาไบยูเรตและปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิก แตกต่างกันอย่างไร?

แนวคำตอบ สารเคมีที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพโปรตีนจากปฏิกิริยาไบยูเรตและปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิกแตกต่างกันคือสารเคมีที่ใช้ในปฏิกิริยาไบยูเรตคือสารละลาย 10 % โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และสารละลาย 1% คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) ส่วนสารเคมีที่ใช้ในปฏิกิริยาแซนโทโปรเทอิกคือสารละลาย 10 % กรดไนตริก (HNO_3) และสารละลายแอมโมเนีย (NH_3) ความเข้มข้น 25%

2. การเก็บผลิตกัณฑ์นมปรุ้งแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์และชนิดยูเอชทีไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดจากปฏิกิริยาไบยูเรตเหมือนกันหรือต่างกัน อย่างไร?

แนวคำตอบ เหมือนกันคือจะเกิดสารละลายสีม่วงอ่อน

3. การเก็บผลิตภัณฑ์นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์และชนิดยูเอชทีไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดจากปฏิกิริยาแซนโทโพรเทอิกเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร?

แนวคำตอบ เหมือนกันคือจะเกิดตะกอนสีส้ม

4. เพราะเหตุใด ผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน จึงมีโปรตีนเหลืออยู่?

แนวคำตอบ เพราะโปรตีนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ยังไม่สลายตัวและแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์นมยังไม่ย่อยสลายโปรตีนเป็นกรดอะมิโน ดังนั้นจึงมีโปรตีนเหลืออยู่ภายหลังการเก็บผลิตภัณฑ์นมดังกล่าวไว้ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 1 วัน

5. ถ้านักเรียนต้องการตรวจสอบคุณภาพโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ เช่น นมพว่องมันเนย ในท้องถิ่นของตนเอง นักเรียนจะมีวิธีตรวจสอบโดยใช้ปฏิกิริยาอะไร เพราะเหตุใด?

แนวคำตอบ ถ้าต้องการตรวจสอบคุณภาพโปรตีนในนมพว่องมันเนย ควรจะตรวจสอบโดยใช้ปฏิกิริยาไบยูเรตและปฏิกิริยาแซนโทโพรเทอิก เพราะเป็นปฏิกิริยามาตรฐานที่สามารถเห็นผลการทดลองได้ชัดเจน สะดวก และรวดเร็ว

6. สารละลายเฟห์ลิง (สารละลายเบนเนดิกต์)	จำนวน	1	ขวด
7. สารละลายบาร์โฟด์ (Copper (II) acetate ใน CH_3COOH)	จำนวน	1	ขวด
8. นาฬิกาจับเวลา	จำนวน	1	เรือน
9. สารละลาย 70% เอทานอล ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	จำนวน	1	ขวด
10. ที่จับหลอดทดลอง	จำนวน	10	อัน
11. หลอดหยด	จำนวน	2	อัน

การเตรียมล่วงหน้า

1. ครูผู้สอนควรเก็บผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด ไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิ 5°C (Control) อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในตู้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) โดยวางผลิตภัณฑ์นมไว้บนโต๊ะในห้องปฏิบัติการและอุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) โดยแช่ผลิตภัณฑ์นมในเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) เป็นเวลา 1 วัน

2. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลาย 70% เอทานอล เพื่อใช้ทำความสะอาดฝาขวดผลิตภัณฑ์นมทั้ง 4 ชนิด

3. ครูผู้สอนควรเตรียมกระดาษสำหรับใช้ติดที่หลอดทดลอง (Labelled paper) เพื่อป้องกันความสับสนในการดูผลิตภัณฑ์นมแต่ละชนิดใส่ในหลอดทดลอง

4. ครูผู้สอนควรเตรียมสารละลายต่างๆ ดังนี้

4.1 สารละลายเบนเนดิกต์ โดยซื้อจากร้านศึกษาภัณฑ์พาณิชย์

4.2 สารละลายบาร์โฟด์ โดยชั่งคิวปริกอะซีเตต 2.64 กรัม เติมกรดอะซิติกเข้มข้น 0.4 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

4.3 สารละลาย 1 % น้ำตาลแลกโทส โดยชั่งน้ำตาลแลกโทส 1 กรัมละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

หลังจากนั้นแบ่งสารละลายแต่ละชนิดใส่ในขวดสีชาให้เพียงพอกับจำนวนกลุ่มของนักเรียน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. แนะนำวิธีการใช้ปิเปตในการดูผลิตภัณฑ์นมและสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง
2. แนะนำให้นักเรียนรู้จักสารเคมีที่ใช้ในการทดลองและระมัดระวังอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ

แนวการตั้งสมมติฐาน

1. ผลึกภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ จะมีน้ำตาลอยู่ในผลึกภัณฑ์นม

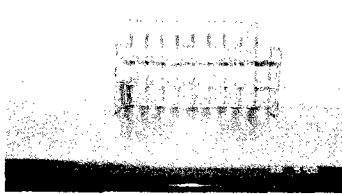
2. ผลึกภัณฑ์นมปรุงแต่งและนมสดชนิดยูเอชที ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ จะมีน้ำตาลอยู่ในผลึกภัณฑ์นม

ผลการทดลอง

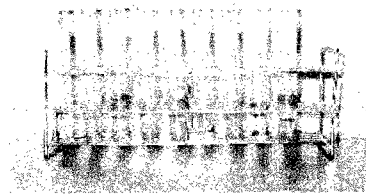
ชนิดและสภาวะการเก็บผลึกภัณฑ์นม	ปฏิกิริยาเบนเนดิกต์ (เฟห์ลิง)	ปฏิกิริยาบาร์โฟด์
1. นมปรุงแต่งชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสหวาน		
1.1 สารละลายน้ำตาลแล็กโทส 1%	ตะกอนสีแดงอิฐ	สารละลายสีฟ้า
1.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
1.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
1.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
1.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
2. นมปรุงแต่งชนิดยูเอชที รสหวาน		
2.1 สารละลายน้ำตาลแล็กโทส 1%	ตะกอนสีแดงอิฐ	สารละลายสีฟ้า
2.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
2.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
2.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
2.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
3. นมสดชนิดพาสเจอร์ไรส์ รสจืด		
3.1 สารละลายน้ำตาลแล็กโทส 1%	ตะกอนสีแดงอิฐ	สารละลายสีฟ้า
3.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
3.3 อุณหภูมิต่ำ (4-8°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
3.4 อุณหภูมิห้อง (25-30°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
3.5 อุณหภูมิสูง (50-55°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ

ผลการทดลอง (ต่อ)

ชนิดและสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นม	ปฏิกิริยาเบนเนดิกต์ (เฟห์ลิง)	ปฏิกิริยาบาร์โฟด์
4. นมสดชนิดยูเอชที รสจืด		
4.1 สารละลายน้ำตาลแลคโทส 1%	ตะกอนสีแดงอิฐ	สารละลายสีฟ้า
4.2 อุณหภูมิควบคุม (5°C) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
4.3 อุณหภูมิต่ำ ($4-8^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
4.4 อุณหภูมิห้อง ($25-30^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ
4.5 อุณหภูมิสูง ($50-55^{\circ}\text{C}$) 1 วัน	ตะกอนแดงอิฐ	ตะกอนสีแดงอิฐ



1. ปฏิกิริยาปฏิกิริยาเบนเนดิกต์ (เฟห์ลิง)



2. ปฏิกิริยาบาร์โฟด์

ภาพประกอบ 12 แสดงลักษณะการเปลี่ยนสีของสารละลายที่เกิดจากการตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

หมายเหตุ : 1. ปฏิกิริยาเบนเนดิกต์ (เฟห์ลิง)

หลอดที่ 1 เป็นสารละลายน้ำตาลแลคโทส 1% (ตัวควบคุม)

หลอดที่ 2-5 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิควบคุม (5°C)

หลอดที่ 6-9 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่างๆ

2. ปฏิกิริยาบาร์โฟด์

หลอดที่ 1 เป็นสารละลายน้ำตาลแลคโทส 1% (ตัวควบคุม)

หลอดที่ 2-5 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิควบคุม (5°C)

หลอดที่ 6-9 เป็นผลิตภัณฑ์นม 4 ชนิด ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิต่างๆ

ภาคผนวก ง

- แบบประเมินแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทบาทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

**แบบประเมิน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมิน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งแบบทดสอบวัดทักษะดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งหมด 8 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย
2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด โดยมีหน่วยกำกับเสมอ
3. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนก หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ เป็นต้น
5. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องนั้นๆ ต่อไป
6. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะชี้บ่งได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุมในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือปรากฏการณ์หนึ่งๆ

7. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐาน โดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง

8. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 80 ข้อ โดยลักษณะของข้อสอบจะไม่เน้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต	จำนวน 10 ข้อ
2. ทักษะการวัด	จำนวน 10 ข้อ
3. ทักษะการจำแนกประเภท	จำนวน 10 ข้อ
4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	จำนวน 10 ข้อ
5. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	จำนวน 10 ข้อ
6. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	จำนวน 10 ข้อ
7. ทักษะการทดลอง	จำนวน 10 ข้อ
8. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	จำนวน 10 ข้อ

แบบประเมิน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล.....ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

เบอร์โทรศัพท์.....

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

โปรดประเมินความสอดคล้องของข้อคำถาม ตัวเลือก และทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนัก
ความคิดเห็นของท่าน หากมีข้อแนะนำเพิ่มเติม กรุณาเขียนลงในช่องหมายเหตุ
กำหนดให้

+1 หมายถึง สอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

ข้อ	ทักษะ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	การสังเกต				
2	การสังเกต				
3	การสังเกต				
4	การสังเกต				
5	การสังเกต				
6	การสังเกต				
7	การสังเกต				
8	การสังเกต				
9	การสังเกต				
10	การสังเกต				
11	การวัด				
12	การวัด				
13	การวัด				
14	การวัด				
15	การวัด				
16	การวัด				
17	การวัด				
18	การวัด				

ข้อ	ทักษะ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
19	การวัด				
20	การวัด				
21	การจำแนกประเภท				
22	การจำแนกประเภท				
23	การจำแนกประเภท				
24	การจำแนกประเภท				
25	การจำแนกประเภท				
26	การจำแนกประเภท				
27	การจำแนกประเภท				
28	การจำแนกประเภท				
29	การจำแนกประเภท				
30	การจำแนกประเภท				
31	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
32	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
33	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
34	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
35	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
36	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
37	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
38	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
39	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
40	การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล				
41	การตั้งสมมติฐาน				
42	การตั้งสมมติฐาน				
43	การตั้งสมมติฐาน				
44	การตั้งสมมติฐาน				

ข้อ	ทักษะ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
45	การตั้งสมมติฐาน				
46	การตั้งสมมติฐาน				
47	การตั้งสมมติฐาน				
48	การตั้งสมมติฐาน				
49	การตั้งสมมติฐาน				
50	การตั้งสมมติฐาน				
51	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
52	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
53	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
54	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
55	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
56	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
57	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
58	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
59	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
60	การกำหนดและควบคุมตัวแปร				
61	การทดลอง				
62	การทดลอง				
63	การทดลอง				
64	การทดลอง				
65	การทดลอง				
66	การทดลอง				
67	การทดลอง				
68	การทดลอง				
69	การทดลอง				

ข้อ	ทักษะ	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
70	การทดลอง				
71	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
72	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
73	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
74	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
75	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
76	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
77	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
78	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
79	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
80	การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

()

...../...../.....

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งแบบสอบถามวัดเจตคติดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพมหานคร คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม มีทั้งหมด 30 ข้อ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยแบบสอบถามนี้จะวัดพฤติกรรมความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนครอบคลุม 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ
2. การแสดงออกของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ

แบบสอบถามวัดเจตคติดังกล่าว ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบสอบถามวัดเจตคติที่ อรุณา ละมุล (2541 : 304-307) สร้างขึ้นและวัดตามกรอบแนวคิดของ รศ.ดร. ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 118-119 ; อ้างถึงสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 : 29-30) ซึ่งมีเนื้อหาของข้อคำถามเชิงบวกและเชิงลบ ดังนี้

ข้อคำถามเชิงบวก มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน

ข้อคำถามเชิงลบ มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

ข้อคำถามเชิงลบ มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน

แบบประเมิน แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ- สกุล.....ตำแหน่ง.....
สถานที่ทำงาน.....
เบอร์โทรศัพท์.....

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

โปรดประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมของลักษณะข้อคำถามกับพฤติกรรม
ความรู้สึที่ต้องการวัด โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักความ
คิดเห็นของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

- + 1 หมายถึง สอดคล้อง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ
- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง

หมายเหตุ : ความสอดคล้อง หมายถึง ลักษณะของข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรม
ความรู้สึที่ต้องการวัด

ข้อที่	ลักษณะของข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	เชิงบวก				
2	เชิงบวก				
3	เชิงบวก				
4	เชิงบวก				
5	เชิงบวก				
6	เชิงบวก				
7	เชิงบวก				
8	เชิงบวก				
9	เชิงบวก				
10	เชิงบวก				
11	เชิงบวก				
12	เชิงบวก				
13	เชิงบวก				
14	เชิงบวก				
15	เชิงบวก				
16	เชิงบวก				
17	เชิงบวก				

ข้อที่	ลักษณะของข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
18	เชิงบวก				
19	เชิงบวก				
20	เชิงบวก				
21	เชิงบวก				
22	เชิงบวก				
23	เชิงบวก				
24	เชิงบวก				
25	เชิงบวก				
26	เชิงบวก				
27	เชิงบวก				
28	เชิงบวก				
29	เชิงบวก				
30	เชิงบวก				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

()

...../...../.....

แบบพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
สำหรับใช้ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงาน
ทางวิทยาศาสตร์ (การเขียนรายงาน)

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบพิจารณา

โปรดประเมินความสอดคล้องของข้อความกับพฤติกรรมที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ (การเขียนรายงาน) โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างใต้ความคิดเห็นของท่าน และหากมีข้อเสนอแนะ โปรดเขียนลงในช่องบันทึกข้อเสนอแนะ

ข้อ*	ความคิดเห็น			บันทึกข้อเสนอแนะ
	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

ประเด็นที่ควรพิจารณาเพิ่มเติม

8.....

9.....

10.....

หมายเหตุ : * โปรดอ่านข้อความของแต่ละข้อในเอกสารที่แนบมา

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นายจรัส อินทลาพร

แบบพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
สำหรับใช้ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงาน
ทางวิทยาศาสตร์ (การรายงานด้วยวาจา)

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบพิจารณา

โปรดประเมินความสอดคล้องของข้อความถามกับพฤติกรรมที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ (การรายงานด้วยวาจา) โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง
 ใต้ความคิดเห็นของท่าน และหากมีข้อเสนอแนะ โปรดเขียนลงในช่องบันทึกข้อเสนอแนะ

ข้อ	ความคิดเห็น			บันทึกข้อเสนอแนะ
	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

ประเด็นที่ควรพิจารณาเพิ่มเติม

8.....

9.....

10.....

หมายเหตุ : * โปรดอ่านข้อความของแต่ละข้อในเอกสารที่แนบมา

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นายจรัส อินทลาภาพร

ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทบาทปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

**แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 8 ทักษะ
2. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 50 ข้อ ใช้เวลาสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจ แล้วเลือกตัวเลือกที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยกาเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข.	ค.	ง.
0	X			

4. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนขีดฆ่าคำตอบเดิมก่อน แล้วจึงกาเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ที่ต้องการ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง กรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ก เป็น ค

ข้อ	ก	ข.	ค.	ง.
0	X		X	

5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
6. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรือเขียนอักษรใดๆ ลงในแบบทดสอบ
7. หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้สอบถามกรรมการคุมสอบ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบมีทั้งหมด 50 ข้อ ใช้เวลาสอบ 60 นาที

คำสั่ง ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย × ลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุดในกระดาศคำตอบ

1. ข้อใดเป็นสิ่งที่สังเกตได้เมื่อเป่าลมหายใจลงไปใต้น้ำปูนใส
 - ก. น้ำปูนใสจะขุ่นและมีฝ้าขาว
 - ข. น้ำปูนใสมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ
 - ค. น้ำปูนใสทำปฏิกิริยาได้ดีกับลมหายใจ
 - ง. ลมหายใจมีส่วนประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน

2. ข้อใดจัดเป็นข้อมูลเชิงการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการสังเกต
 - ก. เทียนไขแท่งนี้มีสีเหลือง
 - ข. ดินน้ำมันก้อนนี้มีกลิ่นหอม
 - ค. มะพร้าวคันนี้ให้น้ำมีรสหวาน
 - ง. ลูกโป่งพองตัวขึ้นเมื่อสมศรีเป่าลมเข้าไป

3. หยดย่นำดินและน้ำใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร อย่างละครึ่งบีกเกอร์และใช้เทอร์มอมิเตอร์เสียบลงในบีกเกอร์ในระดับเดียวกัน ทำการบันทึกอุณหภูมิของดินและน้ำ แล้วนำบีกเกอร์ทั้งสองไปวางกลางแดด ทิ้งไว้ 15 นาที และบันทึกอุณหภูมิข้อใด ไม่ใช่ ข้อมูลจากการสังเกต
 - ก. อุณหภูมิของดินหลังวางไว้กลางแดดจะสูงกว่าน้ำ
 - ข. อุณหภูมิของดินและน้ำหลังวางไว้กลางแดดต่างกันประมาณ 10°C
 - ค. อุณหภูมิของดินหลังวางไว้กลางแดด 15 นาที อ่านได้ 15°C
 - ง. อุณหภูมิของน้ำหลังวางไว้กลางแดด 15 นาที อ่านได้ 25°C

4. ข้อใดเป็น ลักษณะเด่น ของการสังเกต

- ก. การสังเกตเป็นการพิจารณาสิ่งที่ต้องการศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบ
- ข. การศึกษาสิ่งที่ต้องการโดยตรงโดยใช้ประสาทสัมผัสเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล
- ค. ข้อมูลจากการสังเกตแต่ละครั้งจะต่างกัน ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นและคุณสมบัติของผู้สังเกต
- ง. การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสศึกษาสิ่งที่ต้องการอย่างตรงไปตรงมา ไม่ว่าจะสังเกตสิ่งนั้นเมื่อใด ย่อมได้ข้อมูลเช่นเดิม

5. สุรสาส์สังเกตท้องฟ้าในเดือนมิถุนายน เวลาบ่ายวันหนึ่ง ข้อความใดจัดว่า เป็นการบันทึกผลการสังเกตของนักเรียน

- ก. เมฆคายความร้อนออกมาทำให้อบอ้าวมาก
- ข. วันนี้อากาศร้อนอบอ้าวมาก ฝนคงจะตกแน่
- ค. อากาศค่อนข้างเย็น เนื่องจากมีฝนตกเมื่อคืน
- ง. ท้องฟ้าแจ่มใส มีลมแรง และมีเมฆสีขาวกระจายอยู่

6. เครื่องมือชนิดใดวัดปริมาตรของผลิตภัณฑ์นมในกล่องได้เหมาะสมที่สุด

- ก. ปีกเกอร์
- ข. หลอดหยด
- ค. กระบอกตวง
- ง. ขวดวัดปริมาตร

7. วิธีการที่เหมาะสมและง่ายที่สุดที่จะทดสอบว่า “วัตถุ 2 ก้อนมีปริมาตรเท่ากันหรือไม่”

- ก. นำวัตถุทั้ง 2 ก้อนไปชั่งแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน
- ข. นำวัตถุทั้ง 2 ก้อนมาคำนวณปริมาตรเปรียบเทียบกัน
- ค. วัดขนาดของวัตถุทั้ง 2 ก้อน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน
- ง. นำวัตถุทั้ง 2 ก้อนไปแทนที่น้ำ นำน้ำที่ไหลออกมาเปรียบเทียบกัน

8. ชุดเครื่องมือในข้อใดที่เหมาะสมสำหรับวัดความยาวของเส้นรอบวงวัตถุทรงกลม

- ก. เชือก ไม้บรรทัด
- ข. เชือก ตลับเมตร
- ค. สายวัด ไม้บรรทัด
- ง. สายวัด ตลับเมตร

9. ถ้าต้องการชั่งน้ำหนักของถุงผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์โดยใช้เครื่องชั่งสปริงแบบแขวนให้ถูกต้อง จะปฏิบัติอย่างไร
- ก. จับห้วงข้างบน แขวนถุงน้ำหนักที่ปลายล่าง อ่านค่า
 - ข. จับห้วงข้างบน แขวนถุงน้ำหนักที่ปลายล่าง อ่านค่าในระดับสายตา
 - ค. ผูกยึดห้วงข้างบนไว้ให้แน่น แขวนถุงน้ำหนักที่ปลายล่าง อ่านค่าเฉลี่ย
 - ง. ผูกยึดห้วงข้างบนไว้ให้แน่น แขวนถุงน้ำหนักที่ปลายล่าง อ่านค่าเบี่ยงเบน
10. การใช้เครื่องมือในการวัดให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ควรปฏิบัติอย่างไร
- ก. อาศัยข้อมูลประกอบการวัด
 - ข. ปฏิบัติตามวิธีการใช้เครื่องมือ
 - ค. ใช้การประมาณประกอบการวัด
 - ง. บันทึกข้อมูลทุกครั้งที่ทำกรวัด
11. ถ้านักเรียนต้องการเตรียมสารละลาย 5 cm^3 ควรปฏิบัติอย่างไรจึงจะถูกต้อง
- ก. ใช้ช้อนตักสารละลาย 5 cm^3
 - ข. ใช้หลอดหยดดูดสารละลาย 5 cm^3
 - ค. ใช้หลอดฉีดยาดูดสารละลาย 5 cm^3
 - ง. ใช้กระบอกตวงตวงสารละลาย 5 cm^3
12. ถ้าใช้ลักษณะของสารเนื้อเดียวกันเป็นเกณฑ์ สารในข้อใดอยู่พวกเดียวกัน
- ก. น้ำคลอง น้ำเกลือ
 - ข. ทองแดง ดินทราย
 - ค. แป้งเปียก น้ำเกลือ
 - ง. น้ำคลอง แป้งเปียก
13. ถ้าใช้ลักษณะของแหล่งที่อยู่อาศัยเป็นเกณฑ์ ปลาในข้อใดอยู่ในพวกเดียวกัน
- ก. ปลานู๋ ปลาช่อน ปลานิล
 - ข. ปลาดุก ปลาฉลาม ปลาน้ำจืด
 - ค. ปลาน้ำจืด ปลาหมอ ปลาหมอ
 - ง. ปลาโลมา ปลาดุก ปลาปิรันยา

14. การจำแนกสารออกเป็น ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนก

- ก. สถานะ
- ข. โครงสร้าง
- ค. สมบัติของสาร
- ง. ลักษณะการเกิด

ข้อความต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 15.

สมชาย และสมหวัง จัดประเภทสาร กลุ่มเดียวกันออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

สมชาย จัดให้ ประเภทที่ 1 คือ แป้งมัน น้ำส้มสายชู เมทานอล

ประเภทที่ 2 คือ พริกเกลือ หินแกรนิต ดิน คอนกรีต

สมหวัง จัดให้ ประเภทที่ 1 คือ แป้งมัน พริกเกลือ หินแกรนิต คอนกรีต ดิน

ประเภทที่ 2 คือ เมทานอล น้ำส้มสายชู

15. จากข้อความข้างต้น ทั้งสองคนใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่งสารดังกล่าว

- ก. สมชายใช้สถานะเป็นเกณฑ์ สมหวังใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์
- ข. สมชายใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ สมหวังใช้สถานะเป็นเกณฑ์
- ค. สมชายใช้ความเป็นกรดเบสเป็นเกณฑ์ สมหวังใช้สถานะเป็นเกณฑ์
- ง. สมชายใช้สถานะเป็นเกณฑ์ สมหวังใช้ความเป็นกรดเบสเป็นเกณฑ์

16. จากการจัดกลุ่มพืชต่อไปนี้ ใช้เกณฑ์ข้อใดในการแบ่งพืชออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 สาหร่าย รา เห็ด เห็บ

กลุ่มที่ 2 เฟืองฟ้า ด้อยดัง มะม่วง น้อยหน่า

- ก. พืชมีผล กับ พืชไม่มีผล
- ข. พืชมีดอก กับ พืชไม่มีดอก
- ค. พืชมีท่อลำเลียง กับ พืชที่ไม่มีท่อลำเลียง
- ง. พืชที่เมล็ดมีเปลือกหุ้ม กับ พืชที่ไม่มีเมล็ดมีเปลือกหุ้ม

17. สุทธิชัยทำการทดลองดังนี้

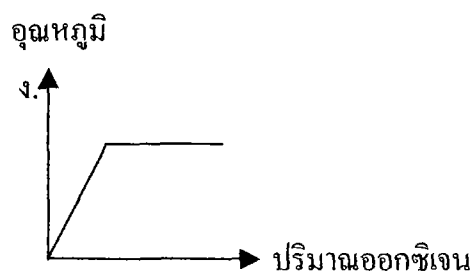
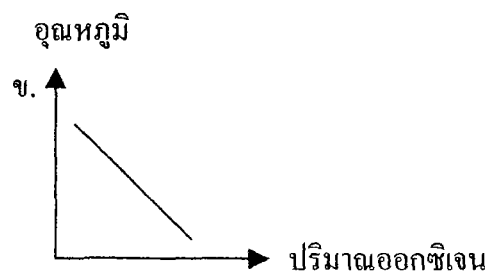
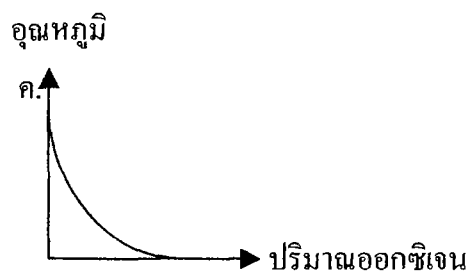
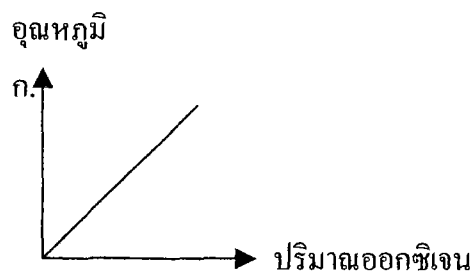
1. แช่วัวเขียว 1 คืบ
2. นำมาเพาะบนกระดาษชำระในกล่องพลาสติก แล้วรดน้ำ
3. วันที่ 2 เลือกถั่วเขียวที่มีรากยาว 2 เซนติเมตรมาจำนวน 4 เมล็ด
ใช้ปากกาทำเครื่องหมาย 4 จี๊ด เท่าๆ กันจากปลายรากทั้ง 4 เมล็ด
วางไว้ที่เดิม แล้วรดน้ำ
4. ในวันต่อมา วัดความยาวในแต่ละช่วง และบันทึกผล

จากการทดลองของสุทธิชัย ควรบันทึกข้อมูลในรูปแบบใดจึงเหมาะสม

- ก. กราฟ
- ข. ตาราง
- ค. แผนภูมิ
- ง. แผนภาพ

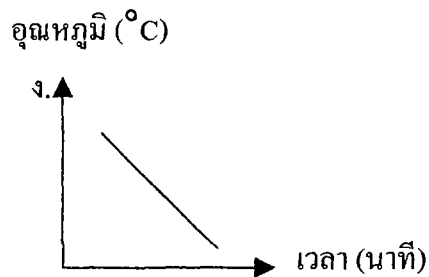
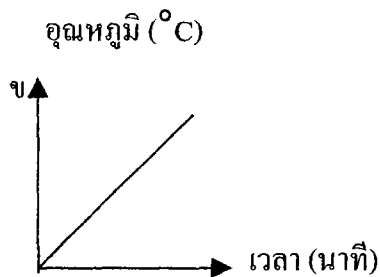
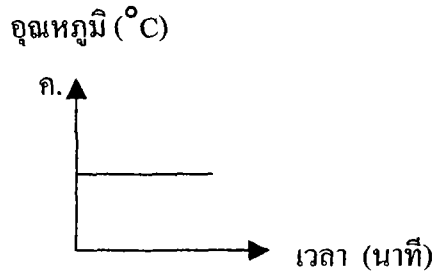
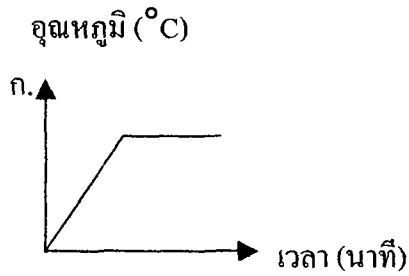
18. จากตาราง สามารถเขียนเป็นกราฟอย่างง่ายได้ตามข้อใด

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	0	10	20	30
ปริมาณออกซิเจนที่ละลาย (mg / l)	15	11	9	8



19. เมื่อนำน้ำอุณหภูมิ 25°C มาต้มจนเดือด และต้มน้ำเดือดต่อไปอีก 20 นาที

นักเรียนจะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาได้ตามข้อใด



20. อภิสัทธิตั้งเหตุการณ์เจริญเติบโตของน้องชาย โดยการบันทึกส่วนสูงทุก 1 เดือน

เมื่อครบเวลา 6 เดือน จึงรายงานผล นักเรียนจะเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลแบบใดจึงจะสื่อความหมายได้ชัดเจนและเข้าใจง่ายที่สุด

- ก. กราฟเส้น
 - ข. แผนภูมิแท่ง
 - ค. แผนภูมิภาพ
 - ง. แผนภูมิวงกลม
21. จากรายงานการวัดอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจังหวัดหนึ่ง โดยมีตัวเลขอุณหภูมิให้อย่างละเอียดทั้ง 12 เดือน เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาจัดแสดงในรูปแบบใหม่ โดยแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วง 12 เดือน นักเรียนจะนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใดจึงเหมาะสมที่สุด
- ก. กราฟเส้น
 - ข. แผนภูมิแท่ง
 - ค. แผนภูมิภาพ
 - ง. แผนภูมิวงกลม

22. สมพงษ์ทำการทดลองโดยจุดเทียนไขและวางขวดน้ำปลาขนาดใหญ่ห่างจากเทียนไข 6 เซนติเมตร ตนเองยืนห่างจากขวดน้ำปลา 6 เซนติเมตร แล้วเป่าลมผ่านขวดน้ำปลาไปยังเทียนไข 3 ครั้ง เทียนไขดับทุกครั้ง ต่อมาเขาเปลี่ยนใช้ขวดน้ำอัดลมขนาดเล็กแทนทดลองเช่นเดิม ผลปรากฏว่าเทียนไขดับ 3 ครั้ง เช่นเดิม
- ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองที่สมพงษ์ทดลอง
- วัตถุนขนาดต่างกัน จะกั้นลมได้ไม่เท่ากัน
 - วัตถุรูปกลมกั้นลมไม่ได้ วัตถุรูปเหลี่ยมกั้นลมได้
 - วัตถุรูปเดียวกันแต่ขนาดต่างกัน จะกั้นลมได้ไม่เท่ากัน
 - วัตถุรูปทรงกระบอกขนาดต่างกัน กั้นลมได้ไม่เท่ากัน
23. อภิสัทธินำกล้วยไม้พันธุ์เดียวกัน ขนาดเท่ากันมา 2 ต้นปลูกลงในกระถางสองใบ ขนาดเท่ากัน ใช้วัสดุในการปลูกเหมือนกัน แต่กระถางหนึ่งรดน้ำเพียงอย่างเดียว อีกกระถางหนึ่งใส่ปุ๋ยลงไปด้วย เมื่อกล้วยไม้ออกดอก เขานับจำนวนดอกในแต่ละช่อของกล้วยไม้ทั้งสองต้น สมมติฐานของการทดลองนี้คือข้อใด
- ปุ๋ยทำให้กล้วยไม้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว
 - ปริมาณน้ำมีความสัมพันธ์กับจำนวนดอกของกล้วยไม้
 - น้ำและปุ๋ยทำให้กล้วยไม้ออกดอกช่อยาวและมีดอกมาก
 - กล้วยไม้ที่ใส่ปุ๋ยจะมีจำนวนดอกแตกต่างจากกล้วยไม้ที่ไม่ใส่ปุ๋ย
24. วิธีทดลองปฏิบัติดังนี้
- เตรียมงานเพาะเชื้อขนาดเดียวกันจำนวน 5 ชุด
 - ใส่อาหารร่วนที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 ปอนด์ / ตารางนิ้ว ลงในงานเพาะเชื้อทั้ง 5 ชุด ในปริมาณที่เท่ากันโดยใช้เทคนิคปราศจากเชื้อ
 - ใส่เชื้อจุลินทรีย์ A ปริมาณที่เท่ากันลงในงานเพาะเชื้อทุกงานที่ใส่อาหารร่วน โดยใช้เทคนิคปราศจากเชื้อ
 - นำงานเพาะเชื้อแต่ละชุดไปวางในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 10, 20, 30 และ 40°C ตามลำดับ โดยใส่งานเพาะเชื้อแต่ละ 1 ชุดและวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 ชุด
 - เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ A ในแต่ละงาน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

ข้อใดคือสมมติฐานของการทดลองนี้

- ก. ระยะเวลามีผลต่อการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ A
- ข. ปริมาณการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ A ขึ้นอยู่กับระยะเวลา
- ค. ปริมาณการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ A ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เหมาะสม
- ง. ปริมาณและชนิดของวุ้นไม่มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ A

25. สมบัติทดลองเลี้ยงนกกกระทาจำนวน 50 ตัว เขาแบ่งนกกกระทาเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 25 ตัว แล้วชั่งน้ำหนักนกทุกตัว หาค่าเฉลี่ยของนกแต่ละกลุ่ม บันทึกผล จากนั้นนำนกกลุ่มที่ 1 ไปเลี้ยงในห้องที่เปิดไฟตลอดเวลา เลี้ยงนกกลุ่มที่ 2 ให้ได้รับแสงสว่างเฉพาะในเวลา กลางวัน ทั้งสองกลุ่มให้น้ำและอาหารตลอดเวลา เมื่อครบ 1 เดือนนำนกกกระทาทั้ง 2 กลุ่มมาชั่งน้ำหนัก หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยก่อนและหลังการทดลอง จากการทดลองนี้ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานของการทดลองว่าอย่างไร

- ก. ปริมาณแสงสว่างมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารที่นกกกระทากิน
- ข. นกกกระทาที่ชอบแสงสว่างจะเจริญเติบโตได้รวดเร็วถ้าให้แสงสว่างตลอดเวลา
- ค. น้ำหนักนกกกระทาขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่นกกกระทากินและแสงสว่างที่ได้รับ
- ง. นกกกระทาที่เลี้ยงโดยให้แสงสว่างตลอดเวลาจะมีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่านกกกระทาที่เลี้ยงตามปกติ

26. สมหญิงทดลองให้ปุ๋ยกับต้นส้มโอพันธุ์เดียวกัน อายุเท่ากัน ขนาดเท่ากันและปลูกใน ดินชนิดเดียวกัน โดยแปลงแรกใส่ปุ๋ยที่โคนต้น แปลงที่สองฉีดพ่นปุ๋ยที่ใบ สมมติฐานของการทดลองนี้คือข้อใด

- ก. การให้ปุ๋ยทางรากและทางใบทำให้ดินดี
- ข. การให้ปุ๋ยทางรากและทางใบทำให้ผลตก
- ค. การให้ปุ๋ยทางรากและทางใบทำให้ผลผลิตเท่ากัน
- ง. การให้ปุ๋ยทางรากทำให้ส้มโอออกงามกว่าการให้ปุ๋ยทางใบ

27. สมมติต้องการจะปลูกชบา จึงวางแผนการทดลองโดยการนำกิ่งชบาสดซึ่งมีตาที่กำลัง
 ผลิบา มา 2 กิ่งขนาดเท่ากัน กิ่งหนึ่งแช่น้ำประปา อีกกิ่งหนึ่งแช่น้ำประปาผสม
 เกลือ ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้
- ก. เกลือทำให้น้ำประปาสะอาดขึ้น
 - ข. เกลือช่วยทำให้รากพืชงอกเร็วขึ้น
 - ค. เกลือมีผลต่อการผลิบาของตากิ่งชบา
 - ง. เกลือและน้ำประปามีผลต่อการผลิบาของตากิ่งชบา
28. บรรรหารทดลองปลูกผักบุ้งจีน 2 แปลง โดยกำหนดชนิดของดิน พันธุ์ของผักบุ้ง
 อุณหภูมิและปริมาณน้ำที่รดให้เหมือนกัน แปลงที่ 1 ใช้ผ้าดำคลุมไม่ให้ได้รับแสง
 ส่วนแปลงที่ 2 ได้รับแสงเต็มที่ ตัวแปรต้นคือข้อใด
- ก. ดิน
 - ข. น้ำ
 - ค. แสง
 - ง. ผ้าดำ
29. ฌฐซัยทดลองโดยใส่ตัวอย่างดิน 3 ชนิด คือ ดินเหนียว ดินทรายและดินร่วนลงใน
 หลอดทดลอง ชนิดละ 1 หลอด อย่างละประมาณครึ่งหลอด แล้วรินน้ำลงในหลอด
 ทดลอง เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ ใช้หลอดหยดดูดสารละลายดินแต่ละชนิดหยดลงบน
 กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ชนิดละ 1 หยด เทียบสีของกระดาษยูนิเวอร์ซัล
 อินดิเคเตอร์กับแถบสีแสดงค่า pH มาตรฐาน ข้อใดคือตัวแปรต้น
- ก. น้ำ
 - ข. ค่า pH
 - ค. ชนิดของดิน
 - ง. การเปลี่ยนสีของกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

30. ในการศึกษาเพื่อดูว่า “ ปริมาณแคลเซียมที่หนูได้รับมีผลต่อน้ำหนักของหนูหรือไม่ ” นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองเลี้ยงหนู โดยแบ่งหนูออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับอาหารเหมือนกัน แต่รับปริมาณของแคลเซียมต่างกัน เมื่อเลี้ยงหนูได้ 4 สัปดาห์ ชั่งน้ำหนักหนูแต่ละตัว ตัวแปรต้นและตัวแปรตามของการทดลองนี้คือข้อใด
- เวลาที่ใช้เลี้ยงหนู และน้ำหนักของหนู
 - น้ำหนักของหนู และอาหารที่ใช้เลี้ยงหนู
 - น้ำหนักของหนู และปริมาณของแคลเซียม
 - ปริมาณของแคลเซียม และน้ำหนักของหนู
31. เอกซัยต้องการพิสูจน์ว่า ชนิดของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาหรือไม่ จึงทดลองโดยนำน้ำจากสระและน้ำประปาปริมาณเท่ากันมาเลี้ยงปลาหางนกยูง ตัวแปรตามของการทดลองนี้คือข้อใด
- ชนิดของน้ำ
 - อาหารที่ใช้เลี้ยง
 - ปริมาณน้ำที่ใช้เลี้ยง
 - การเจริญเติบโตของปลา

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 32-33

ศักดิ์ชัยต้องการทราบว่า การเจริญเติบโตของแห่นมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของผงซักฟอก เขาจึงออกแบบการทดลองโดยเลี้ยงแห่นในสารละลายผงซักฟอกที่มีความเข้มข้น 0.001 % , 0.01% และ 0.10% ตามลำดับ และเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองดังนี้

1. ความเข้มข้นของผงซักฟอก
2. จำนวนใบและสีของใบแห่น
3. ชนิดและปริมาณน้ำที่ใช้ทดลอง
4. สิ่งแวดล้อมที่ใช้ทดลองแห่น
5. ชนิด ขนาดและความแข็งแรงของแห่นที่นำมาทดลอง

32. การทดลองเลี้ยงแห่น ศักดิ์ชัยต้องจัดอะไรให้เหมือนกันบ้าง

- ก. ข้อ 1,3
- ข. ข้อ 1,2,3
- ค. ข้อ 1,3,5
- ง. ข้อ 2,3,4,5

33. สิ่งที่ต้องจัดให้แตกต่างกันคืออะไร

- ก. ข้อ 1
- ข. ข้อ 2
- ค. ข้อ 3
- ง. ข้อ 4

34. ถ้าต้องการทดสอบสมมติฐานที่ว่า “ ปริมาณของของเหลวที่ระเหยจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวของของเหลวในภาชนะ ” ในการทดลองนี้สิ่งที่จะต้องจัดให้แตกต่างกันคืออะไร

- ก. ความสูงของภาชนะ
- ข. ปริมาณของของเหลว
- ค. ระยะเวลาในการทดลอง
- ง. เส้นผ่านศูนย์กลางของภาชนะ

ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 35

ภาคภูมิต้องการทดสอบวิตามินซีในน้ำผลไม้ 4 ชนิด จึงดำเนินการทดลองดังนี้คือ

1. ใส่น้ำแข็งลูกในหลอดทดลอง 4 หลอดปริมาณเท่ากัน
2. หยดสารละลายไอโอดีนลงไปหลอดละ 1 หยด
3. หยดน้ำผลไม้ทั้ง 4 ชนิด ลงในหลอดที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ
4. นับจำนวนหยดน้ำผลไม้ที่ทำให้สีของน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

35. ตัวแปรควบคุมของการทดลองนี้คืออะไร

- ก. ปริมาณน้ำแข็ง และจำนวนหยดน้ำผลไม้
- ข. ขนาดหลอดทดลอง และจำนวนหยดน้ำผลไม้
- ค. ปริมาณน้ำแข็ง และจำนวนหยดสารละลายไอโอดีน
- ง. จำนวนหยดน้ำผลไม้ และจำนวนหยดสารละลายไอโอดีน

36. การทดลองหนึ่งมีสมมติฐานว่า “ หนูที่กินอาหารที่ไม่มีโปรตีนจะมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างจากหนูที่กินอาหารที่มีโปรตีน ” ตัวแปรควบคุมคืออะไร

- ก. พันธุ์ของหนู และปริมาณอาหารที่ให้
- ข. พันธุ์ของหนู และอัตราการเจริญเติบโต
- ค. อายุของหนู และอัตราการเจริญเติบโต
- ง. ปริมาณอาหารที่ให้ และอัตราการเจริญเติบโต

37. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า “เกลือทำให้น้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำลงจริงหรือไม่”

จะเลือกใช้อุปกรณ์ใดในการทดลอง

- ก. เกลือ น้ำแข็ง ปีกเกอร์ น้ำ
- ข. เกลือ น้ำแข็ง เทอร์มอมิเตอร์ น้ำ
- ค. เกลือ น้ำแข็ง ปีกเกอร์ หลอดฉีดยา
- ง. เกลือ น้ำแข็ง ปีกเกอร์ เทอร์มอมิเตอร์

ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 38

จากตารางการออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า “ปฏิกิริยาทำให้พืชเจริญเติบโตเร็วขึ้นจริงหรือไม่” ของนักเรียน 3 คน แสดงผลดังตาราง

นักเรียน	แผนการทดลอง	
	กระถางที่ 1	กระถางที่ 2
A	ใส่ปุ๋ย รดน้ำ	ไม่ใส่ปุ๋ย ไม่รดน้ำ
B	ใส่ปุ๋ย รดน้ำ	ไม่ใส่ปุ๋ย รดน้ำ
C	ใส่ปุ๋ย รดน้ำ	ใส่ปุ๋ย ไม่รดน้ำ

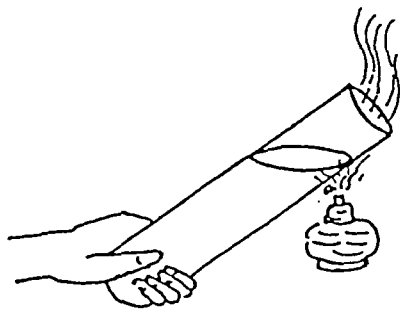
38. จากข้อมูล ใครทำการทดลองผิด

- ก. A และ B
- ข. A และ C
- ค. B และ C
- ง. ทั้ง A,B และ C

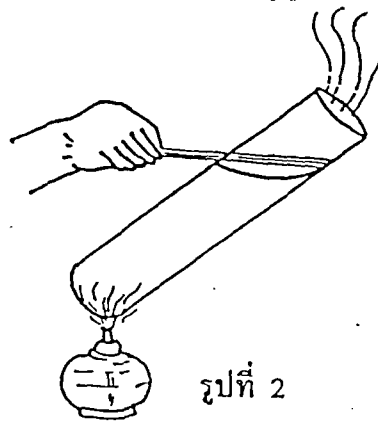
39. อาหารไก่ชนิดหนึ่งมีคนสงสัยว่าจะทำให้ไก่เกิดโรคขาอ่อน การทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานดังกล่าวควรทำอย่างไร

- ก. เปรียบเทียบองค์ประกอบของอาหารชนิดนี้กับชนิดอื่น
- ข. นำอาหารนี้ไปตรวจวิเคราะห์โดยวิธีทางเคมีเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบ
- ค. นำอาหารนี้ไปทดลองกับไก่ปกติ 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
- ง. นำอาหารนี้ไปทดลองกับไก่ที่เป็นโรค 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

40. วัสดุ อุปกรณ์ ในข้อใดใช้ทดสอบสมมติฐานที่ว่า “ ดินต่างชนิดกันจะปลูกพืชได้เจริญเติบโตแตกต่างกัน ”
- เมล็ดพืช น้ำ ดินต่างชนิดกัน ตะแกรงลวด
 - กล่องพลาสติก กระดาษชำระ สำลี กิ่งชบา
 - ดินต่างชนิดกัน กระป๋องนม พืชชนิดเดียวกัน น้ำ
 - ดินต่างชนิดกัน ตะแกรงลวด พืชชนิดเดียวกัน น้ำ
41. สุขใจต้องการทดสอบว่า ดินบริเวณ ก เหมาะที่จะปลูกกุหลาบมากกว่าดินบริเวณ ข หรือไม่ เขาจึงทดลองดังนี้
- นำดินบริเวณ ก และบริเวณ ข ปริมาณเท่ากันใส่ในกระถางขนาดเดียวกัน
 - ปลูกกุหลาบที่มีขนาดกิ่งเท่ากัน ลักษณะและความสมบูรณ์เหมือนกัน กระถางละ 1 กิ่ง
 - ฉีดพ่นยาฆ่าเชื้อราชนิดเดียวกันและปริมาณเท่ากันกับกุหลาบทั้งสองต้น
 - ปิดหน้าดินด้วยกาบมะพร้าวเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำทั้งสองต้น
 - วางกระถางไว้ในที่บริเวณเดียวกัน
 - รดน้ำทั้งสองกระถางในปริมาณเท่ากันทุกวัน
 - นับจำนวนใบ วัดความสูงของต้นกุหลาบทั้งสองทุกวันในเวลาเดียวกัน
- จากการทดลองดังกล่าว ขั้นตอนใด ไม่ จำเป็นต้องทดลอง
- ขั้นที่ 1,2
 - ขั้นที่ 3,4
 - ขั้นที่ 3,7
 - ขั้นที่ 5,6
42. เกียรติศักดิ์ทำการทดลอง โดยบรรจุดินร่วนลงในกระป๋องที่สูงเท่ากัน จำนวน 3 ใบๆ ละครึ่งกระป๋อง กระป๋องแต่ละใบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 , 10 และ 15 cm ตามลำดับ แล้วนำถั่วเขียวมาเพาะลงในกระป๋องทั้ง 3 กระป๋องๆ ละ 10 เมล็ด รดน้ำกระป๋องละ 15 cm³ ตั้งทิ้งไว้ให้ถูกแสงและสังเกตการเจริญของต้นถั่วเป็นเวลา 7 วัน จากการทดลองดังกล่าวเขาต้องการศึกษาถึงใด
- แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - เนื้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
 - ปริมาณน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช



รูปที่ 1



รูปที่ 2

จากภาพการทดลองนี้ให้ตอบคำถามข้อ 43

43. จากรูปที่ 2 ทำไมต้องใช้ที่จับหลอดทดลอง

- ก. เพราะน้ำร้อนทั้งหลอด
- ข. เพราะเมื่อน้ำร้อนจะขยายตัว
- ค. เพราะหลอดแก้วจะขยายตัวเร็ว
- ง. เพราะเมื่อน้ำเดือดจะมีแรงดันมาก

44. พิจารณารางแสดงชนิดของอาหารที่สัตว์บริโภคดังนี้

ชนิดของสัตว์	อาหารที่บริโภค
ควาย	พืช
กระต่าย	พืช
สิงโต	สัตว์
หมูป่า	พืชและสัตว์
นก	พืชและสัตว์
แมว	สัตว์
จระเข้	สัตว์

ข้อมูลที่ได้จะลงข้อสรุปอย่างไรจึงจะเหมาะสม

- ก. พืชเป็นผู้ผลิต สัตว์เป็นผู้บริโภค
- ข. นกและแมวกินแต่สัตว์ก็มีชีวิตอยู่ได้
- ค. สัตว์แบ่งเป็น 3 พวก คือ พวกกินพืช พวกกินสัตว์ และพวกกินทั้งพืชและสัตว์
- ง. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะกินเฉพาะพืช สัตว์เลื้อยคลานจะกินเฉพาะสัตว์และ สัตว์ปีกกินทั้งพืชและสัตว์

45. ผลการทดลองหาจุดเดือดของของเหลวชนิดหนึ่ง ที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน
แสดงดังตาราง

ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (m)	จุดเดือด (°C)
80	99
180	98
250	96
500	92
1630	91

ข้อใดสรุปข้อมูลจากตารางได้ถูกต้อง

- ก. จุดเดือดของของเหลวไม่คงที่
- ข. ของเหลวนี้มีจุดเดือดเท่ากับน้ำ
- ค. ของเหลวเดือดได้ที่ระดับความสูงต่างกัน
- ง. เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น จุดเดือดของของเหลวยิ่งต่ำลง

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 46

จากการตรวจวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้ผลดังนี้

โรงงาน	pH	อุณหภูมิ (°C)	BOD (mg /l)
ผลไม้กระป๋อง	4.45	25	1,262
กระดาษ	10.00	26	667
น้ำตาล	7.00	35	76
ขนมปัง	5.00	27	560

46. น้ำทิ้งจากโรงงานใดก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำมากที่สุด

- ก. ขนมปัง
- ข. น้ำตาล
- ค. กระดาษ
- ง. ผลไม้กระป๋อง

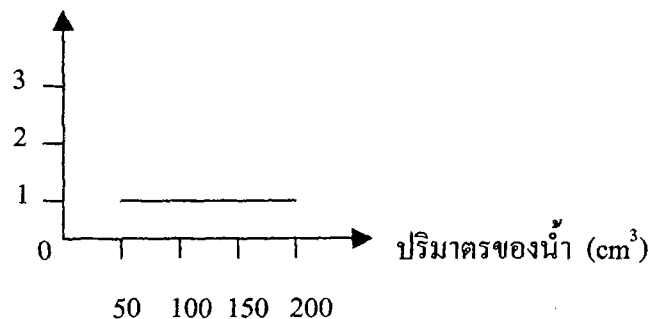
47. จากผลการทดลองข้างล่างนี้ นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร

การทดลอง	ผลการทดลองเมื่อเขย่าสาร
1. เติมน้ำสบู่ในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
2. เติมสารละลายผงซักฟอกในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
3. เติมสารละลายแอมพูในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่

- ก. น้ำมันพืชไม่ละลายน้ำ
- ข. น้ำมันพืช เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วจะได้สารละลายขุ่นขาว
- ค. สบู่ ผงซักฟอกและแอมพู มีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำ
- ง. สบู่ ผงซักฟอกและแอมพู มีสมบัติแยกน้ำมันออกจากน้ำเห็นเป็นชั้นชัดเจน

48. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของน้ำกับปริมาตรของน้ำ

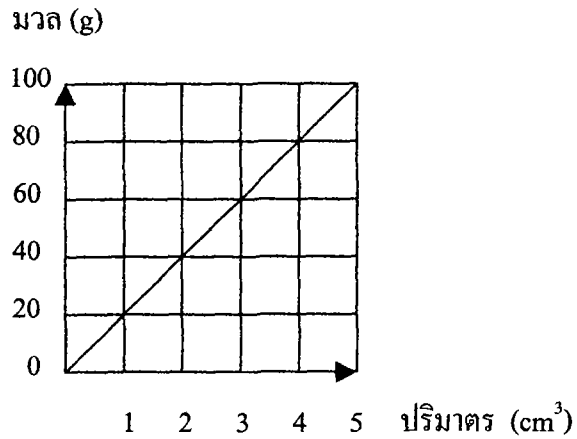
ความหนาแน่น (g / cm^3)



ข้อใดเป็นการลงข้อสรุปที่ดีที่สุด

- ก. มวลเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร
- ข. ความหนาแน่นของน้ำมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับมวล
- ค. ความหนาแน่นของน้ำมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับปริมาตร
- ง. ปริมาตรของน้ำมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่น

49. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตรของวัตถุดังนี้



ถ้าวัตถุมีปริมาตร 4 cm³ จะมีมวลเท่าไร

- ก. 50 g
- ข. 60 g
- ค. 70 g
- ง. 80 g

50. จากข้อมูลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างมวลและปริมาตรของก้อนหิน ดังตารางต่อไปนี้

รายการ	มวล (g)	ปริมาตร(cm³)	มวลต่อปริมาตร (g/cm³)
หินก้อนที่ 1	15	4.0	3.75
หินก้อนที่ 2	20	5.1	3.92
หินก้อนที่ 3	25	6.2	4.03

นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลในตาราง มวล ปริมาตร และมวลต่อปริมาตร

มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

- ก. มวลและปริมาตรลดลง และอัตราส่วนของมวลต่อปริมาตรลดลง
- ข. มวลและปริมาตรลดลง และอัตราส่วนของมวลต่อปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ค. มวลลดลง ปริมาตรเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนของมวลต่อปริมาตรคงที่
- ง. มวลเพิ่มขึ้น ปริมาตรเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนของมวลต่อปริมาตรใกล้เคียงกัน

**แบบสอบถามวัดเจตคติต่อ
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม**

คำชี้แจงการตอบแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามฉบับนี้ ต้องการถามความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม ว่ามีความคิดเห็นหรือความรู้สึกอย่างไรในด้านการเรียนการสอนและด้านการนำความรู้ไปใช้จากการเรียนการสอนในครั้งนี้

2. แบบสอบถามนี้ไม่มีคำตอบใดถูกหรือผิด เนื่องจากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนย่อมแตกต่างกัน และไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน ดังนั้นขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามให้ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนให้มากที่สุด เพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อไป

3. การตอบแบบสอบถามฉบับนี้ให้นักเรียนอ่านข้อความในช่องข้อความอย่างละเอียด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง (5)	เห็น ด้วย (4)	ไม่ แน่ใจ (3)	ไม่ เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง (1)
0				✓		

แบบสอบถามวัดเจตคติต่อ

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

เมื่อนักเรียนเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม จบแล้ว

นักเรียนมีความคิดเห็นต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้อย่างไร

ชื่อ- นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....โรงเรียน.....

โปรดประเมินโดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้ตัวเลข 5 4 3 2 และ 1 ตามที่ท่านต้องการ

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง (1)
1.	ด้านที่ 1 ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้มีความละเอียดรอบคอบในการใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....
2.	เป็นการฝึกทักษะปฏิบัติ ทำให้เกิดความรู้คล่องตัวในการทำงานด้านอื่นๆ	.....	.....	.....	.....	.....
3.	ช่วยสร้างนิสัยรักการค้นคว้า ทดลอง เพื่อแสวงหาข้อเท็จจริงต่างๆ	.....	.....	.....	.....	.....
4.	กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจนค้นพบความรู้ใหม่	.....	.....	.....	.....	.....
5.	การปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองทำให้เข้าใจเนื้อหาดีกว่าการสาธิตของครู	.....	.....	.....	.....	.....
6.	กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดความระมัดระวังในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ มากขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
7.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นน่าสนใจ	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง (1)
8	ด้านที่ 1 (ต่อ) ความรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นแต่ละการทดลองใช้เวลาเหมาะสม	.....	.....	.....	.....	.....
9	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความยากง่าย เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
10.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นช่วยให้กล้าแสดงความคิดเห็น	.....	.....	.....	.....	.....
11.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเอง	.....	.....	.....	.....	.....
12.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน	.....	.....	.....	.....	.....
13.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไม่ทำให้นักเรียนเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์	.....	.....	.....	.....	.....
14.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไม่ซ้ำซากเบื่อหน่าย	.....	.....	.....	.....	.....
15.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไม่ทำให้เกิดความกังวลใจในการทดลอง	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง (1)
	ด้านที่ 2 การแสดงออกต่อกิจกรรม					
	การเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการ					
	วิทยาศาสตร์					
16.	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นเป็นการให้ประสบการณ์ตรง	.....	.....	.....	.....	.....
17.	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน	.....	.....	.....	.....	.....
18.	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่าง ให้เกิดประโยชน์	.....	.....	.....	.....	.....
19.	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์	.....	.....	.....	.....	.....
20.	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
21.	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคน มีเหตุผล	.....	.....	.....	.....	.....
22.	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนมี ความรับผิดชอบ	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่เห็น ด้วย (2)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง (1)
23.	ด้านที่ 2 (ต่อ) การแสดงออกต่อกิจกรรม การเรียนการสอนด้วยบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนา ขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนรับฟังความคิดเห็นของ ผู้อื่น	.....	.....	.....	.....	.....
24.	การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนา ขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนุกสนาน	.....	.....	.....	.....	.....
25.	การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนา ขึ้นทำให้นักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับการ ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมมากขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
26.	การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนา ขึ้นทำให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับ การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมเพิ่มเติม	.....	.....	.....	.....	.....
27.	การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนา ขึ้นทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการตรวจสอบ คุณภาพผลิตภัณฑ์นมมากขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
28.	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเหมาะสม สำหรับใช้ในการเรียนการสอน	.....	.....	.....	.....	.....
29.	นักเรียนอยากให้มีบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นมใน บทเรียนมากขึ้น	.....	.....	.....	.....	.....
30	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการเรียน ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	.....	.....	.....	.....	.....

**แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
(การเขียนรายงาน)**

บทปฏิบัติการที่.....เรื่อง.....

กลุ่มที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....ชั้น.....เลขที่.....

2.....ชั้น.....เลขที่.....

3.....ชั้น.....เลขที่.....

4.....ชั้น.....เลขที่.....

5.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

ลำดับที่	รายการพิจารณา	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1	<u>จุดประสงค์ของการทดลอง</u> ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาและสอดคล้องกับเรื่องที่ทำทดลอง	.....	.....	.....	
2	<u>วัสดุอุปกรณ์</u> เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสมสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	.....	.....	.....	
3	<u>วิธีการทดลอง</u> กำหนดวิธีการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องและถูกต้องทุกขั้นตอน	.....	.....	.....	
4	<u>การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง</u> บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่เข้าใจง่ายและเป็นระเบียบ	.....	.....	.....	
5	<u>สรุปผลการทดลอง</u> บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง สมบูรณ์และชัดเจน	.....	.....	.....	
6	<u>การจัดกระทำข้อมูล</u> จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน สวยงาม และน่าสนใจ	.....	.....	.....	
7	<u>ข้อเสนอแนะ</u> ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลองและสิ่งที่ควรศึกษาต่อไปได้ชัดเจนและเหมาะสม	.....	.....	.....	
8.	<u>การใช้ภาษาในการเขียนรายงาน</u> ใช้ภาษาในการเขียนรายงานได้ถูกต้องตามหลักภาษา				
	รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

()

...../...../.....

รายละเอียดของการให้คะแนนการเขียนรายงาน

1. จุดประสงค์ของการทดลอง

- 3 คะแนน ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาได้สมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้อง
- 2 คะแนน ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยขาดความสมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องเป็นบางส่วน
- 1 คะแนน ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาโดยขาดความสมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องมาก

2. วัสดุอุปกรณ์

- 3 คะแนน เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้สอดคล้องกับวิธีการทดลองทุกข้อ
- 2 คะแนน เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้สอดคล้องกับวิธีการทดลองเป็นส่วนใหญ่
- 1 คะแนน เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่สอดคล้องกับวิธีการทดลอง

3. วิธีการทดลอง

- 3 คะแนน กำหนดวิธีการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์
- 2 คะแนน กำหนดวิธีการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนโดยขาดความถูกต้อง สมบูรณ์ในบางส่วน
- 1 คะแนน กำหนดวิธีการทดลองไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน

4. การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

- 3 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจง่าย เป็นระเบียบ และมีความเหมาะสม
- 2 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจง่าย เป็นระเบียบ และมีความเหมาะสมเล็กน้อย
- 1 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจยาก ขาดความเป็นระเบียบ และไม่มีความเหมาะสม

5. สรุปผลการทดลอง

- 3 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง สมบูรณ์ ชัดเจน
- 2 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้แต่ยังขาดความสมบูรณ์ เล็กน้อย
- 1 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองไม่ถูกต้อง ขาดความสมบูรณ์และไม่ชัดเจน

6. การจัดกระทำข้อมูล

- 3 คะแนน จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เป็นระเบียบและน่าสนใจ
- 2 คะแนน จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยขาดลำดับขั้นตอน เป็นระเบียบและน่าสนใจเล็กน้อย
- 1 คะแนน จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยขาดลำดับขั้นตอนไม่เป็นระเบียบและขาดความน่าสนใจ

7. ข้อเสนอแนะ

- 3 คะแนน ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลอง และสิ่งที่ต้องการให้มีการศึกษาต่อไปได้ชัดเจนและเหมาะสม
- 2 คะแนน ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลอง และสิ่งที่ต้องการให้มีการศึกษาต่อไปได้ชัดเจนและเหมาะสมเล็กน้อย
- 1 คะแนน ระบุสิ่งที่บกพร่องจากการทดลอง และสิ่งที่ต้องการให้มีการศึกษาต่อไปได้ไม่ชัดเจนและไม่เหมาะสม

8. การใช้ภาษาในการเขียนรายงาน

- 3 คะแนน ใช้ภาษาในการเขียนรายงานได้ถูกต้องตามหลักภาษา มีความชัดเจนและสมบูรณ์
- 2 คะแนน ใช้ภาษาในการเขียนรายงานได้ถูกต้องตามหลักภาษา แต่ขาดความชัดเจนและสมบูรณ์
- 1 คะแนน ใช้ภาษาในการเขียนรายงานไม่ถูกต้องตามหลักภาษา และขาดความชัดเจนและสมบูรณ์

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
(การรายงานด้วยวาจา)

บทปฏิบัติการที่.....เรื่อง.....

กลุ่มที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

ชื่อผู้ทำการทดลอง

1.....ชั้น.....เลขที่.....

2.....ชั้น.....เลขที่.....

3.....ชั้น.....เลขที่.....

4.....ชั้น.....เลขที่.....

5.....ชั้น.....เลขที่.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

ลำดับที่	รายการพิจารณา	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1.	<u>การใช้ฉนวนภาษา</u> รายงานด้วยการพูดอย่างเป็น ทางการได้ถูกต้องตามหลักภาษา	.....	.....	.....	
2.	<u>การใช้ฉนวนภาษา</u> รายงานด้วยน้ำเสียงและลีลา ท่าทางประกอบ เหมาะสมกับบรรยากาศตลอด การรายงาน	.....	.....	.....	
3.	<u>การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ</u> รายงานโดยมีการ ใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ ที่เหมาะสมกับ เรื่องที่รายงาน	.....	.....	.....	
4.	<u>การจัดระบบการรายงาน</u> มีการจัดลำดับขั้นตอน แต่ละหัวข้อชัดเจนจากง่ายไปยาก เหมาะสมกับ เนื้อหาที่น่าสนใจ	.....	.....	.....	
5.	<u>การสื่อความหมายข้อมูล</u> บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนต่อเนื่องทุกตอน ทำให้เข้าใจง่าย	.....	.....	.....	
6.	<u>การรายงานตามเวลาที่กำหนด</u> รายงานเหมาะสม กับเวลาที่กำหนดและได้ใจความสำคัญครบถ้วน	.....	.....	.....	
	รวม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

()

...../...../.....

รายละเอียดของการให้คะแนนการรายงานด้วยวาจา

1. การใช้ฉันทนา

- 3 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการพูดยานฟังแล้วเข้าใจง่าย ถูกต้องตามหลักภาษา
- 2 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการพูดยานฟังแล้วเข้าใจง่าย แต่มีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา
- 1 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการรายงานฟังแล้วเข้าใจยาก และส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา

2. การใช้ฉันทนา

- 3 คะแนน ใช้ภาษาและลีลาทำทางประกอบเหมาะสมกับบรรยากาศตลอดการรายงาน
- 2 คะแนน ใช้ภาษาและลีลาทำทางประกอบเหมาะสมกับบรรยากาศเป็นส่วนใหญ่
- 1 คะแนน ใช้ภาษาและลีลาทำทางประกอบไม่เหมาะสมกับบรรยากาศ

3. การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ

- 3 คะแนน การรายงานมีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และมีความเหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน
- 2 คะแนน การรายงานมีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ แต่ไม่เหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน
- 1 คะแนน การรายงานไม่มีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และไม่เหมาะสมกับเรื่องที่รายงาน

4. การจัดระบบการรายงาน

- 3 คะแนน การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจน มีความต่อเนื่อง
- 2 คะแนน การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อ แต่ขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องเป็นบางส่วน
- 1 คะแนน การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อ โดยขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องเป็นส่วนใหญ่

5. การสื่อความหมายข้อมูล

- 3 คะแนน บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนต่อเนื่องทุกตอน ทำให้ผู้ฟังเข้าใจง่าย
- 2 คะแนน บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนทำให้ผู้ฟังเข้าใจง่าย แต่ยังมีบางขั้นตอนที่ขาดความต่อเนื่อง
- 1 คะแนน บรรยายข้อมูลไม่ชัดเจน สับสน ทำให้ผู้ฟังเข้าใจยาก

6. การรายงานตามเวลาที่กำหนด

- 3 คะแนน การรายงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด และได้ใจความสำคัญครบถ้วน
- 2 คะแนน การรายงานไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด แต่ได้ใจความสำคัญครบถ้วน
- 1 คะแนน การรายงานไม่เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด และได้ใจความสำคัญไม่ครบถ้วน

ภาคผนวก ง

- ผลการหาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบ
คุณภาพผลิตภัณฑ์นม
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 19 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง
การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
	1	2	3	4	5	รวม	เฉลี่ย	ผล
1. ในความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	3	4	3	3	4	17	3.40	ปานกลาง
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	3	3	1	4	5	16	3.20	ปานกลาง
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	4	4	3	3	4	18	3.60	ดี
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	4	3	4	4	19	3.80	ดี
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	4	4	4	4	4	20	4.00	ดี
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหามีความชัดเจน	4	3	4	3	5	19	3.80	ดี
1.7 การใช้ภาษา								
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	3	4	4	4	19	3.80	ดี
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	3	3	4	4	18	3.60	ดี
3) ชวนอ่าน	4	3	3	3	4	17	3.40	ปานกลาง

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
	1	2	3	4	5	รวม		ผล
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
2.1 หลักการ								
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	1	4	5	18	3.60	ดี
3) มีความชัดเจน	3	4	3	3	5	18	3.60	ดี
2.2 จุดประสงค์								
1) มีความชัดเจน	3	4	3	4	5	19	3.80	ดี
2) ประเมินผลได้	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี								
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	4	5	21	4.20	ดี
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	3	4	2	3	5	17	3.40	ปานกลาง
2.4 วิธีการทดลอง								
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	3	4	3	4	5	19	3.80	ดี
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	3	4	1	4	5	17	3.40	ปานกลาง
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	3	4	3	3	5	18	3.60	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	3	3	4	3	5	18	3.60	ดี

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)								
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	4	3	3	3	5	18	3.60	ดี
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	4	3	3	4	4	18	3.60	ดี
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	4	4	4	4	4	20	4.00	ดี
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	4	4	4	4	5	21	4.20	ดี
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง								
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
3.2 คำถามท้ายการทดลอง								
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	3	4	3	4	5	19	3.80	ดี
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	3	4	4	4	4	19	3.80	ดี
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	3	4	4	3	4	18	3.60	ดี
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	3	4	3	3	5	18	3.60	ดี
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	3	3	2	3	4	15	3.00	ปานกลาง
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	3	3	2	3	4	15	3.00	ปานกลาง
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3	3	4	3	5	18	3.60	ดี

ตาราง 20 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง
การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
	1	2	3	4	5	รวม		
1. ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	1	3	4	16	3.20	ปานกลาง
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	2	3	4	3	5	17	3.40	ปานกลาง
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
1.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	4	3	3	4	18	3.60	ดี
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	4	4	3	3	4	18	3.60	ดี
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	3	3	3	3	4	16	3.20	ปานกลาง
1.7 การใช้ภาษา								
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	3	3	3	4	17	3.40	ปานกลาง
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	3	3	3	4	17	3.40	ปานกลาง
3) ชวนอ่าน	4	3	3	3	4	17	3.40	ปานกลาง

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
	1	2	3	4	5	รวม		
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
2.1 หลักการ								
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4	4	2	4	5	19	3.80	ดี
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	3	4	5	20	4.00	ดี
3) มีความชัดเจน	3	3	2	3	5	16	3.20	ปานกลาง
2.2 จุดประสงค์								
1) มีความชัดเจน	3	4	2	4	5	18	3.60	ดี
2) ประเมินผลได้	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี								
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	3	4	19	3.80	ดี
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
2.4 วิธีการทดลอง								
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	3	4	3	3	5	18	3.60	ดี
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	4	4	2	3	5	18	3.60	ดี
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	4	3	4	3	5	19	3.80	ดี
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	4	3	3	3	5	18	3.60	ดี

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)								
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	4	3	3	3	4	17	3.40	ปานกลาง
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	4	3	4	3	5	19	3.80	ดี
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง								
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	3	4	2	3	5	17	3.40	ปานกลาง
3.2 คำถามท้ายการทดลอง								
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4	3	3	3	5	18	3.60	ดี
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	4	3	3	3	5	18	3.60	ดี
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4	3	4	3	5	19	3.80	ดี

ตาราง 21 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง
การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีรีซารูริน

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
1. ในความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	3	4	3	3	4	17	3.40	ปานกลาง
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	4	4	4	3	4	19	3.80	ดี
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	4	3	2	4	17	3.40	ปานกลาง
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	3	3	3	2	5	16	3.20	ปานกลาง
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	3	2	3	2	4	14	2.80	ปานกลาง
1.7 การใช้ภาษา								
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	3	3	4	18	3.60	ดี
3) ชวนอ่าน	3	3	3	3	4	16	3.20	ปานกลาง

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
2.1 หลักการ								
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4	4	3	4	5	20	4.00	ดี
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	ดี
3) มีความชัดเจน	3	4	3	3	5	18	3.60	ดี
2.2 จุดประสงค์								
1) มีความชัดเจน	3	3	3	4	5	18	3.60	ดี
2) ประเมินผลได้	3	3	4	4	5	19	3.80	ดี
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี								
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	3	4	19	3.80	ดี
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	4	4	4	3	4	19	3.80	ดี
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	4	4	4	3	4	19	3.80	ดี
2.4 วิธีการทดลอง								
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	4	4	4	4	5	21	4.20	ดี
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	4	3	4	3	4	18	3.60	ดี

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)								
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	4	3	4	3	4	18	3.60	ดี
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	4	3	3	3	4	17	3.40	ปานกลาง
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	4	3	4	3	4	18	3.60	ดี
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	4	4	4	3	4	19	3.80	ดี
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง								
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	3	3	2	3	5	16	3.20	ปานกลาง
3.2 คำถามท้ายการทดลอง								
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4	4	5	21	4.20	ดี
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	4	4	4	3	5	20	4.00	ดี
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4	3	3	3	5	18	3.60	ดี
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	3	3	3	3	5	17	3.40	ปานกลาง
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4	3	4	3	5	19	3.80	ดี

ตาราง 22 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง
การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		ผล
1. ในความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	3	4	4	3	4	18	3.60	ดี
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	3	4	4	3	4	18	3.60	ดี
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	3	4	4	3	4	18	3.60	ดี
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	3	4	4	4	4	19	3.80	ดี
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	4	4	3	3	4	18	3.60	ดี
1.7 การใช้ภาษา								
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	3	4	5	20	4.00	ดี
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	3	4	4	5	20	4.00	ดี
3) ชวนอ่าน	3	3	3	3	4	16	3.20	ปานกลาง

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
2.1 หลักการ								
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3	4	2	4	4	17	3.40	ปานกลาง
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	1	3	3	4	4	15	3.00	ปานกลาง
3) มีความชัดเจน	3	4	2	3	4	16	3.20	ปานกลาง
2.2 จุดประสงค์								
1) มีความชัดเจน	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
2) ประเมินผลได้	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี								
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	1	4	4	4	5	18	3.60	ดี
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	1	4	4	3	5	17	3.40	ปานกลาง
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
2.4 วิธีการทดลอง								
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	3	4	1	4	5	17	3.40	ปานกลาง
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	3	4	3	3	5	18	3.60	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	3	3	3	3	5	17	3.40	ปานกลาง

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)								
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	3	3	3	3	5	17	3.40	ปานกลาง
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	3	3	4	3	5	18	3.60	ดี
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	3	3	4	3	5	18	3.60	ดี
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	3	3	4	3	5	18	3.60	ดี
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง								
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	3	4	2	3	5	17	3.40	ปานกลาง
3.2 คำถามท้ายการทดลอง								
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	3	4	3	3	5	18	3.60	ดี
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	3	4	3	3	5	18	3.60	ดี
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี

ตาราง 23 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง
การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
	1	2	3	4	5	รวม		
1. ในความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	3	4	2	3	5	17	3.40	ปานกลาง
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	3	4	4	3	4	18	3.60	ดี
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	3	4	4	3	4	18	3.60	ดี
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	3	3	4	2	5	17	3.40	ปานกลาง
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	3	3	4	2	5	17	3.40	ปานกลาง
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	3	3	3	3	5	17	3.40	ปานกลาง
1.7 การใช้ภาษา								
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	4	4	5	21	4.20	ดี
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4	4	4	4	5	21	4.20	ดี
3) ชวนอ่าน	4	4	3	3	5	19	3.80	ดี

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์								
2.1 หลักการ								
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	3	3	4	4	5	19	3.80	ดี
3) มีความชัดเจน	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
2.2 จุดประสงค์								
1) มีความชัดเจน	3	4	3	4	5	19	3.80	ดี
2) ประเมินผลได้	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี								
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	3	3	4	4	5	19	3.80	ดี
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	3	4	3	3	5	18	3.60	ดี
2.4 วิธีการทดลอง								
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	3	4	2	3	5	17	3.40	ปานกลาง
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	3	4	3	3	4	17	3.40	ปานกลาง

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	รวม		
	1	2	3	4	5	รวม	เฉลี่ย	ผล
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)								
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	4	3	4	3	4	18	3.60	ดี
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	3	3	4	3	4	17	3.40	ปานกลาง
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	3	3	4	3	5	18	3.60	ดี
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	3	4	4	3	5	19	3.80	ดี
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง								
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	3	4	2	3	4	16	3.20	ปานกลาง
3.2 คำถามท้ายการทดลอง								
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	3	4	4	4	5	20	4.00	ดี
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	3	4	2	3	5	17	3.40	ปานกลาง
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	3	3	4	3	4	17	3.40	ปานกลาง
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	3	3	4	3	4	17	3.40	ปานกลาง
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	3	3	3	3	4	16	3.20	ปานกลาง
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	3	4	4	3	4	18	3.60	ดี
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	3	4	4	3	4	18	3.60	ดี

หมายเหตุ : การแปลผล พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.21 - 5.00	หมายถึง	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.41 - 4.20	หมายถึง	ดี
คะแนนเฉลี่ย	2.61 - 3.40	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 - 2.60	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 - 1.80	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

ตาราง 24 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ	แบบ ทดสอบ ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ทักษะการสังเกต	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	4	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	5	+1	0	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
	6	+1	0	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
	7	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	8	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	9	0	-1	0	+1	+1	1	0.20*	ปรับปรุง
	10	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2. ทักษะการวัด	11	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	16	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	17	+1	0	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
	18	0	+1	+1	+1	-1	2	0.40*	ปรับปรุง
	19	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
	20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 (ต่อ)

ทักษะ	แบบทดสอบ ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
3. ทักษะการจำแนก ประเภท	21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	22	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
	23	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	24	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4. ทักษะการจัด กระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล	31	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
	32	+1	+1	0	-1	+1	2	0.40*	ปรับปรุง
	33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	37	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
	38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5. ทักษะการตั้ง สมมติฐาน	41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	44	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	45	-1	+1	+1	0	+1	2	0.40*	ใช้ได้
	46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 (ต่อ)

ทักษะ	แบบทดสอบ ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5. ทักษะการตั้ง สมมติฐาน(ต่อ)	48	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	50	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
6. ทักษะการกำหนด และควบคุม ตัวแปร	51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	52	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	53	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	54	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	55	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	56	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	57	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	58	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	59	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
	60	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7. ทักษะการทดลอง	61	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	62	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	63	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	64	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	65	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	66	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	67	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	68	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.60	ใช้ได้
	69	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	70	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 (ต่อ)

ทักษะ	แบบทดสอบ ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
8.ทักษะการตีความหมาย	71	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อมูลและการลงข้อสรุป	72	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	73	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	74	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	75	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	76	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	77	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	78	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	79	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
	80	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ : +1 หมายถึง ข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความสอดคล้องกัน

-1 หมายถึง ข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดไม่มีความสอดคล้องกัน

ตาราง 25 แสดงการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่ปรับปรุงแก้ไข	รายการที่ปรับปรุงแก้ไข
ข้อ 9	ปรับปรุงตัวเลือกให้เหมาะสม
ข้อ 18	ปรับปรุงข้อคำถามให้เหมาะสม
ข้อ 32	ปรับปรุงตัวเลือกให้เหมาะสม
ข้อ 45	ปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือกให้เหมาะสม

ตาราง 26 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
ของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

แบบสอบถาม ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	0	0	+1	3	0.60	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.60	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
13	+1	0	+1	-1	+1	2	0.40*	ปรับปรุง
14	+1	0	+1	-1	+1	2	0.40*	ปรับปรุง
15	+1	0	+1	-1	+1	2	0.40*	ปรับปรุง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

แบบสอบถาม ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ : +1 หมายถึง ข้อความที่ประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความที่ประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
มีความสอดคล้องกัน

-1 หมายถึง ข้อความที่ประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดไม่มีความสอดคล้องกัน

ตาราง 27 แสดงการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามวัดเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่ปรับปรุงแก้ไข	รายการที่ปรับปรุงแก้ไข
ข้อ 13 –15	ปรับปรุงข้อความที่ประเมินเป็นเชิงบวก

ตาราง 28 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการประเมิน
ของแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

รายการที่ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. การเขียนรายงาน								
1.1 จุดประสงค์ของการทดลอง ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาและสอดคล้องกับเรื่องที่ทำ								
การทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.2 วัสดุอุปกรณ์								
เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสม สอดคล้องกับวิธีการทดลอง	0	+1	+1	0	+1	3	0.60	ใช้ได้
1.3 วิธีการทดลอง								
กำหนดวิธีการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่องและถูกต้องทุกขั้นตอน	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
1.4 การบันทึกข้อมูลจาก								
การทดลอง บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่เข้าใจง่ายและเป็นระเบียบ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 28 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.5 <u>สรุปผลการทดลอง</u> บรรยายและสรุป ความหมายของข้อมูล จากผลการทดลองได้ ถูกต้อง สมบูรณ์และ ชัดเจน	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
1.6 <u>การจัดกระทำข้อมูล</u> จัดกระทำข้อมูลที่ได้ จากการศึกษาอย่างเป็น ลำดับขั้นตอน สวยงาม และน่าสนใจ	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.60	ใช้ได้
1.7 <u>ข้อเสนอแนะ</u> ระบุสิ่งที่ บกพร่องจากการ ทดลองและสิ่งที่ควร ศึกษาต่อไปได้ชัดเจน และเหมาะสม	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 28 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
2. การรายงานด้วยวาจา								
2.1 <u>การจัดระบบการรายงาน</u> มีการจัดลำดับขั้นตอน แต่ละหัวข้อชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.2 <u>การใช้ภาษา</u> รายงานด้วยภาษาที่ฟัง เข้าใจง่าย ถูกต้องตาม หลักภาษา	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
2.3 <u>การใช้สื่อของเสียง</u> รายงานด้วยน้ำเสียง ที่ดังชัดเจน เหมาะสม กับเรื่องราวที่พูด	0	+1	-1	+1	+1	2	0.40 *	ปรับปรุง
2.4 <u>การใช้สื่อท่าทาง</u> ประกอบ รายงานโดย มีการใช้สายตา สีสหน้า เหมาะสมกับบรรยากาศ ตลอดการรายงาน	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
2.5 <u>การใช้อุปกรณ์หรือ</u> <u>สื่อประกอบ</u> รายงาน โดยมีการใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบที่ เหมาะสมกับเรื่องที่ รายงาน	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 28 (ต่อ)

รายการที่ประเมิน	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม คะแนน	IOC	การ แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
2.6 การสื่อความหมายข้อมูล บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนต่อเนื่องทุกตอน ทำให้เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.7 การรายงานตามเวลาที่ กำหนด รายงานเหมาะสม กับเวลาที่กำหนดและได้ ใจความสำคัญครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ : +1 หมายถึง ข้อความที่ประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความสอดคล้องกัน
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความที่ประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดมีความ
 สอดคล้องกัน
 -1 หมายถึง ข้อความที่ประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดไม่มีความสอดคล้องกัน

ตาราง 29 แสดงการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทาง
 วิทยาศาสตร์ข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่ปรับปรุงแก้ไข	รายการที่ปรับปรุงแก้ไข
ข้อ 2.3 การใช้ลีลาของเสียง	ปรับเปลี่ยนข้อความให้เหมาะสม

ภาคผนวก ข

- ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของ
แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 30 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกใน กลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกใน กลุ่มต่ำ	p	r	ข้อที่เลือก
1	27	25	.36	.07	-
2	27	27	1.00	.00	-
3*	27	20	.37	.26	✓
4	9	11	.37	-.07	-
5*	24	18	.78	.22	✓
6	22	20	.78	.07	-
7	13	13	.48	.00	-
8*	19	6	.46	.48	✓
9*	10	4	.26	.22	✓
10*	27	20	.37	.26	✓
11*	11	5	.30	.22	✓
12*	25	17	.78	.30	✓
13*	17	10	.50	.26	✓
14	3	2	.09	.04	-
15	0	0	.00	.00	-
16*	23	17	.74	.22	✓
17*	17	6	.43	.41	✓
18*	27	16	.80	.41	✓
19	26	26	.36	.00	-
20	5	5	.19	.00	-
21	26	25	.34	.04	-
22	21	20	.76	.04	-
23	1	1	.04	.00	-
24*	15	7	.41	.30	✓
25*	20	14	.63	.22	✓
26	27	24	.34	.11	-

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกใน กลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกใน กลุ่มต่ำ	p	r	ข้อที่เลือก
27*	26	17	.80	.33	✓
28	2	2	.07	.00	-
29*	20	12	.59	.30	✓
30*	14	7	.39	.26	✓
31	22	20	.78	.07	-
32	5	4	.17	.04	-
33*	15	9	.44	.22	✓
34*	10	4	.26	.22	✓
35*	27	21	.39	.22	✓
36	12	11	.43	.04	-
37*	24	18	.78	.22	✓
38	11	10	.39	.04	-
39*	22	12	.53	.37	✓
40	26	26	.36	.00	-
41*	14	8	.41	.22	✓
42	26	24	.33	.07	-
43*	23	15	.70	.30	✓
44*	22	13	.55	.33	✓
45*	27	18	.33	.33	✓
46*	18	5	.43	.48	✓
47	7	14	.39	-.26	-
48*	26	20	.35	.22	✓
49	23	20	.80	.11	-
50*	16	10	.48	.22	✓
51*	27	17	.31	.37	✓
52*	23	16	.72	.26	✓

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกใน กลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกใน กลุ่มต่ำ	p	r	ข้อที่เลือก
53*	26	15	.76	.41	✓
54*	27	16	.80	.41	✓
55*	26	20	.35	.22	✓
56*	27	13	.74	.52	✓
57*	27	15	.78	.44	✓
58*	27	20	.37	.26	✓
59*	19	12	.57	.26	✓
60*	27	16	.80	.41	✓
61*	26	20	.35	.22	✓
62*	27	18	.33	.33	✓
63	2	5	.13	-.11	-
64*	27	18	.33	.33	✓
65*	26	17	.80	.33	✓
66*	27	11	.70	.59	✓
67*	26	17	.80	.33	✓
68	16	14	.56	.07	-
69	0	1	.02	-.04	-
70*	26	20	.35	.22	✓
71*	26	20	.35	.22	✓
72	3	2	.09	.04	-
73	27	21	.91	.19	-
74*	25	14	.72	.41	✓
75*	23	16	.72	.26	✓

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนผู้ที่ตอบถูกใน กลุ่มสูง	จำนวนผู้ที่ตอบถูกใน กลุ่มต่ำ	p	r	ข้อที่เลือก
76*	23	17	.74	.22	✓
77*	25	15	.74	.37	✓
78*	22	13	.55	.33	✓
79*	27	18	.33	.33	✓
80*	17	5	.41	.44	✓

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือก ($p = 0.2-0.8$, $r = 0.2$ ขึ้นไป) จำนวน 53 ข้อจากจำนวน 80 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ .81

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าความแปรปรวนรวม (S^2)} &= \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{100 (265,538) - (5,100)^2}{100 (100-1)} \\
 &= \frac{26,553,800 - 26,010,000}{100 (99)} \\
 &= \frac{543,800}{9,900} \\
 &= 54.93
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าความเชื่อมั่น (r_u)} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2_t} \right] \\
 &= \frac{53}{53-1} \left[1 - \frac{11.56}{54.93} \right] \\
 &= \frac{53}{52} (1 - 0.21) \\
 &= 0.81
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ช

- ผลการประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 9 คน
- คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน
และหลังเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- คะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- คะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 31 แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในผลิตภัณฑ์นม

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
1. ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.67	4.33	5.00	14.00	4.67	ดีมาก
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	4.00	4.00	4.33	12.33	4.11	ดี
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	4.33	4.33	4.00	12.66	4.22	ดีมาก
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.33	3.67	3.67	11.67	3.89	ดี
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	4.33	3.33	4.00	11.66	3.89	ดี
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	4.00	4.00	4.33	12.33	4.11	ดี
1.7 การใช้ภาษา						
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5.00	4.33	5.00	14.33	4.78	ดีมาก
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	3.67	4.00	4.67	12.34	4.11	ดี
3) ชวนอ่าน	4.00	3.67	3.33	11.00	3.67	ดี
รวม	38.33	35.66	38.33	112.32	4.16	ดี

หมายเหตุ : การแปลผล พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ตาราง 31 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1 หลักการ						
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.67	5.00	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	5.00	4.33	13.66	4.55	ดีมาก
3) มีความชัดเจน	4.33	4.67	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
2.2 จุดประสงค์						
1) มีความชัดเจน	4.00	4.33	4.67	13.00	4.33	ดีมาก
2) ประเมินผลได้	4.33	4.33	4.67	13.33	4.44	ดีมาก
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี						
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5.00	4.33	5.00	14.33	4.78	ดีมาก
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	5.00	4.67	5.00	14.67	4.89	ดีมาก
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	4.33	4.67	5.00	14.00	4.67	ดีมาก
2.4 วิธีการทดลอง						
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4.00	4.67	4.67	13.34	4.45	ดีมาก
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	4.67	4.67	4.00	13.34	4.45	ดีมาก
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.67	4.00	2.33	11.00	3.67	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	4.67	4.33	4.00	13.00	4.33	ดีมาก
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	4.67	4.33	4.67	13.67	4.56	ดีมาก

ตาราง 31 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)						
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	4.67	4.67	5.00	14.34	4.78	ดีมาก
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	4.67	5.00	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	4.33	4.67	5.00	14.00	4.67	ดีมาก
รวม	72.34	73.34	72.35	218.03	4.54	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	4.33	4.67	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
3.2 คำถามท้ายการทดลอง						
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.00	5.00	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	4.67	5.00	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	4.67	4.67	4.00	13.34	4.45	ดีมาก
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	4.33	4.67	4.33	13.33	4.44	ดีมาก
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4.67	5.00	4.33	14.00	4.67	ดีมาก
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	4.00	5.00	4.33	13.33	4.44	ดีมาก
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.33	4.67	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
รวม	35.00	38.68	35.67	109.35	4.56	ดีมาก

ตาราง 32 แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง
การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นมโดยใช้สารละลายสีเมธิลีนบลู

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
1. ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	4.67	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	4.67	4.33	4.33	13.33	4.44	ดีมาก
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	4.67	4.33	4.33	13.33	4.44	ดีมาก
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.33	4.00	3.67	12.00	4.00	ดี
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	5.00	4.33	4.33	13.66	4.55	ดีมาก
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	4.00	4.33	4.67	13.00	4.33	ดีมาก
1.7 การใช้ภาษา						
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	4.67	4.00	13.00	4.33	ดีมาก
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.33	4.33	4.67	13.33	4.44	ดีมาก
3) ชวนอ่าน	4.67	3.33	3.67	11.67	3.89	ดี
รวม	41.00	38.32	38.34	117.66	4.36	ดีมาก

หมายเหตุ : การแปลผล พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ตาราง 32 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1 หลักการ						
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	5.00	5.00	4.67	14.67	4.89	ดีมาก
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	4.67	4.00	13.00	4.33	ดีมาก
3) มีความชัดเจน	4.67	4.33	4.00	13.00	4.33	ดีมาก
2.2 จุดประสงค์						
1) มีความชัดเจน	4.67	4.67	4.67	14.01	4.67	ดีมาก
2) ประเมินผลได้	5.00	4.67	4.33	14.00	4.67	ดีมาก
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี						
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.67	4.67	4.33	13.67	4.56	ดีมาก
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	4.67	4.67	4.00	13.34	4.45	ดีมาก
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	5.00	4.67	4.00	13.67	4.56	ดีมาก
2.4 วิธีการทดลอง						
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	5.00	4.67	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	4.67	4.67	4.00	13.34	4.45	ดีมาก
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.33	4.00	2.67	11.00	3.67	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	4.33	4.33	3.67	12.33	4.11	ดี
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	4.33	4.33	4.67	13.33	4.44	ดีมาก

ตาราง 32 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)						
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	4.67	4.33	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	5.00	4.67	5.00	14.67	4.89	ดีมาก
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67	ดีมาก
รวม	74.34	73.35	68.35	216.04	4.50	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	4.33	4.33	4.67	13.33	4.44	ดีมาก
3.2 คำถามท้ายการทดลอง						
1)คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	4.67	5.00	14.67	4.89	ดีมาก
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	4.33	4.67	4.33	13.33	4.44	ดีมาก
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	4.67	4.33	4.00	13.00	4.33	ดีมาก
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	4.33	4.33	4.33	12.99	4.33	ดีมาก
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4.33	4.00	4.67	13.00	4.33	ดีมาก
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	4.33	4.33	4.33	12.99	4.33	ดีมาก
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.33	4.67	5.00	14.00	4.67	ดีมาก
รวม	35.65	35.33	36.33	107.31	4.47	ดีมาก

ตาราง 33 แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์นม โดยใช้สารละลายสีรีซอร์ซิน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.33	4.67	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	4.33	4.67	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	4.67	4.67	4.33	13.67	4.56	ดีมาก
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.33	4.67	3.33	12.33	4.11	ดี
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	4.00	4.00	4.00	12.00	4.00	ดี
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	5.00	4.00	4.00	13.00	4.33	ดีมาก
1.7 การใช้ภาษา						
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	4.33	4.00	12.66	4.22	ดีมาก
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.67	4.33	4.00	13.00	4.33	ดีมาก
3) ชวนอ่าน	4.33	3.33	3.33	10.99	3.66	ดี
รวม	39.99	38.67	36.33	114.99	4.26	ดีมาก

หมายเหตุ : การแปลผล พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ตาราง 33 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1 หลักการ						
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.33	4.33	4.67	13.33	4.44	ดีมาก
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	4.33	4.33	12.99	4.33	ดีมาก
3) มีความชัดเจน	4.33	4.33	4.33	12.99	4.33	ดีมาก
2.2 จุดประสงค์						
1) มีความชัดเจน	4.33	4.67	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
2) ประเมินผลได้	4.67	4.67	4.33	13.67	4.56	ดีมาก
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี						
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.67	4.33	4.33	13.33	4.44	ดีมาก
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	5.00	4.33	4.67	14.00	4.67	ดีมาก
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	4.33	4.33	4.67	13.33	4.44	ดีมาก
2.4 วิธีการทดลอง						
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4.33	4.67	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	4.67	4.67	4.33	13.67	4.56	ดีมาก
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.00	4.00	2.67	10.67	3.56	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	4.00	4.67	4.00	12.67	4.22	ดีมาก
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	4.33	4.00	4.67	13.00	4.33	ดีมาก

ตาราง 33 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)						
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	4.67	4.33	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	4.33	4.67	5.00	14.00	4.67	ดีมาก
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	4.67	5.00	5.00	14.67	4.89	ดีมาก
รวม	70.99	71.33	71.01	226.66	4.45	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	4.00	4.33	4.67	13.00	4.33	ดีมาก
3.2 คำถามท้ายการทดลอง						
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.67	4.67	4.67	14.01	4.67	ดีมาก
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	4.67	4.67	4.67	14.01	4.67	ดีมาก
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	4.67	4.33	4.00	13.00	4.33	ดีมาก
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	4.33	4.33	3.67	12.33	4.11	ดี
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4.67	4.67	4.67	14.01	4.67	ดีมาก
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	5.00	4.33	4.33	13.66	4.55	ดีมาก
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	5.00	4.67	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
รวม	37.01	36.00	35.35	108.36	4.51	ดีมาก

ตาราง 34 แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง
การตรวจสอบโปรตีนในผลิตภัณฑ์นม

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
1. ในความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.67	4.33	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	4.67	4.33	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	4.33	4.33	4.33	12.99	4.33	ดีมาก
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.00	3.67	3.33	11.00	3.67	ดี
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	4.00	4.33	4.00	12.33	4.11	ดี
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	4.33	4.33	4.67	13.33	4.44	ดีมาก
1.7 การใช้ภาษา						
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.00	4.00	4.33	12.33	4.11	ดี
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	3.33	4.67	13.00	4.33	ดีมาก
3) ชวนอ่าน	4.33	3.33	3.33	10.99	3.66	ดี
รวม	39.33	35.98	38.00	113.31	4.20	ดี

หมายเหตุ : การแปลผล พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ตาราง 34 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1 หลักการ						
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.67	4.33	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	4.00	4.33	12.66	4.22	ดีมาก
3) มีความชัดเจน	4.00	4.00	4.33	12.33	4.11	ดี
2.2 จุดประสงค์						
1) มีความชัดเจน	4.67	4.00	4.67	13.34	4.45	ดีมาก
2) ประเมินผลได้	4.67	4.33	4.33	13.33	4.44	ดีมาก
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี						
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.67	4.00	4.33	13.00	4.33	ดีมาก
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	4.67	4.00	5.00	13.67	4.56	ดีมาก
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	4.33	4.33	5.00	13.66	4.55	ดีมาก
2.4 วิธีการทดลอง						
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4.00	3.67	4.33	12.00	4.00	ดี
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	4.33	4.00	4.33	12.66	4.22	ดีมาก
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.67	4.33	2.67	11.67	3.89	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	4.67	4.67	4.33	13.67	4.56	ดีมาก
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	4.33	4.00	4.67	13.00	4.33	ดีมาก

ตาราง 34 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)						
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	4.00	4.67	5.00	13.67	4.56	ดีมาก
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	4.67	4.67	5.00	14.34	4.78	ดีมาก
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	5.00	4.67	5.00	14.67	4.89	ดีมาก
รวม	71.68	67.67	71.99	211.34	4.40	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	4.67	3.67	4.67	13.01	4.34	ดีมาก
3.2 คำถามท้ายการทดลอง						
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.33	5.00	4.67	14.00	4.67	ดีมาก
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	4.00	5.00	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	4.67	4.67	3.67	13.01	4.34	ดีมาก
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	5.00	5.00	3.67	13.67	4.56	ดีมาก
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4.67	5.00	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	4.00	4.67	4.33	13.00	4.33	ดีมาก
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.33	5.00	5.00	14.33	4.78	ดีมาก
รวม	35.67	38.01	35.35	109.03	4.55	ดีมาก

ตาราง 35 แสดงความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่ม 9 คน) เกี่ยวกับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง
การตรวจสอบน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นม

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
1. ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.67	5.00	5.00	14.67	4.89	ดีมาก
1.2 เนื้อหามีความถูกต้องและครบถ้วน	4.67	5.00	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
1.3 เนื้อหามีความต่อเนื่องกัน	5.00	4.67	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
1.4 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.33	3.67	3.00	11.00	3.67	ดี
1.5 ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม	4.33	4.33	4.33	12.99	4.33	ดีมาก
1.6 ตัวอย่างประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	4.33	4.33	4.00	12.66	4.22	ดีมาก
1.7 การใช้ภาษา						
1) มีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.67	4.00	3.67	12.34	4.11	ดี
2) ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.67	4.33	3.67	12.67	4.22	ดีมาก
3) ชวนอ่าน	5.00	3.67	3.00	11.67	3.89	ดี
รวม	41.67	39.00	36.01	116.68	4.32	ดีมาก

หมายเหตุ : การแปลผล พิจารณาโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ตาราง 35 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3			
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1 หลักการ						
1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.33	4.67	5.00	14.00	4.67	ดีมาก
2) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.67	4.67	4.00	13.34	4.45	ดีมาก
3) มีความชัดเจน	4.33	4.00	4.00	12.33	4.11	ดี
2.2 จุดประสงค์						
1) มีความชัดเจน	4.67	4.67	4.33	13.67	4.56	ดีมาก
2) ประเมินผลได้	4.33	4.67	4.33	13.33	4.44	ดีมาก
2.3 อุปกรณ์และสารเคมี						
1) เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	4.67	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำทดลอง	5.00	4.67	5.00	14.67	4.89	ดีมาก
3) ครอบคลุมกับการทดลอง	4.00	4.33	5.00	13.33	4.44	ดีมาก
2.4 วิธีการทดลอง						
1) ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4.67	4.00	4.33	13.00	4.33	ดีมาก
2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม	4.33	4.67	4.33	13.33	4.44	ดีมาก
3) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.67	4.00	2.33	11.00	3.67	ดี
4) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด	4.00	4.33	4.33	12.66	4.22	ดีมาก
5) มีความยากง่ายเหมาะสม	4.33	4.33	4.33	12.99	4.33	ดีมาก

ตาราง 35 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของนักเรียน			คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	รวม		
2.4 วิธีการทดลอง(ต่อ)						
6) ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น	4.67	4.33	4.67	13.67	4.56	ดีมาก
7) ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการทดลอง	4.67	4.67	4.67	14.01	4.67	ดีมาก
8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง	4.67	5.00	5.00	14.67	4.89	ดีมาก
รวม	71.67	71.68	70.32	213.67	4.45	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง						
3.1 เอกสารรายงานผลการทดลองเหมาะสม	4.33	4.33	4.00	12.66	4.22	ดีมาก
3.2 คำถามท้ายการทดลอง						
1) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์	4.67	4.67	4.33	13.67	4.56	ดีมาก
2) คำถามสอดคล้องกับวิธีการทดลอง	4.33	4.67	4.00	13.00	4.33	ดีมาก
3) จำนวนข้อในคำถามเหมาะสม	5.00	4.33	4.33	13.66	4.55	ดีมาก
4) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม	4.67	4.00	4.00	12.67	4.22	ดีมาก
5) คำถามส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4.67	4.67	4.67	14.01	4.67	ดีมาก
6) คำถามส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	4.67	5.00	4.33	14.00	4.67	ดีมาก
7) คำถามส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.67	5.00	4.67	14.34	4.78	ดีมาก
รวม	37.01	36.67	34.33	108.01	4.50	ดีมาก

ตาราง 36 แสดงความคิดเห็นของนักเรียน 9 คนเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
บทปฏิบัติการที่ 1		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการ	4.16	ดี
2. บทปฏิบัติการ	4.54	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง	4.56	ดีมาก
บทปฏิบัติการที่ 2		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการ	4.36	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการ	4.50	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง	4.47	ดีมาก
บทปฏิบัติการที่ 3		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการ	4.26	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการ	4.45	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง	4.51	ดีมาก
บทปฏิบัติการที่ 4		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการ	4.20	ดี
2. บทปฏิบัติการ	4.40	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง	4.55	ดีมาก
บทปฏิบัติการที่ 5		
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการ	4.32	ดีมาก
2. บทปฏิบัติการ	4.45	ดีมาก
3. เอกสารรายงานผลการทดลอง และคำถามท้ายการทดลอง	4.50	ดีมาก

ตาราง 37 แสดงคะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	34	41	16	31	40
2	32	44	17	30	40
3	33	41	18	32	42
4	35	41	19	33	41
5	35	42	20	31	40
6	35	41	21	32	41
7	34	44	22	34	44
8	33	41	23	32	41
9	34	41	24	30	40
10	31	43	25	33	43
11	32	40	26	31	41
12	30	40	27	32	40
13	31	41	28	31	42
14	32	40	29	30	41
15	33	42	30	31	42

ตาราง 38 แสดงคะแนนเจตคติต่อบทบาทวิชาการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพ
ผลิตภัณฑ์นม

ด้านที่	ข้อที่*	ระดับความคิดเห็น / จำนวนนักเรียน(คน)					$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
		5	4	3	2	1			
1	1	10	20	0	0	0	4.33	0.48	มาก
	2	7	18	5	0	0	4.07	0.54	มาก
	3	9	17	4	0	0	4.17	0.55	มาก
	4	11	16	3	0	0	4.27	0.54	มาก
	5	8	15	7	0	0	4.03	0.72	มาก
	6	13	17	0	0	0	4.43	0.50	มาก
	7	3	21	6	0	0	3.90	0.55	มาก
	8	2	13	13	2	0	3.50	0.73	ปานกลาง
	9	7	19	4	0	0	4.10	0.51	มาก
	10	2	24	4	0	0	3.93	0.45	มาก
	11	11	16	3	0	0	4.27	0.54	มาก
	12	6	21	3	0	0	4.10	0.55	มาก
	13	6	19	5	0	0	4.03	0.51	มาก
	14	6	13	11	0	0	3.83	0.75	มาก
	15	4	18	7	1	0	3.83	0.59	มาก
2	16	12	16	2	0	0	4.33	0.51	มาก
	17	11	19	0	0	0	4.37	0.49	มาก
	18	6	21	3	0	0	4.10	0.55	มาก
	19	2	21	6	1	0	3.80	0.51	มาก
	20	11	16	3	0	0	4.27	0.54	มาก
	21	4	21	5	0	0	3.97	0.56	มาก
	22	4	21	5	0	0	3.97	0.56	มาก
	23	9	20	1	0	0	4.27	0.52	มาก
	24	11	17	2	0	0	4.30	0.60	มาก
	25	13	13	4	0	0	4.30	0.70	มาก

ตาราง 38 (ต่อ) แสดงคะแนนเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

ด้านที่	ข้อที่*	ระดับความคิดเห็น					$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
		5	4	3	2	1			
2	26	5	18	7	0	0	3.93	0.54	มาก
	27	14	14	2	0	0	4.40	0.52	มาก
	28	3	25	2	0	0	4.03	0.41	มาก
	29	5	18	7	0	0	3.93	0.54	มาก
	30	14	14	2	0	0	4.40	0.52	มาก

* ข้อความแต่ละข้อแสดงไว้ในภาคผนวก ง (หน้า 293-296)

ตาราง 39 แสดงคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่
เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายด้าน	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้			
1	1	1*	1	24	20	19.67	34.67	82.55
			2		20			
			3		19			
		2*	1	18	17	15.00		
			2		14			
			3		14			
	2	1*	1	24	19	18.67	33.67	80.17
			2		19			
			3		18			
		2*	1	18	16	15.00		
			2		14			
			3		15			
	3	1*	1	24	18	18.33	33.66	80.14
			2		18			
			3		19			
		2*	1	18	15	15.33		
			2		16			
			3		15			

หมายเหตุ : - * หมายถึง นักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน รวม 30 คน

- 1* หมายถึงการเขียนรายงาน , 2* หมายถึงการรายงานด้วยวาจา

- ข้อความแต่ละข้อแสดงไว้ในภาคผนวก จ (297-304)

ตาราง 39 (ต่อ) แสดงคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายด้าน	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้			
1	4	1*	1	24	18	18.33	34.33	81.74
			2		19			
			3		18			
		2*	1	18	17	16.00		
			2		16			
			3		15			
	5	1*	1	24	19	19.00	33.67	80.17
			2		19			
			3		19			
		2*	1	18	15	14.67		
			2		15			
			3		14			
	6	1*	1	24	19	18.67	34.00	80.95
			2		19			
			3		18			
		2*	1	18	16	15.33		
			2		15			
			3		15			
เฉลี่ย 6 กลุ่ม								80.79

ตาราง 39 (ต่อ) แสดงคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่
เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายด้าน	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้			
2	1	1*	1	24	19	18.67	34.00	80.95
			2		18			
			3		19			
		2*	1	18	16	15.33		
			2		15			
			3		15			
	2	1*	1	24	19	19.00	33.67	80.17
			2		19			
			3		19			
		2*	1	18	15	14.67		
			2		14			
			3		15			
	3	1*	1	24	19	18.67	33.67	80.17
			2		18			
			3		19			
		2*	1	18	15	15.00		
			2		17			
			3		13			

ตาราง 39 (ต่อ) แสดงคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่
เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นม

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายด้าน	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้			
2	4	1*	1	24	19	18.67	34.67	82.55
			2		19			
			3		18			
		2*	1	18	16	16.00		
			2		17			
			3		15			
	5	1*	1	24	19	19.00	34.00	80.95
			2		20			
			3		18			
		2*	1	18	15	15.00		
			2		15			
			3		15			
	6	1*	1	24	18	18.67	33.67	80.17
			2		19			
			3		19			
		2*	1	18	15	15.00		
			2		15			
			3		15			
เฉลี่ย 6 กลุ่ม								80.83

ตาราง 39 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายคำ	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้			
3	1	1*	1	24	20	19.00	34.00	80.95
			2		17			
			3		20			
		2*	1	18	15	15.00		
			2		15			
			3		15			
	2	1*	1	24	19	18.67	33.67	80.17
			2		19			
			3		18			
		2*	1	18	15	15.00		
			2		15			
			3		15			
	3	1*	1	24	18	18.33	34.00	80.95
			2		18			
			3		19			
		2*	1	18	16	15.67		
			2		17			
			3		14			

ตาราง 39 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายด้าน	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้			
3	4	1*	1	24	18	19.00	35.00	83.33
			2		20			
			3		19			
		2*	1	18	16	16.00		
			2		16			
			3		16			
	5	1*	1	24	19	18.67	33.67	80.17
			2		19			
			3		18			
		2*	1	18	15	15.00		
			2		14			
			3		16			
	6	1*	1	24	18	18.67	34.34	81.76
			2		19			
			3		19			
		2*	1	18	16	15.67		
			2		16			
			3		15			
เฉลี่ย 6 กลุ่ม								81.22

ตาราง 39 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายด้าน	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้			
4	1	1*	1	24	21	19.67	34.67	82.55
			2		19			
			3		19			
		2*	1	18	15	15.00		
			2		16			
			3		14			
	2	1*	1	24	18	18.00	34.00	80.95
			2		17			
			3		19			
		2*	1	18	16	16.00		
			2		16			
			3		16			
	3	1*	1	24	19	19.00	34.67	82.55
			2		20			
			3		18			
		2*	1	18	17	15.67		
			2		16			
			3		14			

ตาราง 39 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายด้าน	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้			
4	4	1*	1	24	18	18.00	33.67	80.17
			2		18			
			3		18			
		2*	1	18	15	15.67		
			2		17			
			3		15			
	5	1*	1	24	18	19.00	34.00	80.95
			2		20			
			3		19			
		2*	1	18	16	15.00		
			2		15			
			3		14			
	6	1*	1	24	19	18.33	33.66	80.14
			2		18			
			3		18			
		2*	1	18	15	15.33		
			2		16			
			3		15			
เฉลี่ย 6 กลุ่ม								81.22

ตาราง 39 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายด้าน	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	ที่ได้			
5	1	1*	1	24	19	19.67	35.00	83.33
			2		20			
			3		20			
		2*	1	18	15	15.33		
			2		16			
			3		15			
	2	1*	1	24	19	19.00	33.67	80.17
			2		19			
			3		19			
		2*	1	18	15	14.67		
			2		15			
			3		14			
	3	1*	1	24	19	19.00	33.67	80.17
			2		19			
			3		19			
		2*	1	18	13	14.67		
			2		16			
			3		15			

ตาราง 39 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ ที่	กลุ่ม*	ด้าน	ผู้ประเมิน คนที่	คะแนน		คะแนน เฉลี่ย รายด้าน	คะแนน เฉลี่ย รวม	คิดเป็น ร้อยละ
				คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้			
5	4	1*	1	24	19			
			2		21	19.33	35.66	84.90
			3		18			
		2*	1	18	17			
			2		17	16.33		
			3		15			
	5	1*	1	24	20			
			2		19	19.00	33.67	80.17
			3		18			
		2*	1	18	15			
			2		15	14.67		
			3		14			
	6	1*	1	24	19			
			2		17	18.33	33.66	80.14
			3		19			
		2*	1	18	16			
			2		15	15.33		
			3		15			
เฉลี่ย 6 กลุ่ม								81.48
เฉลี่ยรวม 5 บท								81.11

ภาคผนวก ณ

ประมวลภาพการเก็บข้อมูลการวิจัย

ประมวลภาพการเก็บข้อมูลการวิจัย



การทดลองใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
กับนักเรียนกลุ่มย่อย จำนวน 3 คน



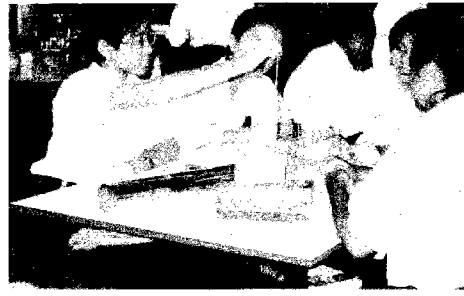
การทดลองใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
กับนักเรียนกลุ่มย่อย จำนวน 9 คน



การทดสอบก่อนเรียน



ผู้วิจัยชี้แจงการใช้บทปฏิบัติการ



บรรยากาศในห้องเรียนขณะนักเรียนทำการทดลอง



นักเรียนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้น



การทดสอบหลังเรียน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายจรัส อินทลาภาพร
วันเดือนปีเกิด	1 มกราคม 2516
สถานที่เกิด	เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์อัตราจ้าง
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2530	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนหอวัง
พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนหอวัง
พ.ศ. 2539	วท.บ. (จุลชีววิทยา) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2545	กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ