ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

The Development of Science Process Skills in the Topic of Food Preservation of Diploma Students' of the Higher Vocational Certificate Level by Using Inquiry Approach Merged with Science Project

นามผู้วิจัย นางสาวศิรินภา อินอ่วม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัตน์ ทานาค, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์กฤษณ์ วันอินทร์, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

The Development of Science Process Skills in the Topic of Food Preservation of Diploma Students of the Higher Vocational Certificate Level by Using Inquiry Approach Merged with Science Project

โดย

นางสาวศิรินภา อินอ่วม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศิรินภา อินอ่วม 2557: การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัตน์ ทานาค, ปร.ด. 153 หน้า

งานวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาคือนักศึกษาสาขาวิชาพณิชยการ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของวิทยาลัยแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา อาชีวศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดยการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ โดยครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละของนักศึกษาที่มีทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน 2) การประเมินรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และ3) ใบกิจกรรม/ใบงาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ทุกทักษะ โดยพบว่าก่อนเรียนนักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 41.54 และหลังเรียนนักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 58.46โดยนักศึกษามีทักษะการความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาเพิ่มขึ้นมากที่สุด (ร้อยละ 35) รองลงมา คือ ทักษะการคำนวณ (ร้อยละ 30) ทักษะการสังเกต (ร้อยละ 25) ตามลำดับ และนักศึกษามีทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปน้อยที่สุด (ร้อยละ 5)

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sirinapa Inoum 2014: The Development of Science Process Skills in the Topic of Food Preservation of Diploma Students of the Higher Vocational Certificate Level by Using Inquiry Approach Merged with Science Project. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Assistant Professor Akarat Tanak, Ph.D. 153 pages.

The purpose of this case study was to development of Science Process Skills in the Topic of Food Preservation of Diploma Students of the Higher Vocational Certificate Level By Using Inquiry Approach Attach with Science Project. Twenty students from a college in the Office of Vocational Education Commission were selected by the purposive sampling method. They studied in higher vocational certificate level of academic year 2012 (B.E. 2555). The research instruments were 1) the science process skill test which consisting of 30 questions covered 13 science process skills. 2) science project report and 3) worksheets. Data from the test were analyzed using frequency and percentage. science project report and work sheet were analyzed by content analysis.

The result found that after participation in Inquiry Approach Attach with Science Project in the topic of food preservation students could increase all of the science process skills. Before studying 41.54% of students had science process skill. (After studying 58.46% of them had increased science process skill. The students hold space/space relationships and time relationships skill mostly (35%), followed by using number skill (30%) and observing skill (25%), respectively. There were only 5% of students had interpreting skill).

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างสูงจาก ผศ.ดร.เอกรัตน์ ทานาค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.กฤษณ์ วันอินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ พร้อมทั้งตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา ผศ.ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง นางอรทัย โตจำสี และผู้ทรงคุณวุฒิ ดร.พินิจ ขำวงษ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย จนทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและครูแผนกสามัญสัมพันธ์ วิทยาลัยแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา อาชีวศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ ที่กรุณาให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้และขอบคุณเพื่อนๆ ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษา ตลอดจนขอขอบคุณนักศึกษากลุ่มที่ศึกษา ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศิรินภา อินอ่วม

ธันวาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (5)

บทที่ 1 บทนำ 1
- ความสำคัญของปัญหา 1
- คำถามการวิจัย 3
- วัตถุประสงค์ในการวิจัย 6
- ขอบเขตการวิจัย 6
- นิยามศัพท์เฉพาะ 4
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 6
- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 7
- การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 17
- โครงงานวิทยาศาสตร์ 20
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 31
- บริบทของวิทยาลัย 31
- กลุ่มที่ศึกษา 32
- ระยะเวลาที่ศึกษา 32
- สภาพห้องเรียน 33
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 33
- การเก็บรวบรวมข้อมูล 48
- การวิเคราะห์ข้อมูล 48

บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 50
- ผลการวิจัย 50
- ข้อวิจารณ์ 84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 86

สรุปผลการวิจัย 87

ข้อเสนอแนะ 88

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 91

ภาคผนวก 99

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 100

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 102

ภาคผนวก ค แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่องการถนอมอาหาร 140

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือ 150

ประวัติการศึกษา และการทำงาน 153

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	34
2	การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การถนอมอาหาร	35
3	การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การถนอมอาหาร	37
4	การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถนอมอาหาร	40
5	ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการถนอมอาหาร	41
6	กรอบ 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	45
7	ส่วนประกอบของรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	47
8	ค่าร้อยละของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่มีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่องการถนอมอาหาร ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	50
9	ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำเชื่อมเมื่อเวลาเปลี่ยนไป	57

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่มีสารละลายน้ำตาลต่างกันเมื่อนำไปตั้งไฟและวัดอุณหภูมิในช่วงเวลาที่ต่างกัน	62
11	ข้อมูลการบันทึกผลการทดลองระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการต้มน้ำที่มีสารละลายน้ำตาลปริมาณต่างกัน	80

ตารางผนวกที่

1	ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	151

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟเส้น จากใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจากการทำข้าวหมาก	65
2	ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟแท่ง จากใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจากการทำข้าวหมาก	65
3	การนำเสนอกราฟของนักศึกษาที่มีทักษะการพยากรณ์	69
4	การนำเสนอกราฟของนักศึกษาที่ไม่มีทักษะการพยากรณ์	69
5	ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการถนอมอาหาร	81
6	ตัวอย่างการตีความหมายและลงข้อสรุปจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลกับปริมาณน้ำในข้าวหมาก	82
7	ตัวอย่างการตีความหมายและลงข้อสรุปจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลากับปริมาณน้ำในข้าวหมาก	82

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

มาตรฐานวิชาชีพที่กำหนดไว้ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 ของวิทยาลัยที่สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่สำคัญประการหนึ่ง คือ พัฒนาตนเอง พัฒนางานอาชีพและแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาช่วยในการศึกษาหาความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้รับการพัฒนาด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท]., 2546) ดังจะเห็นได้จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ในข้อที่สาม มีใจความว่า เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่ง หมายถึง การเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากความชำนาญในการปฏิบัติและความสามารถในการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะสอดคล้องกับจุดประสงค์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ซึ่งเป็นรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในข้อหนึ่งคือ เพื่อให้เข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดให้นักเรียนเข้าใจและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงตามสภาพจริงด้วยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามความสามารถของตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นผู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและลงมือปฏิบัติตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้การทำโครงงานประสบผลสำเร็จ (สสวท., 2546)

แต่จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่ผ่านมาของผู้วิจัยพบว่า นักศึกษาขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นในการค้นคว้าหาความรู้ เพื่อนำไปทำโครงงานวิชาชีพ ซึ่งการทำโครงงานวิชาชีพนั้น เป็นข้อกำหนดของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสำหรับทุกคน ที่จะต้องผ่านการทำโครงงานวิชาชีพ จึงจะถือว่าสำเร็จ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษา ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญในการนำมาใช้แสวงหาความรู้ ในการทำโครงงานวิชาชีพให้ประสบความสำเร็จ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยที่ที่ผ่านมาส่วนใหญ่ เน้นการบรรยาย นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติจริงบางครั้ง การจัดกิจกรรมให้แก่นักศึกษาส่วนใหญ่ ยังไม่ได้เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร เป็นการเน้นที่ผลงานของผู้เรียนมากกว่า รวมไปถึงครูไม่มีกระบวนการกระตุ้นความสนใจใฝ่รู้ให้กับนักศึกษาอย่างเพียงพอ

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ เป็นจำนวนมากพบว่า มีนักการศึกษาหลายท่านได้ใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนเพื่อใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองวิธีหนึ่งคือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเสาะแสวงหาความรู้และเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา (จันทร์ดา พิทักษ์สาลี, 2549; สุรีพร ศิลาไสล, 2550; อนุสรา เสนไสย. 2550; เรณู วารีศรี, 2555; ศุภาพิชญ์ ชินฤทธิ์, 2555; สมฤทัย แปลงศรี, 2556; จรินทร จันทร์เพ็ง, 2556; จุฑารัตน์ แตงอ่อน, 2556; วิลา มณีอินทร์, 2557; Tuan *et.al*., 2005) และพบว่าการสืบเสาะหาความรู้ สามารถช่วยให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Lawson, 2000) นอกจากนี้ยังพบว่าการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทนา สอนกองแดง (2551) และงานวิจัยของ อภิญญา ซื่อตระกูลพานิชย์ (2550) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จากเหตุผลดังกล่าวในฐานะของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จึงมีความสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกให้นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีทักษะในการแสวงหาความรู้ คิดแก้ปัญหา และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและมีทักษะที่จะทำโครงงานวิชาชีพให้ประสบความสำเร็จ และนำผลการวิจัยในครั้งนี้นำไปใช้เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นในลำดับต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถามการวิจัย

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย

วิทยาลัยแห่งหนึ่ง สังกัดคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการในจังหวัดสมุทรปราการ

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)จำนวนผู้เรียน 20 คน โดยผู้วิจัยเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากห้องเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน แผนกวิชาพณิชยการ คละสาขางาน คละเพศ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของวิทยาลัยแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาของหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ รายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา (3000-1423) เรื่องการถนอมอาหาร โดยครอบคลุมเนื้อหาในการถนอมอาหารดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ความหมายของการถนอมอาหาร

2. จุดมุ่งหมายของการถนอมอาหารและประโยชน์ของการถนอมอาหาร

3. สาเหตุของการเน่าเสีย

4. หลักในการถนอมอาหาร

5. วิธีการถนอมอาหาร

6. ขั้นตอนการถนอมอาหาร

7. การเลือกภาชนะและเครื่องมือที่ใช้ในการถนอมอาหาร

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดยการสอน 4 แผน เป็นแผนรายหน่วย (แผนย่อยละ 4 ชั่วโมง) ต่อสัปดาห์ รวม 4 สัปดาห์ คิดเป็น 16 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และมีครูเป็นเพียงผู้คอยอำนวยความสะดวกและสนับสนุนให้กับผู้เรียน ซึ่งเป็นไปตามลักษณะสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะ 5 ประการ ดังนี้ 1)ใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์กระตุ้น ความสนใจของผู้เรียน 2) ผู้เรียนค้นหาหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย 3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน 4) ผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเอง 5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลในการอธิบาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่ใช้แสวงหาความรู้ เป็นกระบวนการทางปัญญาซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างเป็นระบบ เพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาต่างๆ อย่างเป็นขั้นเป็นตอน โดยประกอบไปด้วย 13 ทักษะ แบ่งเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 6) ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 8) ทักษะการพยากรณ์ และทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรการกำหนดตัวแปร 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการตีความหมายลงสรุปข้อมูล

โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อตอบคำถาม หรือแก้ปัญหาในเรื่องที่สนใจ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาได้ อย่างเป็นระบบขั้นตอน โดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมากรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    1.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
    1.2 องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. โครงงานวิทยาศาสตร์
    3.1 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
    3.2 จุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
    3.3 ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์
    3.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบด้วยกัน องค์ประกอบที่สำคัญมากอย่างหนึ่งก็คือ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและขอบเขตของวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงความสำคัญของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่าเนื้อหาวิชา มีความตระหนักอยู่เสมอว่าเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและมีความเชื่อว่ากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถนำไปศึกษาหาความรู้ใหม่ๆ ได้ สมาพันธ์เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of science-AAAS) ได้เสนอทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ เมื่อปี ค.ศ. 1970 โดยได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะและทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ 5 ทักษะ และได้มีผู้ให้ความหมายกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) ไว้หลายทัศนะดังนี้

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบโดยการปฏิบัติ ฝึกฝนความคิดและการแก้ปัญหาจนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญ

วรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2532) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.,2531) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบซึ่งก่อให้เกิดความงอกงามทางสติปัญญา

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาประกอบไปด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ในกระบวนการแสวงหาความรู้นั้นนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจะต้องมีเจติคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและการพัฒนาความคิดด้วย เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลองเป็นต้น พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบนี้เรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Intellectual Skill)

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540) ได้อธิบายว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึงความสามารถในการใช้กระบวนการต่างๆเช่นการสังเกตการวัดการจำแนกประเภทการพยากรณ์เป็นต้นอย่างคล่องแคล่วถูกต้องและแม่นยำ

สรศักดิ์ แพรดำ (2544) ได้ให้นิยามและแนวคิดที่เกี่ยวกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ได้แก่ การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การคำนวณ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการการทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ เพื่อการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหา อันเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบ

ทิศนา แขมมณี (2545) ได้ให้คำจำกัดความทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการปฏิบัติการเรียนรู้ตามขั้นตอนของสาระวิชาวิทยาศาสตร์ การจัดแผนการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลายๆครั้งให้เกิดอย่างชำนาญผู้สอนจำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานให้เกิดกับผู้เรียน 13 ทักษะ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และ ทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ

ชูสกุล คำขาว (2546) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ทักษะความสามารถในการเสาะแสวงหาความรู้ การคิด การค้นคว้า และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะสำคัญๆ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการสื่อความหมาย ทักษะการทำนาย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการให้นิยาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เชิงปฏิบัติการของตัวแปร ทักษะการควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

วิวัฒน์ รอดเกิด (2553) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสำคัญในกระบวนการศึกษาหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่ใช้แสวงหาความรู้ เป็นกระบวนการทางปัญญาซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างเป็นระบบเพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหาต่างๆ อย่างเป็นขั้นเป็นตอน

องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524) ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science หรือ AAAS) ซึ่งแบ่งลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะจัดเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน(Basic Process Skills) จำนวน 8 ทักษะ ประกอบด้วย 1) ทักษะการสังเกต (Observing) 2) ทักษะการวัด (Measuring) 3) ทักษะการคำนวณ (Using Number) 4) ทักษะการจัดจำแนกประเภท (Classifying) 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (Organizing Data and Communication) 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) 8) ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) จำนวน 5 ทักษะ ประกอบด้วย 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) 4) ทักษะการทดลอง (Experimenting) 5) ทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล (Interpreting Data and Conclusion)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ สามารถเสนอรายละเอียดได้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing)

ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกายเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป และข้อมูลที่ได้จากการสังเกตแบ่งเป็น 3 อย่างคือ 1) ข้อมูลเชิงลักษณะของสมบัติ 2) ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และ 3) ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการสังเกต คือ

1.1 ชี้บ่งบรรยายสมบัติของวัตถุที่สังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย

1.2 บรรยายเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measuring)

ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม โดยมีหน่วยกำกับด้วยเสมอ

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการวัด คือ

2.1 เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือที่วัดได้

2.3 บอกวิธีการวัดและวิธีใช้เครื่องมือที่ถูกต้องได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 วัดความกว้างความยาวความสูงอุณหภูมิปริมาตรน้ำหนักและอื่นๆได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการวัด และการนับจำนวนของวัตถุ และนำตัวเลขที่ได้มาคิดคำนวณด้วยวิธีการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หาพื้นที่ หาปริมาตรความหนาแน่น อาศัยการสังเกตการวัดการทดลองเมื่อผ่านขั้นการคำนวณจะได้ค่าที่มีความหมายมากขึ้น และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการตีความและลงข้อสรุปต่อไป

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการคิดคำนวณ คือ

3.1 นับจำนวนของสิ่งของได้ถูกต้อง

3.2 บอกวิธีการและแสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง

3.3 บอกวิธีหาค่าเฉลี่ยดำเนินการหาค่าเฉลี่ยและแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้

4. ทักษะการจัดจำแนกประเภท (Classifying)

ทักษะการจัดจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุของสิ่งของที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน หรือความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ได้แก่ การแบ่งเกณฑ์ของตัวเองพร้อมกับบอกได้ว่า ผู้อื่นแบ่งพวกของสิ่งนั้นโดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจัดจำแนกประเภท คือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆจากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆจากเกณฑ์ที่ตนเองกำหนดได้

4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/space Relationship and Space/Time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครอง ได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง กับ 2 มิติ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ตัวอย่างเช่น การบ่งชี้รูป 2 มิติ และ 3 มิติ ได้ สามารถวาดภาพ 2 มิติ จากวัตถุ หรือจากภาพ 3 มิติได้ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา ตัวอย่างเช่น เรือลำหนึ่งแล่นด้วยความเร็วคงที่ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมงไปทางทิศใต้ หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา ตัวอย่างเช่น ความสูงของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปในเวลา 1 สัปดาห์

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา คือ

5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 2 มิติที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนด

5.3 บอกชื่อรูปทรงเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติได้

5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุได้

5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงาและภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล (Organizing Data and Communicating)

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล หมายถึง การพูด หรือการแสดงสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจ หรือรับทราบความคิดได้ชัดเจน และรวดเร็วมากขึ้น

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายของ คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.3 ออกแบบเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้าช่วย การลงความคิดเห็นจากข้อมูลเป็นสิ่งที่ยังไม่มั่นใจอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ แต่ละคนอาจลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันแตกต่างกัน เนื่องจากประสบการณ์และความรู้เดิมมีแตกต่างกัน แต่ต้องเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลกับข้อมูลที่สังเกต

พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คือ

7.1 อภิปรายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่สังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเข้ามาช่วย

7.2 สังเกตและวิเคราะห์แสดงความคิดเห็นจากข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การทำนายหรือคาดคะเนคำตอบสิ่งที่จะเกิดล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นความจริง หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบคือ 1) การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูล และ 2) การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการพยากรณ์ คือ

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยหลักการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า ไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป อาจเป็นจริงทั้งหมดหรืออาจเป็นจริงบางส่วน หรือไม่เป็นจริงทั้งหมดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะเขียนเป็นข้อความบอกเล่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน คือ

9.1 หาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมร่วมกัน

9.2 สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีสนับสนุนสมมติฐานและไม่สนับสนุนสมมติฐานออกจากกันได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้) ต้องใช้ภาษาที่รัดกุมชัดเจน ระบุการกระทำในการทดสอบ และสิ่งที่สามารถสังเกตได้

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ

10.1 กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆให้สังเกต และวัดได้

10.2 สามารถแยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามทั่วไปได้

10.3 สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในนิยามเชิงปฏิบัติการได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่ง และกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ โดยตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมมีความหมายดังนี้

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้น จริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งต้องควบคุมให้เหมือนกันมิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริง และใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตาราง หรือ กราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นบนแกนนอน และตัวแปรตามบนแกนตั้ง

พฤติกรรมที่แสดงว่าผู้เรียนเกิดทักษะการทดลอง คือ

12.3.1 กำหนดวิธีการการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม การวางแผนการทดลองเพื่อกำหนดวิธีการทดลองอุปกรณ์หรือสารเคมีที่ใช้ ในการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

12.3.2 ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลองได้

12.3.3 การปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.3.4 ผลการทดลองและทำการทดลองได้ความคล่องแคล่ว และถูกต้อง

12.3.5 การนำเสนอการทดลองโดยการบันทึกผลการทดลองและเขียนรายงานการทดลองซึ่งเป็นผลจากการสังเกตการวัดและอื่นๆ ได้ถูกต้องเหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

13. ทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล (Interpreting Data and Conclusion)

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุปข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งการตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆด้วยเช่นทักษะการสังเกตทักษะการคำนวณแล้วสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

พฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงสรุป คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะสมมติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะนี้ แบ่งออกเป็นสองระดับ คือ ระดับทักษะขั้นพื้นฐาน (ทักษะที่ 1-8) และระดับขั้นบูรณาการ (ทักษะที่ 9-13) ซึ่งงานวิจัยนี้ต้องการพัฒนาทักษะกระบวนการทั้ง 13 ทักษะ มาใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ โดยมีกระบวนการในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ แบบแผน และมีเหตุผล อีกทั้งยังเป็นการปลูกฝังให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ ตลอดจนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและช่วยเหลือสังคมได้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึงการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติ เรียนรู้ ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่เกิดขึ้น ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งสอดคล้องกับ Yager and Akçay (2010: 112)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิศนา แขมมณี (2552) ให้ความหมายการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550) ให้ความหมายว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาความรู้ เพื่อตอบคำตอบที่สงสัยเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ เด็กจึงเรียนรู้สิ่งที่อยู่รอบตัวผ่านประสบการณ์ต่างๆ ตลอดเวลา การกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จึงเป็นการตอบสนองต่อธรรมชาติของการเรียนรู้

เสาวภาคย์ สว่างจันทร์ (2554) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เด็กได้รู้จักแสวงหาความรู้ ได้ศึกษา และได้ค้นพบความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเอง กระบวนการสืบเสาะความรู้จึงเป็นการตอบสนองต่อธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็กผ่านประสบการณ์ต่างๆ และเรียนรู้สิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัว โดยบทบาทของครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือและชี้แนะให้แก่เด็ก

Jone (1994) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือการนำวิธีการไปใช้ฝึกฝนนักเรียนเพื่อพัฒนากระบวนการให้เหตุผล โดยเริ่มต้นจากการบรรยายและใช้การสืบสอบเพื่อฝึกอธิบายเหตุการณ์ในการพัฒนาแนวคิด การทดสอบสมมติฐาน และเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหา

จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และมีครูเป็นเพียงผู้คอยอำนวยความสะดวกและสนับสนุนให้กับผู้เรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนโดย National Science Education Standards ของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC, 2000) ได้กำหนดลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนไว้ 5 ประการ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 17-19) ดังนี้

1. ใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ เช่น “ทำไม” หรือ “เพราะอะไร” คำถามจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและอยากรู้ โดยคำถามอาจเกิดจากตัวครู ผู้เรียน หรือแหล่งเรียนรู้อื่นๆ และผู้เรียนสามารถใช้การสังเกตหรือความรู้ของตนเองในการสืบเสาะได้

2. ผู้เรียนค้นหาหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย เพื่อนำไปสู่คำอธิบายคำตอบในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักฐานในการอธิบายจากการสังเกต การวัด อาจสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา หรือจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งค้นคว้าอื่นๆ

3. ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน เพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยการอธิบายต้องมีความสอดคล้องจากหลักฐานที่ได้จากการสังเกตและการทดลอง ซึ่งการอธิบายต้องอาศัยการจำแนก การวิเคราะห์ การลงความเห็น การทำนาย และการคิดอย่างมีเหตุมีผล มีการเชื่อมโยงจากการสังเกตสิ่งที่ได้เรียนรู้กับสิ่งที่รู้อยู่แล้ว โดยผู้เรียนจะได้สร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานความรู้เดิม

4. ผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเองที่สร้างขึ้นที่สามารถสะท้อนความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาเปรียบเทียบผลที่ได้และตรวจสอบผลของตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองสามารถเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างผลกับความรู้วิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ และการอธิบายของผู้เรียนสอดคล้องกับความรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันหรือไม่

5. ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลในการอธิบาย เพื่อจะได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนการอธิบายเกี่ยวกับผลการศึกษาของตนเองกับผู้อื่นทำให้ผู้เรียนคนอื่นๆ มีโอกาสถามคำถาม หาหลักฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือเหตุผลคัดค้าน ให้คำแนะนำเกี่ยวกับอธิบายอื่นๆ ที่เป็นไปได้ ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายของผู้เรียน หลักฐานกับความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ ทำให้ผู้เรียนลงมติเกี่ยวกับข้อวิจารณ์ของตนและผู้อื่นได้

โครงงานวิทยาศาสตร์

ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

ธีรชัย บูรณโชติ (2531) ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า เป็นการศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติหรือศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้การแนะนำ ปรึกษาและการดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ และอาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ช่วยในการศึกษาค้นคว้าให้บรรลุตามวัตถุประสงค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการสืบเสาะหาความรู้ การลงมือปฏิบัติจริงและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้ทำโครงงานมีอิสระในการนำความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์เดิม และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2549) ได้ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมสำหรับนักเรียนในการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่งด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ และจัดทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่ เช่น อาจทำนอกห้องเรียน ในห้องปฏิบัติการ หรือนอกโรงเรียน แม้กระทั่งที่บ้านของนักเรียนก็ได้

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2549) ได้ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะการวิจัยชิ้นเล็ก ๆ ที่ผู้เรียนสามารถลงมือศึกษา ค้นคว้าและปฏิบัติด้วยตนเองทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลตามความถนัด ความสนใจ โดยมีกระบวนการทำอย่างเป็นระบบขั้นตอนตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการเทคโนโลยีโดยมีครูผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือและปรึกษาหารือผลงานที่ได้สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ (2555) ให้ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นงานวิจัยเล็กๆ (Mini Research) หรือเป็นการศึกษาค้นคว้าทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น สำรวจรวบรวมข้อมูล กำหนดทฤษฎีใหม่หรืออธิบายหลักการและเหตุผลในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากแนวคิดของนักเรียนเองตามที่นักเรียนสนใจและสามารถทำได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ทั้งนี้อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการศึกษา

จากความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในเรื่องที่สนใจ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาได้ อย่างเป็นระบบขั้นตอน โดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำ

จุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2549) จุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษา วางแผนการศึกษาเพื่อตอบปัญหานั้นๆ ด้วยตนเอง ออกแบบการทดลองหรือวิธีการศึกษาด้วยตนเอง ลงมือทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานตลอดจนสรุปผลของการศึกษาด้วยต้นเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและชี้แนะ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531) ได้ระบุจุดมุ่งหมายของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เลือกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามที่ตนสนใจ

2. เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง

3. เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

5. เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละท้องถิ่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2549) ได้แบ่งประเภทโครงงานวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภทดังนี้ คือ

1. โครงงานประเภทสำรวจ เป็นโครงงานประเภทการสำรวจ เป็นการศึกษารวบรวมปัญหาจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่ในธรรมชาติโดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบระเบียบและสื่อความหมาย แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ และคำอธิบายประกอบ ตัวอย่างโครงงานเช่น

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลในสนามหรือในธรรมชาติ เช่น การศึกษาพฤติกรรมของสัตว์บางชนิด

1.2 การเก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เช่นโครงงานเรื่องการศึกษาปริมาณของอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงป่นตามร้านอาหารต่างๆ

1.3 จำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการ เช่น โครงงานเลี้ยงผึ้ง

2. โครงงานประเภทการทดลอง เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลอง ลักษณะสำคัญของการโครงงานประเภทนี้ คือมีการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาผลของตัวแปรที่มีต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ ตัวอย่างโครงงาน เช่น

2.1 การศึกษาอิทธิพลของแสงสีต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด

2.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชในสนามแม่เหล็ก

2.3 การทดลองใช้ผักตบชวาในการกำจัดน้ำเสีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. โครงงานประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์ หรือการสร้างอุปกรณ์ หรือเครื่องมือใช้เพื่อประโยชน์ใช้สอย โดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาหรือประดิษฐ์ดังกล่าว อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ หรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ หรืออาจเป็นการนำเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ตัวอย่างโครงงานเช่น

3.1 เครื่องเตือนอัคคีภัยระบบความดัน

3.2 การประดิษฐ์เครื่องร่อน

3.3 เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์

4. โครงงานประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย เป็นโครงงานที่เสนอทฤษฎีหรือคำอธิบายสิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ๆ โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีอื่น ตลอดจนข้อมูลสนับสนุน ทฤษฎีหรือคำอธิบายดังกล่าวอาจใหม่ หรือขัดแย้ง หรือขยายแนวความคิด หรือคำอธิบายเดิมที่ผู้ให้ไว้ก่อนแล้วได้ ตัวอย่างโครงงานเช่น การกำเนิดของทวีปและมหาสมุทร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531) ได้แบ่งโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแบบแผน โดยใช้ลักษณะของกิจกรรมเป็นเกณฑ์ในการแบ่งได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล (Survey research project) โครงงานประเภทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้น มาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ อย่างมีระบบ ตัวอย่างโครงงานเช่น

1.1 การสำรวจพืชพันธุ์ไม้ในโรงเรียน

1.2 การพฤติกรรมด้านต่างๆ ของสัตว์

1.3 การสำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. โครงงานประเภททดลอง (Experiment research project) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ โดยการออกแบบโครงงานในรูปของการทดลอง เพื่อศึกษาว่าตัวแปรหนึ่งจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง ด้วยการควบคุมตัวแปรต่างๆ ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย 1) การตั้งวัตถุประสงค์หรือสมมติฐาน 2) การออกแบบการทดลอง 3) การรวบรวมข้อมูล 4) การดำเนินการทดลอง 5) การแปลผล 6) การสรุปผลการทดลอง ตัวอย่างโครงงาน เช่น

2.1 ศึกษาการตัดใบข้าวโพดที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลิตผล

2.2 การทำยากันยุงจากพืชในท้องถิ่น

3. โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ (Developmental research project) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์ คือ การนำเอาความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียน การทำงาน หรือการใช้สอยอื่นๆ ตัวอย่างโครงงาน เช่น

3.1 กรงดักแมลงวันและแมลงสาบ

3.2 เครื่องตีไข่สำหรับเด็ก

3.3 เครื่องโรยปุ๋ยยางพารา

4. โครงงานประเภท ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดใหม่ (Theoretical research project) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน หรือขัดแย้ง หรือขยายจากของเดิมที่มีอยู่ ซึ่งความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดต้องผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการ หรือวิธีการที่น่าเชื่อถือตามข้อตกลงที่กำหนดขึ้นมาเอง หรืออาจใช้ข้อตกลงเดิมมาอธิบายข้อความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ได้ ตัวอย่างโครงงานเช่น

4.1 โครงงานทฤษฎีวิวัฒนาการ ของ ชาลส์ ดาร์วิน

4.2 โครงงานทฤษฎีแรงโน้มถ่วง ของ นิวตัน

4.3 โครงงานทฤษฎีสัมพันธภาพ ของ ไอน์สไตน์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2533) ได้แบ่งโครงงานเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. โครงงานประเภทกายภาพ เป็นโครงงานที่เกี่ยวกับวิชา เคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ ดาราศาสตร์ และธรณีวิทยา

2. โครงงานประเภทชีวภาพ เป็นโครงงานที่เกี่ยวกับวิชาชีววิทยา นิเวศวิทยา สิ่งแวดล้อม เกษตร จุลชีววิทยา ความหลากหลายทางชีวภาพ สัตววิทยา พฤกษศาสตร์

3. โครงงานประเภทวิทยาศาสตร์ประยุกต์ เป็นโครงประเภทสิ่งประดิษฐ์ หรือนำหลักการทฤษฎีต่าง ๆ มาประยุกต์ทำเป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ

ขั้นตอนการดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์

บูรชัย ศิริมหาสาคร (2553) ได้เสนอขั้นตอนการดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์ ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการคิดและเลือกหัวข้อโครงงาน 2) ขั้นการวางแผนโครงงาน 3) ขั้นการปฏิบัติการโครงงาน 4) ขั้นการเขียนรายงานโครงงาน 5) ขั้นการนำเสนอโครงงาน 6) ขั้นการพัฒนาโครงงาน

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ (2551) ได้เสนอขั้นตอนการดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นคิดหัวข้อเรื่อง (แปลกใหม่) 2) ขั้นศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและเขียนเค้าโครงโครงงานตามรูปแบบ 3) ขั้นพบครูที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาเค้าโครงและเห็นชอบ 4) ขั้น ลงมือปฏิบัติการศึกษาบันทึกผลการศึกษา 5) ขั้นรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะๆ 6) การเขียนรายงานโครงงานให้สมบูรณ์ 7) ขั้นเผยแพร่ผลงาน/ส่งประกวด

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2549) ได้เสนอขั้นตอนการดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์ ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการคิดและเลือกชื่อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา 2) ขั้นการแผนในการทำโครงงาน 3) ขั้นการลงมือทำโครงงาน 4) ขั้นการเขียนรายงาน 5) ขั้นการแสดงผลงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้เสนอขั้นตอนการดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์ ไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นกำหนดปัญหาและการทำความเข้าใจกับปัญหา 2) ขั้นการวางแผนการทำโครงงาน 3) ขั้นการลงมือทำโครงงาน 4) ขั้นการเขียนรายงาน 5) ขั้นการแสดงผลงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นการคิดและเลือกหัวข้อโครงงาน 2) ขั้นวางแผนการทำโครงงาน 3) ขั้นการจัดทำเค้าโครงย่อของโครงงาน 4) ขั้นทำโครงงานตามแผน 5) ขั้นการเขียนรายงาน 6) ขั้นการนำเสนอโครงงาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่ามีผู้ที่ศึกษาวิจัยดังนี้

ด้านการพัฒนาแนวคิดหรือส่งเสริมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดันได้ (มัทรียา นาคสงวน, 2556) สามารถพัฒนาแนวคิดในรายวิชาเคมีให้ดีและถูกต้องเพิ่มขึ้นและลดความคลาดเคลื่อนของแนวคิดลงได้ (รุ่งนภา เอียงอุบล, 2555; วรัญตี การะเกตุ, 2555; นันทิยา ศรีขาว, 2556; นรา เขียวละลิ้ม, 2556)

ด้านพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เพิ่มมากขึ้นอยู่ในระดับที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้นทุกองค์ประกอบ สามารถอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนความเข้าใจของตนเองได้ โดยมีคะแนนการพัฒนาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 97.56 (ขวัญฤทัย เที่ยงจันทราทิพย์, 2553; เบญจพร สาภัคดี, 2555)

ด้านการพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการพัฒนาด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้แก่ การถามคำถาม การอภิปราย การลงมือปฏิบัติด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แสง เสียง ไฟฟ้า มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณวงจรปฏิบัติการระดับดีมาก ร้อยละ 71.05 (สิรยา ตรีสุวรรณ, 2555)

ด้านการพัฒนาเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยนักเรียนมีเจตคติที่ดีในด้านการชื่นชอบกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด มากขึ้นอยู่ในระดับที่สอดคล้องกับมติประชาคมวิทยาศาสตร์มากขึ้นทุกองค์ประกอบ สามารถอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนความเข้าใจ (จิตติมา ดมหอม, 2553) และนักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีร้อยละ 80 (จุฑารัตน์ แตงอ่อน, 2554) และยังพบว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและเชื่อมโยงความรู้กับโลกภายนอกได้อย่างลึกซึ้ง และมีความคงทนในการเรียนรู้และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ (Lisa, 1998; Blank, 2000)

นอกจากนี้ยังพบว่า มีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้สูงขึ้นหลังจากการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (นุชรัตน์ โนนสินชัย, 2536; สัญญารัก ปรางทอง, 2539; ดารุณี เชื้อเจ็ดตน, 2540; เรวัต ศุภมั่งมี, 2542; พนิตสุภา โกศิลา, 2553; จุฑารัตน์ แตงอ่อน, 2554; ทิพยา ณ พัทลุง, 2554; จรินทร จันทร์เพ็ง, 2556) ตัวอย่างเช่น

นุชรัตน์ โนนสินชัย (2536) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี กับการสอนตามปกติ ผลวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สัญญารัก ปรางทอง (2539) ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยจัดกิจกรรมแบบแนะแนวทางและไม่แนะแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดารุณี เชื้อเจ็ดตน (2540) ทำการวิจัย เรื่อง ความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้อยู่ในระดับดี ที่ความเชื่อมั่น 95 % และความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนว สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรวัต ศุภมั่งมี (2542) ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัว สูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ อยู่ในระดับ ดี

พนิตสุภา โกศิลา (2553) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษะด้านจิตพิสัยสำหรับเด็กปฐมวัย โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คิดเป็นร้อยละ 87.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์การผ่านที่ตั้งไว้

ทิพยา ณ พัทลุง (2554) ทำการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอแรนซ์ กับรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอแรนซ์กับรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไม่แตกต่างกัน และพบว่าผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังเรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ . 01

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงานวิทยาศาสตร์

งามพิศ ศรีเฉลา (2553) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชางานบ้านเรื่องการแปรรูปผลไม้ในท้องถิ่น กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบโครงงาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ยร้อยละ 83.68 และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 84.37 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการสอนแบบโครงงาน อยู่ในระดับดีมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รัชนิภา ธาตุอินจันทร์ (2550) ทำการวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่องการถนอมอาหารผักพื้นบ้าน โรงเรียนแม่แตง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าในผ่านเกณฑ์กำหนดไว้ทุกคน คะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการปฏิบัติงาน และผลงานสำเร็จ ของนักเรียนและครูอยู่ในระดับดีมาก

วนิดา ฆารไสว (2548) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่องการถนอมอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดย ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สามารถทำให้นักเรียนรู้โครงงานอย่างเป็นระบบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเหมาะที่จะนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและสาระอื่นๆ

วิภาดา บรรทุมพร (2553) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อการ พัฒนานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานช่วยให้ นักเรียนเกิดการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

งานวิจัยในต่างประเทศ

Jacknicke (1975) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่า กลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ

Roth and Roychoudhury (1993) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในสิ่งแวดล้อมจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 157 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม ทดลลอง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการสอนโดยวิธีชี้แนะแนวทางในวิชาฟิสิกส์ กลุ่มที่สองได้รับการ สอนวิชาฟิสิกส์ระดับสูง กลุ่มที่สามได้รับการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มจะเป็นศูนย์กลางในการเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีการพัฒนาทักษะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น เช่น ทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการทดลอง

Basaga *et al*. (1994) ทำการวิจัยเรื่อง ผลกระทบของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ในวิชาชีวเคมี และผลสัมฤทธิ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางวิชาชีวเคมี และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีดั้งเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกรณีศึกษา (Case study) เพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. บริบทของวิทยาลัย
2. กลุ่มที่ศึกษา
3. ระยะเวลาที่ศึกษา
4. สภาพห้องเรียน
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

บริบทของวิทยาลัย

วิทยาลัยแห่งนี้เป็นวิทยาลัยขนาดเล็ก ในอาชีวศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ (อศจ.สป.)สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ซึ่งผู้วิจัยเป็นพนักงานราชการครู โดยวิทยาลัยได้เปิดสอนตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2537 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ.2557) มีเนื้อที่ 39 ไร่ เปิดสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระยะเวลาในการศึกษา 3 ปี ถึงระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระยะเวลาในการศึกษา 2 ปี มีครูทั้งหมด 29 คน เป็นข้าราชการครู จำนวน 11 คน พนักงานราชการครูจำนวน 9 คน และครูอัตราจ้างจำนวน 9 คน มีนักเรียน นักศึกษา ประมาณ 500 คนวิทยาลัยขาดความพร้อมในเรื่องของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์อื่น ๆ เช่น จอฉายโปรเจคเตอร์ เครื่องฉายโปรเจคเตอร์ เครื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขยายเสียง ที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการ สำหรับนักเรียน นักศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับ ปานกลาง และอ่อน ส่วนใหญ่มีฐานะปานกลางถึงยากจน บางส่วนทำงานนอกเวลาหลังจากเลิกเรียนในช่วงกลางคืน บางส่วนอยู่ในสภาพแวดล้อมย่านชุมชนแออัด ดังนั้นจึงทำให้พฤติกรรมส่วนใหญ่ ขาดความพร้อมในการเรียนรู้ ไม่ชอบซักถาม ชอบทำงานกลุ่มมากกว่างานเดี่ยว เนื่องจากเกรงว่างานจะไม่เสร็จถ้าหากทำงานเดี่ยว และไม่มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ขาดการใฝ่รู้ แต่นักเรียน นักศึกษา ต้องเข้าร่วมการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์และโครงงานวิชาชีพ ในแต่ละสถานศึกษา ในระดับอาชีวศึกษาจังหวัด ระดับภาค และระดับชาติ ตามลำดับ

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 จำนวนผู้เรียน 20 คน เป็นนักศึกษาหญิง 13 คน และ นักศึกษาชาย 7 คนแผนกวิชาพณิชยการ ซึ่งเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 เรื่อง การถนอมอาหาร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของวิทยาลัยแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ ในการเลือกนักศึกษาเพื่อใช้เป็นกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกนักศึกษาแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยใช้เกณฑ์คือ

1. เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของวิทยาลัยการอาชีพแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งผู้วิจัยเป็นพนักงานราชการครู และนักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการทำโครงงานวิชาชีพต่ำ

2. เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาพณิชยการ สาขางานการตลาด การบัญชี และพัฒนาเว็บเพจ ที่มีการคละเพศ และความสามารถ ซึ่งเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

ระยะเวลาที่ศึกษา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ระหว่างเดือนมกราคม – เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 โดยทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โดย เป็นแผนรายหน่วย 4 แผนย่อยๆ ละ 4 ชั่วโมง จำนวน 16 ชั่วโมง รวม 4 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สภาพห้องเรียน

ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 เรื่อง การถนอมอาหาร เป็นห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ห้อง มีขนาดความกว้าง 6 เมตร ความยาว 8 เมตร ภายในห้องประกอบด้วย กระดานไวท์บอร์ด เครื่องเสียงพร้อมลำโพงติดผนัง 1 ชุด โต๊ะครู 1 โต๊ะ และโต๊ะนักศึกษาพร้อมเก้าอี้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา ที่สามารถเคลื่อนย้ายให้เหมาะสมกับกิจกรรม โดยการจัดโต๊ะนักศึกษาให้นั่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ทางด้านขวาของห้องมีอ่างล้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ 2 อ่าง และทางด้านซ้ายของห้องเป็นตู้เก็บสารเคมี วัสดุและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีหน้าต่างเป็นกระจกใสทางด้านขวา และด้านหลังของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีขนาดพื้นที่พอเหมาะกับจำนวนนักศึกษา 20 คน ภายในห้องมีอากาศถ่ายเทดี มีแสงสว่างเพียงพอ และเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหารของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถนอมอาหาร ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นแผนที่ออกแบบให้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ 13 ทักษะ ของสมาพันธ์เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of science-AAAS) แผนรายหน่วย 4 แผนย่อย ๆ ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง และได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามลักษณะการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ National Science Education Standards ของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC, 2000) โดยมีลักษณะของการสืบเสาะที่สำคัญ 5 ประการ คือ 1)ใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน 2) ผู้เรียนค้นหาหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย 3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน 4) ผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเอง 5) ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลในการอธิบาย โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แล้วนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์รายวิชา คำอธิบายรายวิชาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การถนอมอาหาร (ครอบคลุม 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ขั้นที่ 3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้อง กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล สื่อการสอนในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับระยะเวลา

ขั้นที่ 4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนรายหน่วย แบ่งเป็น 4 แผนย่อยๆ ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง โดยสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องการถนอมอาหาร และออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุม 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการพัฒนา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	**เรื่อง**	**เวลาเรียน (ชั่วโมง)**
1	-ความหมาย/จุดมุ่งหมาย/ประโยชน์ของการถนอมอาหาร - สาเหตุของการเน่าเสีย - หลักในการถนอมอาหาร/วิธีการถนอมอาหาร	4
2	-ขั้นตอนการถนอมอาหาร/การเลือกภาชนะและเครื่องมือ	4
3	-ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์/การคิดหัวข้อโครงงาน	4
4	-นำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์การถนอมอาหาร	4
	รวม	**16**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การถนอมอาหาร

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรม ครู/นักเรียน	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1) ขั้นใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์กระตุ้นความสนในของผู้เรียน	-ครูกระตุ้นผู้เรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักศึกษาได้คิดตามหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น	
2) ขั้นผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐาน ต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย	-นักศึกษาร่วมกันเสนอความคิดเห็นและวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลอง -นักศึกษาแบ่งกลุ่มตามประเภทของอาหารที่เลือกและช่วยกันกำหนดเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มตามประเภทของอาหาร -ครูใช้เทคนิค KWL เพื่อให้นักศึกษาระดมสมองเพื่อช่วยกันรวบรวมวิธีการที่ใช้ในการถนอมอาหาร (ใบกิจกรรมที่ 1) -นักศึกษา รวบรวมประเด็นที่นักศึกษาต้องการเรียนรู้ (ใบกิจกรรมที่ 2) นักศึกษานำเสนอหน้าชั้นเรียน	
3)ขั้นผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน	-นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลภายในกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่ควรเรียนรู้เกี่ยวกับการถนอมอาหาร โดยให้ไปสืบค้นนอกเวลาเรียนมาจากสัปดาห์ที่ผ่านมา (ใบกิจกรรมที่ 2 ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการถนอมอาหาร) แนวคำตอบ ประเด็นที่ครูและนักศึกษาช่วยกันรวบรวม เช่น ความหมายการถนอมอาหาร ประโยชน์และจุดมุ่งหมายของการถนอมอาหาร สาเหตุการเน่าเสีย	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรม ครู/นักเรียน	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3)ขั้นผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน	ของอาหาร หลักในการถนอมอาหาร วิธีการถนอมอาหาร ขั้นตอนการถนอมอาหาร -นักศึกษาร่วมกันอภิปรายผลการศึกษาจากข้อมูลของแต่ละกลุ่ม ที่ได้ไปสืบค้นมา ว่าการถนอมอาหารแต่ละประเภทมีอะไรบ้าง มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และอภิปรายต่อว่าเหตุใดจึงต้องมีการถนอมอาหารหลากหลายวิธี พร้อมทั้งให้อธิบายว่ามีวิธีพิจารณาเลือกถนอมอาหารแต่ละวิธีอย่างไร	
4)ขั้นผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเอง	นักศึกษาร่วมกันสรุปแนวคิดเกี่ยวกับการการถนอมอาหารแต่ละประเภท จากการร่วมกันอภิปรายของแต่ละกลุ่ม	
5)ขั้นผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย	-นักศึกษานำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการถนอมอาหารแต่ละประเภท พร้อมยกตัวอย่างการถนอมอาหารที่ไม่ซ้ำกันในแต่ละกลุ่ม หลังจากการร่วมกันอภิปรายจากกิจกรรมกลุ่ม - ครูให้นักศึกษาร่วมกันนำเสนอตัวอย่างการถนอมอาหาร/ครูนำเสนอตัวอย่างของวิธีการถนอมอาหารที่สามารถทำได้รวดเร็ว สามารถลงมือปฏิบัติได้ง่าย และเป็นอาหารที่มีผู้นิยมบริโภคและสามารถ	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรม ครู/นักเรียน	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5)ขั้นผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย	สร้างรายได้จากการถนอมอาหารประเภทนี้ได้ คือ การทำข้าวหมาก เนื่องจากเป็นอาหารที่สามารถทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อย ต้นทุนต่ำ มีผู้นิยมบริโภคและสามารถนำมาประกอบอาชีพเสริมได้ - ครูให้นักศึกษาเตรียมวัสดุ/อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการทำข้าวหมาก ในสัปดาห์หน้า	

ตารางที่ 3 การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การถนอมอาหาร

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรม ครู/นักเรียน	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1)ขั้นใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์กระตุ้นความสนในของผู้เรียน	- ครูนำเสนอตัวอย่างอาหาร 8 ชนิด ที่มาจากการถนอมอาหารเพื่อนำมาให้นักศึกษา ดูเป็นตัวอย่าง - นักศึกษาจับฉลากเลือกอาหารที่ครูเตรียมมาให้กลุ่มละ 2 ชนิด	-การสังเกต -การจัดจำแนกประเภท -การวัด -การคำนวณ - การพยากรณ์ -การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา -การตั้งสมมติฐาน -การกำหนดและควบคุมตัวแปร
2)ขั้นผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย	- นักศึกษาแต่ละกลุ่มศึกษาและพิจารณาเกี่ยวกับอาหารที่แต่ละกลุ่มได้รับ โดยให้จดบันทึกสิ่งที่ได้ศึกษาและสังเกตจากตัวอย่างอาหาร (ใบกิจกรรมที่ 3 วิธีการถนอมอาหาร) แล้วพิจารณาว่าอาหารที่ได้รับดังนี้	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรม ครู/นักเรียน	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2)ขั้นผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย	เช่น อาหารที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้รับเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ลักษณะทางกายภาพของอาหารที่ได้รับเป็นอย่างไร ปัญหา/ข้อสงสัยที่ได้จากการสังเกตอาหารตัวอย่าง สิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับอาหารตัวอย่าง	-การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ -การทดลอง
3) ขั้นผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน	- นักศึกษาร่วมกันอภิปราย และแสดงความคิดเห็นเพื่อเขียนออกมาในรูปของแผนที่ความคิดเกี่ยวกับประเด็นที่ควรรู้เกี่ยวกับการถนอมอาหาร เช่น อาหารที่ได้รับเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งประเภท ใช้วิธีการถนอมอาหารประเภทใดบ้าง เหตุใดอาหารแต่ละชนิดจึงต้องใช้วิธีการถนอมอาหารที่แตกต่างกัน	
4)ขั้นผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเอง	- นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้ศึกษาจากตัวอย่างอาหาร/ครูเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่นักศึกษานำเสนอ - นักศึกษาแบ่งกลุ่มๆละ 4 - 5 คน ศึกษาใบความรู้เรื่อง การทำข้าวหมาก (ใบความรู้ เรื่อง การทำข้าวหมาก)	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรม ครู/นักเรียน	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5) ขั้นผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย	-นักศึกษาแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอสิ่งที่กลุ่มได้ช่วยกันระดมความคิด ว่าแต่ละกลุ่มมีปัญหาสงสัย และมีความสนใจอย่างไรกับข้าวหมาก แต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองในการทำข้าวหมากอย่างไร (ใบกิจกรรมที่ 4) สมมติฐานของการทำข้าวหมากคืออะไร ตัวแปรต้นคืออะไร ตัวแปรตามคืออะไร ตัวแปรควบคุมคืออะไร สามารถสังเกตและวัดตัวแปรตามได้ด้วยวิธีการใด -ครูและนักศึกษาอภิปรายผลร่วมกันเพื่อนำไปสู่การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จากการกำหนดขอบเขตและตัวแปรของแต่ละกลุ่มให้เข้าใจตรงกัน - นักศึกษาแต่ละกลุ่มทำการทดลองและบันทึกข้อมูลจากการทดลอง (ใบกิจกรรมที่ 4) - นักศึกษานำเสนอการวางแผนการออกแบบการทำข้าวหมาก - ครู/นักศึกษา ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการทำข้าวหมาก	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถนอมอาหาร

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	กิจกรรม ครู/นักเรียน	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1)ขั้นใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์กระตุ้นความสนในของผู้เรียน	- ครูซักถามนักศึกษาถึงการเก็บข้อมูลการทำกิจกรรมข้าวหมากในสัปดาห์ที่ผ่านมา	-การลงความเห็นข้อมูล -การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล -การตีความหมายและลงสรุปข้อมูล
2)ขั้นผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย	- นักศึกษานำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงการทำข้าวหมากมาร่วมกันระดมความคิดเห็นภายในกลุ่มเพื่อลงความเห็นจากข้อมูลจากทำกิจกรรมข้าวหมาก	
3)ขั้นผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน	- นักศึกษาร่วมกันอภิปราย ร่วมออกแบบการนำเสนอข้อมูล จากกิจกรรมการทำข้าวหมาก	
4)ขั้นผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเอง	– นักศึกษาร่วมกันสรุปเกี่ยวกับรูปแบบนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ในรูปแบบต่างๆ	
5)ขั้นผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย	-นักศึกษาแต่ละกลุ่ม อธิบายการนำเสนอข้อมูลและสรุปผลของกลุ่มตนเองพร้อมบอกเหตุผลในการเลือกนำเสนอข้อมูล (ใบกิจกรรมที่ 5-6) - ครู/นักศึกษา ร่วมกันเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบการนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติม	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการถนอมอาหาร

ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	กิจกรรม ครู/นักเรียน	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1) ขั้นการคิดและเลือกหัวข้อโครงงาน	- ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับโครงงาน - ครูกระตุ้นนักศึกษาให้เกิดความคิดต่อยอดในการทำโครงงาน โดยการนำเสนอตัวอย่างโครงงาน และให้นักศึกษา ศึกษาตัวอย่างโครงงาน - นักศึกษานำเสนอหัวข้อโครงงาน (ให้ไปปรึกษากันในกลุ่มนอกเวลาและนำมาเสนอ จากสัปดาห์ที่ผ่านมา) – ครูเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับหัวข้อโครงงานและหลักการเลือกหัวข้อโครงงาน	ทักษะขั้นบูรณาการในการทำโครงงาน -การตั้งสมมติฐาน -การกำหนดและควบคุมตัวแปร -การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ -การทดลอง -การตีความหมายและลงข้อสรุป
2) ขั้นวางแผนการทำ	-นักศึกษาวางแผนออกแบบการทำโครงงาน (ใบงานที่ 1)	
3) ขั้นการจัดทำเค้าโครงย่อของโครงงาน	-นักศึกษาเขียนเค้าโครงย่อของโครงงาน (ใบงานที่ 2)	
4)ขั้นทำโครงงานตามแผน	-นักศึกษาดำเนินการตามแผนที่ออกแบบไว้ รวมถึงการเก็บข้อมูลและสรุปผล โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและเสนอแนะ (ดำเนินการนอกเวลาเรียน ให้เวลาในการดำเนินการ 4 สัปดาห์	
5) ขั้นการเขียนรายงาน	-นักศึกษาเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อประมวลขั้นตอน	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	กิจกรรม ครู/นักเรียน	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
	การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามหัวข้อจาก (ใบงานที่ 2) ดำเนินการนอกเวลาเรียน	
6) ขั้นการนำเสนอโครงงาน	-นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงงาน -ครูประเมินผลการดำเนินการตามโครงงาน(แบบประเมินผลการทำโครงงานวิทยาศาสตร์) -ครู/นักศึกษา ร่วมกันสรุปผลงานที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้นำเสนอหลังจากที่แต่ละกลุ่มนำเสนอ	

ขั้นที่ 5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้างแผนฯ เนื้อหา ความถูกต้องของภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแกไขครั้งที่ 1

ขั้นที่ 6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา คืออาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ รวม 3 ท่าน ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องทางภาษา ตลอดจนความเหมาะสมของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 โดยได้มีการปรับปรุงเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. ควรแบ่งแผนรายหน่วย 16 สัปดาห์ ให้เป็นแผนรายย่อย 4 แผน

2. ควรระบุว่านักเรียนได้เรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใดบ้างและเมื่อไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสอนให้ทำโครงงานมีจุดมุ่งหมายเพื่ออะไร

4. ครูควรเพิ่มคำถามในการนำเข้าสู่การอภิปรายทุกครั้ง

5. ในการแบ่งกลุ่มผู้เรียนหรือการแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ควรให้นักศึกษาเป็นผู้กำหนดเกณฑ์เองก่อน

6. ควรมีการระบุเวลาในแต่ละขั้นของกิจกรรม

ขั้นที่ 7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษา (คนละห้อง) วิทยาลัยแห่งเดียวกัน เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งแล้วนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่องการถนอมอาหาร

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทั้ง 13 ทักษะ เรื่องการถนอมอาหาร ซึ่งเป็นแบบวัดประเภทเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (multiple choice) จำนวน 30 ข้อ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง (ภาคผนวก ค)

ขั้นตอนในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความหมาย ประเภท การสร้าง โดยเฉพาะของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for Advancement of Science : AAAS) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งทักษะพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ รวม 13 ทักษะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 3 สร้างกรอบเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถนอมอาหาร เสนอแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัด เนื้อหา ภาพประกอบ ความถูกต้องเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านโครงสร้าง ตลอดจนภาษาที่ใช้ของแบบทดสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1

ขั้นที่ 4 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา คือ อาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ รวม 3 ท่าน ทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความเป็นปรนัยของข้อคำถาม (Objectivity) และความเหมาะสมของข้อคำถามและคำตอบ จากนั้นหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อวิเคราะห์หาความตรงเชิงเนื้อหา ว่าข้อคำถามและกรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกันหรือไม่ พบว่าค่า IOC ที่ได้ในแต่ละข้อคำถามมีค่าอยู่ในช่วง 0.5 – 1 (ภาคผนวก ง) ซึ่งอยู่ในการตัดสินว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงสูง สามารถนำมาใช้ได้ และนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2 โดยมีประเด็นของข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. การใช้คำถามเกี่ยวกับเครื่องมือวัด ควรใช้คำว่าอุปกรณ์และเครื่องมือแทนการใส่ชื่ออุปกรณ์วัดลงไปในตัวเลือกตอบ

2. ภาษาที่ใช้ในการออกแบบข้อคำถามวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และควรใช้ภาษาเขียนมากกว่าภาษาพูด เช่นสูตร ควรใช้คำว่า อัตราส่วน หรือ เอาน้ำตาลใส่ลงไปในข้าวเหนียว เปลี่ยนเป็น นำน้ำตาลใส่ลงไปในข้าวเหนียว

3. การจัดจำแนกประเภทในการออกแบบข้อคำถามควรชัดเจนไม่กำกวม เพื่อให้นักศึกษาสามารถแบ่งประเภทได้ชัดเจน

4. การออกแบบตัวเลือกตอบของข้อคำถาม ควรนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ออกแบบตัวเลือกตอบได้มากกว่า 1 ทักษะ

5. ควรจะมีภาพประกอบในทักษะการตั้งสมมติฐานในข้อคำถามเพื่อให้นักศึกษาเกิดพฤติกรรมการสืบเสาะ

6. ข้อคำถามการเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการควรมีสมมติฐาน และให้นักศึกษาเลือกตัวแปรในสมมติฐานมาเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ข้อคำถามการเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ควรออกแบบตัวเลือกตอบ ควรใช้รูปแบบเช่น กราฟรูปภาพ กราฟเส้น ให้มีขนาดเล็กใหญ่ตามปริมาณของสารในข้อคำถามจะทำให้คำถามมีความชัดเจนมากขึ้น

8. การอ้างอิงตารางข้อมูลมาใช้ในข้อคำถามควรระบุชื่อตารางให้ชัดเจน ไม่นิยมใช้คำว่าตารางด้านบน หรือ ตารางด้านล่าง

ขั้นที่ 5 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษา ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการศึกษา จำนวน 20 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายของข้อคำถาม ภาพประกอบ และเพื่อตรวจสอบเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่าในบางข้อคำถามนักศึกษายังไม่เข้าใจเรื่องของภาษาที่ยังไม่ชัดเจน จากนั้นนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 3

ขั้นที่ 6 ส่งแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาและภาพประกอบอีกครั้ง จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจนเป็นที่น่าพอใจ

ขั้นที่ 7 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา โดยแสดงกรอบแนวคิดเรื่องการถนอมอาหารให้ครอบคลุม 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 6 กรอบ 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อคำถามของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อคำถาม
- การสังเกต	ข้อ 1-2
- การวัด	ข้อ 3-4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อคำถาม
- การคำนวณ	ข้อ 5-6,17
- การจัดจำแนกประเภท	ข้อ 9-10
- การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	ข้อ 27
- การพยากรณ์	ข้อ 8,15,16
- การลงความเห็นจากข้อมูล	ข้อ 12-14
- การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	ข้อ 27
- การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	ข้อ 7,11
- การตั้งสมมติฐาน	ข้อ 18-19
- การกำหนดและควบคุมตัวแปร	ข้อ 20-23
- การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	ข้อ 25-26
- การทดลอง	ข้อ 24,28
การตีความหมายและลงข้อสรุป	ข้อ 29-30

รูปเล่มการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

รูปเล่มการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถประเมินได้จากทุกขั้นตอนของการปฏิบัติโดยตรวจจากรูปเล่มโครงงานที่มีหัวข้อครอบคลุมกับโครงร่างการเขียนโครงงาน (ใบงาน ที่ 2) และวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงเนื้อหาเพื่อดูพัฒนาการทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ดังตารางที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบของรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ส่วนประกอบของรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา
1. ชื่อโครงงาน	-
2. ชื่อครูที่ปรึกษาโครงงาน	-
1. บทคัดย่อ	-
2. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	-
3. วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน	-
4. สมมติฐานของการทำโครงงาน	- ทักษะการตั้งสมมติฐาน
5. ตัวแปรของการทำโครงงาน	- ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
6. นิยามเชิงปฏิบัติการ	- ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
7. การออกแบบการทดลอง	- ทักษะการทดลอง
8. ผลทดลอง/ผลการศึกษาค้นคว้า	- ทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล
9. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำโครงงาน	-
10. เอกสารอ้างอิง	-
รวม	**5 ทักษะขั้นบูรณาการ**

ใบงาน/ใบกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1. สร้างใบงาน/ใบกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถนอมอาหาร

2. นำใบงาน/ใบกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาที่วิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้รวมทั้งความสอดคล้องของข้อคำถามในใบกิจกรรมกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3. นำใบงาน/ใบกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง และนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำหนังสือจากภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ไปยังผู้อำนวยการวิทยาลัยแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา อาชีวศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ เพื่อขออนุญาตดำเนินการศึกษาวิจัย ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการศึกษา 16 ชั่วโมง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถนอมอาหาร

1. ผู้วิจัยทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนด้วย แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2. ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 แผน แผนรายหน่วย (16 ชั่วโมง มี 4 แผนย่อย)

3. ผู้วิจัยทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอีกครั้ง เพื่อดูการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการวิเคราะห์ชิ้นงานโครงงานและรูปเล่มการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาโดยผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการตอบแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มาวิเคราะห์คำตอบแบบรายทักษะ รวม 13 ทักษะ จากข้อคำถาม 30 ข้อ โดยหาค่าร้อยละของนักศึกษาที่ตอบคำถามก่อนเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการพัฒนา และวัดทักษะอีกครั้งหลังเรียนเพื่อดูการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปเล่มการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาในเชิงพรรณนาเกี่ยวกับการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ เช่น การเขียนตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การออกแบบการทดลอง เป็นต้น

3. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจากใบกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นรายทักษะเพื่อดูการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนำข้อมูลจากคำตอบ และคำอธิบายเหตุผลของนักศึกษามาตีความหมาย เพื่อแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่มีทักษะ 2) กลุ่มที่ไม่มีทักษะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 8 ค่าร้อยละของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่มีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่องการถนอมอาหาร ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

(N = 20)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์									
	มีทักษะ				ไม่มีทักษะ				ผลต่างของทักษะที่เพิ่มขึ้น	
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
การสังเกต	7	35	12	60	13	65	8	40	5	25
การวัด	11	55	15	75	9	45	5	25	4	20
การคำนวณ	8	40	14	70	12	60	6	30	6	30
การจัดจำแนกประเภท	12	60	16	80	8	40	4	20	4	20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

(N = 20)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์									
	มีทักษะ				ไม่มีทักษะ				ผลต่างของทักษะที่เพิ่มขึ้น	
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ก่อนเรียน		หลังเรียน			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเปสและสเปสกับเวลา	5	25	12	60	15	75	8	40	7	35
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	8	40	11	55	12	60	9	45	3	15
การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	10	50	12	60	10	50	8	40	2	10
การพยากรณ์	8	40	11	55	12	60	9	45	3	15
การตั้งสมมติฐาน	7	35	11	55	13	65	9	45	4	20
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	8	40	11	55	12	60	9	45	3	15
การกำหนดและควบคุมตัวแปร	8	40	10	50	12	60	10	50	2	10
การทดลอง	8	40	12	60	12	60	8	40	4	20
การตีความหมายและลงข้อสรุป	7	35	8	40	13	65	12	60	1	5
เฉลี่ย	**8**	**41.54**	**12**	**58.46**	**12**	**58.46**	**8**	**41.54**	**4**	**16.92**

ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่ได้จากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีการออกแบบกิจกรรม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 4 แผนย่อยๆ ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง ครอบคลุม 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาจำนวน 20 คน ผลปรากฏว่า นักศึกษามีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยก่อนเรียนมีเพียง ร้อยละ 41.54 ของนักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหลังเรียนพบว่านักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 58.46 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นโดยการทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นทักษะที่พัฒนาขึ้นมากที่สุด (7 คน คิดเป็นร้อยละ 35) รองลงมาคือ ทักษะการคำนวณ (6 คน คิดเป็นร้อยละ 30) ทักษะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การสังเกต (5 คน คิดเป็นร้อยละ 25) ทักษะการวัดทักษะการจัดจำแนกประเภท ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการทดลอง (4 คน คิดเป็นร้อยละ 20) ตามลำดับ และทักษะที่มีผลต่างทักษะของนักศึกษาที่มีทักษะน้อยที่สุดคือ ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป (1 คน คิดเป็นร้อยละ 5 โดยมีรายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ทักษะการสังเกต (Observing Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการสังเกตเพิ่มขึ้นเป็น12คนคิดเป็นร้อยละ 60 ซึ่งมีระดับทักษะการสังเกตเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 25 โดยหลังเรียนพบว่านักศึกษาที่มีทักษะ สามารถอธิบายทักษะการสังเกตเกี่ยวกับตัวอย่างอาหารที่กำหนดให้ เช่น“กล้วย” ผลกล้วยมีลักษณะกลมยาว เปลือกกล้วยมีผิวเรียบ และมีจำนวนผลกล้วยในหวีทั้งหมด 13 ผลส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะอธิบายผลการสังเกตลักษณะของกล้วยโดยใส่ความคิดเห็นของตนเองลงไปด้วยว่า กล้วยน้ำว้าห่ามใกล้จะสุก และในสถานการณ์ “ขวดโหลที่บรรจุน้ำเกลือและไข่” นักศึกษาที่มีทักษะสามารถเขียนบรรยายผลการสังเกตได้ว่า ขวดโหลใบนี้มีผิวเรียบและใส ขวดโหลมีน้ำเกลือบรรจุอยู่ประมาณ 3 ใน 4 ส่วน และในขวดโหลมีไข่อยู่จำนวน 3 ฟอง ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะก็จะบรรยายว่า“ขวดโหลใบนี้ทำมาจากพลาสติก” ซึ่งมีการใส่ความคิดของตนเองลงไปเช่นกัน

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกต จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) บ่งชี้และบรรยายสมบัติของวัตถุ โดยการใช้ประสารทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง 2) บรรยายสมบัติที่เชิงปริมาณของวัตถุออกมาในรูปจำนวนได้ โดยการกะประมาณเช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ เป็นต้น 3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงลักษณะ สมบัติของวัตถุ หรือ สถานการณ์หรือปรากฏการณ์ ที่เกิดจากการกระทำบางอย่าง สิ่งที่ควรสังเกต คือ ลักษณะของสถานการณ์ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และลำดับของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ตัวอย่างเช่น จากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องวิธีการถนอมอาหาร นักศึกษาที่มีพฤติกรรมบ่งชี้ว่ามีทักษะการสังเกต ครบถ้วน มีจำนวน 6 คน จะอธิบาย ตัวอย่างอาหารที่กำหนดมาให้ดังต่อไปนี้ เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“หมูยอมีสีน้ำตาลอ่อน มีจุดสีดำกระจายอยู่ทั่วๆบริเวณแท่งหมูยอ มีผิวเรียบ และมีกลิ่นคาว”

“ไข่เค็ม เปลือกด้านนอกมีสีขาว มีลักษณะแข็งและผิวเรียบ มีผงสีขาวเกาะบริเวณเปลือกด้านนอก รูปทรงกลมรี เนื้อด้านในมีสีขาว มีรสชาติเค็ม เนื้อตรงกลางเป็นวงกลม มีสีส้มปนเหลือง มีรสชาติเค็มและมัน”

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีนักศึกษาบางส่วนที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะแต่ไม่ครบทั้ง 3 ข้อ โดยสามารถอธิบายและบรรยายลักษณะ ของอาหารได้ถูกต้อง โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุออกมาในรูปจำนวนได้แต่บอกไม่ละเอียด บอกไม่ครบถ้วน มีจำนวน 11 คนเช่น

“หมูยอมีลักษณะเป็นแท่งกลม มีผิวเรียบ และมีกลิ่นคาว”

“ไข่เค็ม มีรูปทรงกลมรี เปลือกมีสีขาวนวล ผิวเรียบ”

“กุนเชียง มีลักษณะเป็นแท่ง สีชมพูปนแดง และมีจุดขาว”

นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าไม่เกิดทักษะการสังเกตที่ไม่สามารถอธิบายบรรยายลักษณะของอาหารได้ถูกต้อง บอกไม่ครบถ้วน และมีการใส่ความคิดเห็นส่วนตัวลงไป หรือไม่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตเลย มีจำนวน 3 คน เช่น

“กล้วยตากมีสีน้ำตาลอมเหลือง เหี่ยวและแห้งเพราะผ่านการตากแห้งมานานแล้ว”

“กล้วยตากมีสีน้ำตาลปนเหลือง มีรอยเหี่ยวย่น น่าจะมีรสชาติหวาน จึงมีกลิ่นเหมือนแอลกอฮอล์”

แต่จากการตรวจใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การทำข้าวหมากพบว่านักศึกษามีทักษะการสังเกตเพิ่มขึ้น เป็น 15 คน มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตครบทั้ง 3 ข้อ นักศึกษาสามารถบรรยายลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าวหมาก ที่มีปริมาณน้ำตาลที่แตกต่างกัน เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“เมล็ดข้าวเหนียวมีสีขาวขุ่น ไม่มีน้ำต้อย รสชาติมัน”

“เมล็ดข้าวเหนียวมีสีขาวขุ่น มีน้ำเล็กน้อย รสชาติหวานปานกลาง”

“เมล็ดข้าวเหนียวมีสีขาวขุ่น มีน้ำเล็กน้อย ค่อนข้างหนืด รสชาติหวานมาก”

นักศึกษาจำนวน 5 คน สามารถบรรยายลักษณะทางกายภาพได้ถูกต้องแต่ยังมีการใส่ความคิดเห็นส่วนตัวลงไปบางส่วน เช่น

“เมล็ดข้าวเหนียวสวย รสชาติอร่อยกำลังดี”

“เมล็ดข้าวเหนียวมีน้ำแฉะ ไม่เกาะเมล็ดข้าว รสชาติหวานมากเหมือนขนมหวาน”

“เมล็ดข้าวเหนียวอิ่มตัว รสชาติหวานไม่มีความซ่า”

ทักษะการวัด(Measuring Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการวัดเพิ่มขึ้นเป็น 15 คน คิดเป็นร้อยละ 75 ซึ่งมีระดับทักษะการวัดเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 20 โดยหลังเรียนพบว่านักศึกษาที่มีทักษะสามารถอธิบายทักษะการวัด การเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆในการวัด เช่น

“อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของน้ำเชื่อม ควรเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ขนาด 150 องศา”

“การตวงปริมาณน้ำตาล เพื่อนำไปเชื่อมเปลือกส้มโอควรเลือกใช้ถ้วยตวง ในการตวง**”**

ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะอธิบายทักษะการวัดดังนี้ เช่น

“อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของน้ำเชื่อม ควรเลือกลักซ์มิเตอร์ขนาด 150 องศา”

“อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของน้ำเชื่อม ควรเลือกบารอมิเตอร์ขนาด 150 องศา”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของน้ำเชื่อม ควรเลือกแอนิโมมิเตอร์ขนาด 150 องศา”

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด 2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 3) บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องวัดได้ถูกต้อง 4) ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง 5) ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากวัดได้

ตัวอย่างเช่น จากใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การทำข้าวหมาก โดยการกำหนดให้ใช้ปริมาณน้ำตาลต่างกัน พบว่านักศึกษาที่แสดงพฤติกรรมว่ามีทักษะการวัดจำนวน 6 คน สามารถเลือกใช้เครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ และบอกวิธีและวิธีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ รวมไปถึงการอ่านตัวเลขที่ได้จากการชั่ง การตวง ได้ถูกต้อง เช่น

“นักศึกษาเลือกใช้ถ้วยตวงในการตวงข้าวเหนียว เลือกใช้บีกเกอร์ในการตวงน้ำ และเลือกใช้เครื่องชั่งสำหรับชั่งวัตถุดิบที่มีน้ำหนักน้อย ไม่เกิน 1,000 กรัม”

นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดบางส่วนแต่ไม่ครบถ้วน จำนวน 6 คนนักศึกษาสามารถเลือกเครื่องมือในการชั่ง ตวง วัด ได้ถูกต้องแต่อ่านค่าไม่ถูกต้องหรือมีวิธีการวัดที่ไม่ถูกต้อง เช่น

“ขณะที่ชั่ง ตวง วัด และอ่านค่า ระดับสายตาของผู้วัดไม่อยู่ในระดับเดียวกับสเกลของเครื่องมือวัด ทำให้การค่าตัวเลขคลาดเคลื่อน ”

“เลือกใช้ถ้วยตวงในการตวงข้าวเหนียว แต่ตวงถ้วยพูน ไม่มีการปาดปากถ้วยให้เรียบ”

นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าไม่มีทักษะการวัด จำนวน 8 คนเลือกเครื่องมือที่ใช้ในการชั่ง ตวง วัด ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือชนิดต่างๆ ที่นำมาใช้ได้ถูกต้อง อ่านค่าเครื่องมือที่ใช้ในการชั่งตวงวัดไม่ถูกต้อง ไม่สามารถเปลี่ยนหน่วยที่ใช้การชั่ง ตวง วัด กลับไปกลับมาได้ มีวิธีในการวัดและใช้เครื่องมือที่ผิด เช่น

“เลือกใช้ถุงพลาสติกเป็นภาชนะในการตวงข้าวเหนียว”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“เลือกใช้ถาดพลาสติกกับข้าวเหนียวร้อนๆ”

“ตวงน้ำตาลด้วยการเทและกะปริมาณด้วยสายตา”

นอกจากนี้จากการตรวจรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์ ยังพบว่าหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัด เพิ่มขึ้น เช่น นักศึกษาสามารถเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการทำโครงงานได้ถูกต้องและเหมาะสม เช่น

1. นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่อง ลูกยอหยี สามารถเลือกใช้เครื่องมือและวัดค่าออกมาได้อย่างถูกต้อง โดยเขียนรายงานว่า “ในการกวนลูกยอหยี ควรเลือกใช้กระทะทองเหลือง เนื่องจากนำความร้อนได้ดี อาหารร้อนเร็ว ไม่ติดกระทะ ไม่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง”

2. นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่อง กุ้งหยอง สามารถเลือกใช้เครื่องมือและวัดค่าออกมาได้อย่างถูกต้อง โดยเขียนรายงานว่า “เลือกใช้ไม้พายในการทำกุ้งหยอง เพื่อไม่ให้เนื้อกุ้งขาดหรือแหลกละเอียด”

3. นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่อง แยมลูกจากกลิ่นกุหลาบ สามารถเลือกใช้เครื่องมือและวัดค่าออกมาได้อย่างถูกต้อง โดยเขียนรายงานว่า “เลือกใช้กระทะทองเหลืองในการกวนแยม เนื่องจากให้ความร้อนเร็วเวลากวนเนื้อลูกจากไม่ติดกระทะ ใช้เวลาในการกวนน้อย ประหยัดพลังงานและเชื้อเพลิง” “เลือกใช้ลูกจากที่ไม่อ่อนหรือแก่จนเกินไป เนื่องจากจะทำให้เนื้อแยมที่ได้มีความหอมนุ่ม และเนื้อแยมเนียนละเอียด”

ทักษะการคำนวณ (Using Number Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 40 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการคำนวณเพิ่มขึ้นเป็น 14 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ซึ่งมีระดับทักษะการคำนวณเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 30 โดยหลังเรียนพบว่านักศึกษาที่มีทักษะการคำนวณ สามารถคำนวณได้อย่างถูกต้อง สามารถนับและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนสิ่งของที่นับได้ถูกต้อง นักศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถคำนวณอัตราส่วนของการถนอมอาหารประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง จากสถานการณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้เช่น

"สถานการณ์ การดองไข่เค็มจำนวน 5 ฟอง ต้องใช้เกลือ : น้ำ ตามอัตราส่วน 1 : 3 หาก ต้องการดองไข่เค็มจำนวน 31 ฟอง ต้องใช้อัตราส่วนของเกลือต่อน้ำเท่าใดโดยนักศึกษาที่มีทักษะจะตอบว่า การดองไข่เค็มจำนวน 5 ฟอง ต้องใช้เกลือ อัตราส่วนของเกลือ : น้ำ เท่ากับ 6 : 8 ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะคำนวณหรือเปรียบเทียบตัวเลขได้ไม่ถูกต้อง"

"สถานการณ์ที่กำหนด ในการคำนวณปริมาณน้ำตาลต่างๆกันที่ใช้ในการหมักไวน์จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์เท่าใด ถ้ากำหนดปริมาณน้ำตาล 250 กรัม ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ 15% , ปริมาณน้ำตาล 300 กรัม ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ 25 % , ปริมาณน้ำตาล 350 กรัม ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ 35 % , ปริมาณน้ำตาล 400 กรัม ให้ปริมาณแอลกอฮอล์ 45 % จากข้อมูลดังกล่าวหากใช้ปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 325 กรัม จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์ เท่าใด นักศึกษาที่มีทักษะการคำนวณจะสามารถคำนวณได้ถูกต้อง ว่ามีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 30 % ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะการคำนวณจะไม่สามารถคำนวณได้ถูกต้อง"

"สถานการณ์การคำนวณการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเชื่อม ในช่วงเวลาที่ต่างๆ กันให้นักศึกษาคำนวณข้อมูลที่ให้จากตารางว่า หากต้มน้ำเชื่อมจนถึงนาที ที่ 17 น้ำเชื่อมจะมีอุณหภูมิกี่องศาเซลเซียส" ใช้ข้อมูลจากตารางที่ 8

ตารางที่ 9 ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำเชื่อมเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

ช่วงเวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)
5	52
10	63
15	74
20	85

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักศึกษาที่มีทักษะการคำนวณจะสามารถคำนวณได้ถูกต้อง เช่น

“น้ำเชื่อมจะมีอุณหภูมิเท่ากับ 78- 79 องศาเซลเซียส”และนักศึกษาที่ไม่ทักษะการคำนวณจะไม่สามารถคำนวณและตอบได้ถูกต้องว่าน้ำเชื่อมจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่าใด

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) คำนวณได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว 2) บอกหรือแสดงวิธีการคิดคำนวณได้ 3) ระบุหน่วยที่ใช้ได้อย่างถูกต้อง 4) นับและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนสิ่งของที่นับได้ถูกต้อง

ตัวอย่างเช่น จากใบกิจกรรมที่4เรื่องการทำข้าวหมาก โดยการกำหนดให้ใช้ปริมาณน้ำตาลต่างกัน พบว่านักศึกษาที่แสดงพฤติกรรมว่ามีทักษะการคำนวณ จำนวน 14 คน สามารถคำนวณปริมาณข้าวเหนียวกับปริมาณน้ำตาลที่จะใช้ตามสูตรต่างๆ ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง สามารถเรียงลำดับปริมาณสูตรของข้าวหมากที่มีปริมาณน้ำตาลและแอลกอฮอล์ที่ต่างกันๆ จากน้อยไปหามากได้ถูกต้อง รวมไปถึงการคำนวณปริมาณข้าวหมากกับปริมาณบรรจุภัณฑ์ทีใช้ในการบรรจุข้าวหมากได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังพบว่ามีนักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณบางส่วนแต่ไม่ครบถ้วนจำนวน6คน เช่น

“สามารถตวงปริมาณของข้าวเหนียว น้ำตาลได้ตามสูตร แต่จะมีปัญหาเรื่องการคำนวณน้ำหนักของภาชนะที่ตวงกับน้ำหนักของวัตถุดิบที่นำมาชั่งน้ำหนัก”

นอกจากนี้จากการตรวจรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ คือ นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถคำนวณข้อมูลที่ได้จากสังเกต การวัดและการทดลองในการทำโครงงาน เช่น

1. นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่อง ลูกยอหยี สามารถกำหนดอัตราส่วนในการชั่ง ตวง วัดวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการถนอมอาหาร ได้อย่างถูกต้อง โดยเขียนรายงานว่า “การรักษาอุณภูมิของน้ำที่ใช้ต้มลูกยอให้เดือดตลอดเวลา ขณะจับเวลา โดยตั้งน้ำเดือดไว้สำหรับเติมเมื่อระดับน้ำในหม้อต้มลูกยอลดระดับ เพื่อรักษาอุณหภูมิให้เดือดตลอดเวลา” “การคำนวณอัตราส่วนของ ปริมาณเนื้อลูกยอทั้งลูก 1,000 กรัม จะได้เนื้อเพียง 500 กรัมถ้าต้องการ เนื้อลูกยอ 1,000 กรัม ต้องใช้ลูกยอทั้งลูก 2,500 กรัม ต้องใช้อัตราส่วน คือ ลูกยอทั้งลูก : เนื้อลูกยอ 2:1”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่อง ไข่ไก่เค็ม สามารถกำหนดอัตราส่วนในการชั่ง ตวง วัดวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการถนอมอาหาร ได้อย่างถูกต้อง โดยเขียนรายงานว่า“ส่วนผสมของน้ำ : เกลือในการดองไข่ไก่เค็ม คือ (3:1) สามารถดองได้ 5 ฟอง หากต้องการดอง 20 ฟอง ก็เพิ่มอัตราส่วนของน้ำ : เกลือ เป็น 12 : 4”

ทักษะการจัดจำแนกประเภท (Classifying Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 60 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการจัดจำแนกประเภทเป็น 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งมีระดับทักษะการจัดจำแนกประเภทเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 20 โดยหลังเรียนพบว่านักศึกษาที่มีทักษะ สามารถจัดจำแนกประเภท สามารถกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งเพื่อนๆ ในชั้นเรียนว่าสามารถแบ่งหรือจัดกลุ่มของเพื่อนในชั้นเรียนได้อย่างไร และใช้อะไรเป็นเกณฑ์ได้บ้าง นักศึกษาส่วนใหญ่ที่มีทักษะการจัดจำแนกประเภทจะกำหนดเกณฑ์ต่างๆ กัน เช่น

“เพศ, สีผม , สีผิว , น้ำหนัก”

รวมไปถึงตัวอย่างอาหารที่เป็นการถนอมอาหาร ประเภทต่าง ๆ เช่น เต้าเจี้ยว กะปิ ตั้งฉ่าย ไข่เค็ม ผักกาดดอง หมูยอ กล้วยตาก ฯลฯ ซึ่งเป็นตัวอย่างอาหารที่ครูนำมาให้นักศึกษาสังเกตและให้นักศึกษาจัดกลุ่มของอาหารที่กำหนดและบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มของอาหารที่กำหนด พร้อมอธิบายเหตุผลหรือความสัมพันธ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภท นักศึกษาที่มีทักษะสามารถอธิบายลักษณะร่วมของอาหารที่กำหนดให้ เช่น

“ผักกาดดอง นมเปรี้ยว แหนม เป็นกลุ่มของการถนอมอาหารที่ทำให้เกิดกรดแล็กติก (รสเปรี้ยว)”

ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะ จากอธิบายว่าลักษณะร่วมของอาหารที่กำหนดให้ เช่น

“เป็นการถนอมอาหารด้วยการใช้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์”

“เป็นการถนอมอาหารโดยอาศัยความเข้มข้นของน้ำตาล”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“เป็นการถนอมอาหารที่ทำให้เกิดกรดแอซิติก”

ในสถานการณ์กำหนดให้นักศึกษาเลือกใช้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มของอาหารออกเป็นกลุ่มตามที่กำหนด โดยให้กลุ่มที่ 1 กระเทียมดองขิงดอง มะม่วงแช่อิ่มกลุ่มที่ 2 ปลาส้ม ผักกาดดอง แหนม นักศึกษาที่มีทักษะจะสามารถจัดจำแนกประเภทของอาหารที่กำหนดได้ เช่น

“กลุ่มที่ 1 เป็นการถนอมอาหารประเภทการดองสามรสและกลุ่มที่ 2 เป็นการถนอมอาหารประเภทการดองเปรี้ยว”

ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะจัดจำแนกประเภทกลุ่มของอาหารที่กำหนดให้ เช่น

“กลุ่มที่ 1 เป็นการถนอมอาหารประเภทการดองเค็มและกลุ่มที่ 2 เป็นการถนอมอาหารประเภทการดองหวาน”

“กลุ่มที่ 1 เป็นการถนอมอาหารประเภทการดองเปรี้ยว และกลุ่มที่ 2 เป็นการถนอมอาหารประเภทการดองเค็ม

อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีนักศึกษาบางส่วนที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดจำแนกประเภทแต่ยังไม่สมบูรณ์ คือสามารถจัดจำแนกประเภทของอาหารได้เพียงบางส่วนและไม่สามารถอธิบายได้ว่าใช้เกณฑ์ใดในการจัดจำแนกประเภทของอาหาร

นอกจากนี้จากการตรวจรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดจำแนกประเภท จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 2) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ 3) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะจัดจำแนกประเภทสามารถจัดจำแนกประเภทการถนอมอาหารของกลุ่มที่ตนเองทำได้ถูกต้อง เช่น

นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่อง แยมลูกจากกลิ่นกุหลาบ สามารถเลือกใช้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มของอาหารได้ถูกต้อง“แยมลูกจากกลิ่นกุหลาบ เป็นการถนอมอาหารโดยใช้น้ำตาล”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่อง ไข่ไก่เค็ม สามารถเลือกใช้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มของอาหารได้ถูกต้อง“การทำไข่ไก่เค็มเป็นการถนอมอาหารโดยใช้ความเข้มข้นของเกลือ เรียกว่า การดอง”

นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่อง ลูกยอหยี สามารถเลือกใช้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มของอาหารได้ถูกต้อง “การแบ่งชนิดของลูกยอ เป็น 2 ชนิด คือ ลูกยอบ้าน และลูกยอป่า พร้อมอธิบายการเลือกใช้ลูกยอบ้านเนื่องจากมีเมล็ดน้อย เนื้อเยอะ และมีรสขมน้อยกว่าลูกยอป่า”

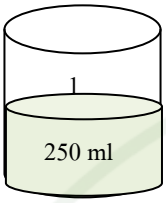
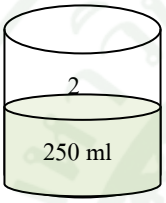
นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่อง กุ้งหยอง สามารถเลือกใช้เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มของอาหารได้ถูกต้อง “กุ้งหยองเป็นการถนอมอาหาร ประเภททำแห้ง คือ การขจัดน้ำออกจากกุ้ง เพื่อยืดระยะเวลาการเน่าเสีย”

ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space relationships and time relationships)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 25 และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 12 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ซึ่งมีระดับทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 35 โดยหลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาจำนวน 12 คนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ระดับของน้ำในภาชนะทั้งสองที่มีสารละลายน้ำตาลปริมาณต่างกันกับการเปลี่ยนแปลงไปของปริมาณของน้ำในภาชนะทั้งสองเมื่อน้ำตั้งไฟต่อไปจนถึงนาทีที่ 30 ดังตารางที่ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่มีสารละลายน้ำตาลต่างกันเมื่อนำไปตั้งไฟและวัดอุณหภูมิในช่วงเวลาที่ต่างกัน

หมายเลขภาชนะ	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	เวลา(นาที)	อุณหภูมิ (ºC)
	10	5	40
		10	59
		15	78
		20	97
	25	5	32
		10	46
		15	60
		20	75

พบว่านักศึกษาที่มีทักษะได้อธิบาย สถานการณ์เกี่ยวกับปริมาณของน้ำในภาชนะทั้งสองจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หลังจากตั้งไฟไปจนถึงนาทีที่ 30 เช่น

“น้ำในภาชนะใบที่ 1 จะมีปริมาณน้อยกว่า น้ำในภาชนะใบที่ 2 เนื่องจากภาชนะใบที่ 2 มีปริมาณสารละลายมากกว่าภาชนะใบที่ 1 จึงเดือดกลายเป็นไอช้ากว่า”

ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจำนวน 8 คน จะอธิบายแตกต่างกันไป เช่น

“ภาชนะใบที่ 1 จะมีปริมาณน้ำเท่ากับภาชนะใบที่ 2 เนื่องจากภาชนะทั้งสองมีปริมาณน้ำก่อนตั้งไฟเท่ากัน”

“ภาชนะใบที่ 1 จะมีปริมาณน้ำมากกว่าภาชนะใบที่ 2 หลังจากตั้งไฟ”

ตัวอย่างเช่น ใบกิจกรรมที่ 5เรื่อง ติดตามผล การทำข้าวหมากพบว่านักศึกษาที่มีทักษะได้อธิบายเกี่ยวกับประมาณของน้ำต้อยต่อช่วงเวลาที่ใช้ในการหมักข้าวหมาก (สเปสกับเวลา) เช่น

“ถ้าจำนวนวันที่หมักเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำต้อยในข้าวหมากก็จะเพิ่มขึ้น”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ปริมาณน้ำตาลในการหมักข้าวหมากมีผลต่อรสชาติของข้าวหมาก ”

“ถ้าปริมาณของน้ำตาลและจำนวนวันในการหมักข้าวหมากมาก ก็จะมีกลิ่นแอลกอฮอล์มาก”

ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะ จะอธิบายแตกต่างกันไป เช่น

“ปริมาณน้ำต้อยในข้าวหมากเท่าเดิมเนื่องจากปริมาณของข้าวเหนียวเท่ากัน”

“ปริมาณน้ำต้อยในข้าวหมากไม่เปลี่ยนแปลง ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้ำตาลต่างกันแต่ปริมาณข้าวเหนียวเท่ากัน”

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล(Organizing Data and Communication Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาค่าจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 40 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็น 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55 ซึ่งมีระดับทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 15 โดยหลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะ สามารถเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

กำหนดสถานการณ์การหมักไวน์สับปะรด ที่มีปริมาณน้ำตาลที่ต่างกัน จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ต่างกันและรสชาติที่ต่างกัน จะมีวิธีการนำเสนอข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูลอย่างไร นักศึกษาที่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลสามารถเลือกสื่อความหมายข้อมูลได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม เช่น

“สื่อความหมายข้อมูลโดยใช้กราฟนำเสนอข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้น”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะก็จะเลือกสื่อความหมายข้อมูลได้ไม่เหมาะสม เข้าใจยากเช่น

“ สื่อความหมายข้อมูลโดยใช้กราฟรูปภาพ ซึ่งจะอ่านข้อมูลได้ยาก”

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) เลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 2) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ได้ 3) ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 4) เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้ 5) บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใด ๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดและสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 6) บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่านักศึกษาบางส่วนที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่ามีทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแต่ไม่ครบทั้ง 6 ข้อ มีจำนวน 13 คน มีการใส่ความคิดเห็นของตนเองไปด้วยโดยการใช้ประสาทสัมผัส เช่น ลิ้น ในการกำหนดตัวแปรที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลกับรสชาติของข้าวหมาก เลือกนำเสนอด้วยกราฟแท่ง และกำหนดระดับรสชาติของข้าวหมากออกมาเป็นตัวเลข ดังนี้

ตัวอย่างเช่น จากใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจากการทำข้าวหมาก โดยการกำหนดให้ใช้ปริมาณน้ำตาลต่างกัน พบว่านักศึกษาที่แสดงพฤติกรรมว่ามีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจำนวน 7 คน สามารถสื่อความหมายข้อมูลดังนี้

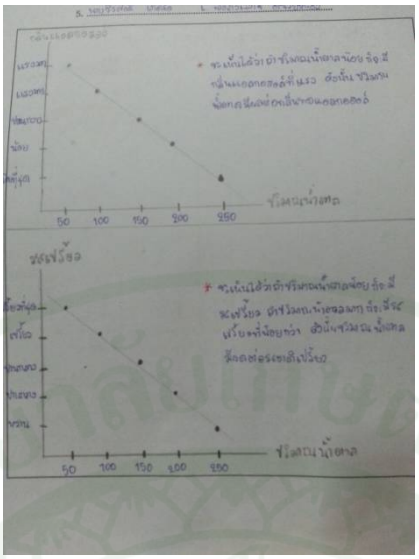
“กราฟเส้น แสดงปริมาณน้ำตาลที่ต่างกันกับรสชาติของข้าวหมากที่เปลี่ยนแปลงไป”

“กราฟแท่ง แสดงปริมาณระยะเวลาในหมักข้าวหมากและกลิ่นของข้าวหมากที่เปลี่ยนแปลงไป”

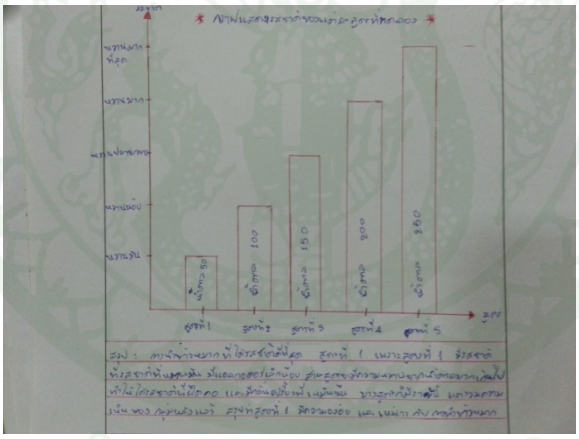
“กราฟแท่ง แสดงปริมาณน้ำตาลกับรสชาติของข้าวหมาก”

“กราฟเส้น แสดงปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาในการหมัก”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟเส้น จากใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจากการทำข้าวหมาก



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟแท่ง จากใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจากการทำข้าวหมาก

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่านักศึกษาบางส่วนที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่ามีทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายข้อมูลแต่ไม่ครบทั้ง 6 ข้อ มีจำนวน 13 คน มีการใส่ความคิดเห็นของตนเองไปด้วยโดยการใช้ประสาทสัมผัส เช่น ลิ้น ในการกำหนดตัวแปรที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลกับรสชาติของข้าวหมาก เลือกนำเสนอด้วยกราฟแท่ง และกำหนดระดับรสชาติของข้าวหมากออกมาเป็นตัวเลข ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ระดับ 1 มีรสชาติหวานจนเลี่ยน ระดับ 2 มีรสชาติหวานมากระดับ 3 มีรสชาติหวานปานกลาง ระดับ 4 มีรสชาติอร่อยกำลังดี หวานน้อยระดับ 5 มีรสชาติดี ไม่ฉุน อร่อย”

“ระดับ 1 มีรสชาติหวานจนเลี่ยน ระดับ 2 มีรสชาติหวานมากระดับ 3 มีรสชาติหวานปานกลาง ระดับ 4 มีรสชาติอร่อยกำลังดี หวานน้อยระดับ 5 มีรสชาติดี ไม่ฉุน อร่อย”

ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 50 มีทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็น 12 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ซึ่งมีระดับทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 10 ซึ่งเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยหลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะ สามารถอธิบายทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลการถนอมอาหารประเภทต่างๆ เช่น

สถานการณ์ที่ 1 หากรับประทานกล้วยฉาบแล้วปรากฏว่ามีรสชาติฝาดเกิดขึ้น จะลงความเห็นจากข้อมูลดังกล่าวได้อย่างไรนักศึกษาที่มีทักษะ จะลงความคิดเห็นได้ว่า

“กล้วยฉาบนี้ทำจากกล้วยดิบ”

ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จะอธิบายและลงความคิดเห็นคลาดเคลื่อนไปเล็กน้อย เช่น

“กล้วยฉาบนี้ทำจากกล้วยที่มีเปลือกสีเขียวอมเหลือง”

สถานการณ์ที่ 2 การลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกต น้ำเชื่อมที่ต้มอยู่ในหม้อ นักศึกษาที่มีทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จะอธิบายและลงความเห็นได้ว่า

“น้ำเชื่อมถ้วยนี้มีรสหวาน คล้ายน้ำตาลอ้อย”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จะลงความเห็นจากข้อมูลดังนี้ เช่น

“น้ำเชื่อมถ้วยนี้มีสีเหลืองอ่อน”

“น้ำเชื่อมถ้วยนี้มีน้ำตาลประมาณ 400 กรัม”

“น้ำเชื่อมถ้วยนี้มีกลิ่นหอม”

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่า นักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย 2) การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น ความสามารถในการสังเกต

ตัวอย่างเช่น ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ติดตามผลการทำข้าวหมาก โดยให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้ลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมมาช่วย จากการทำลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทำข้าวหมากและสังเกตผล ในวันที่ 1 วันที่ 3 และวันที่ 7 นักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จะสามารถอธิบายหรือสรุปได้เช่น

“ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อรสชาติ กลิ่น และลักษณะทางกายภาพข้าวหมาก”

“การทำข้าวหมากที่เหมาะสม ควรใช้อัตราส่วนของข้าวเหนียว 300 กรัม : น้ำตาล 50 กรัม เพราะมีรสชาติกำลังดี เมล็ดข้าวสวยสีเหลือง อมขาวนวล”

“ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อรสชาติ กลิ่นและลักษณะทางกายภาพ จะเห็นได้ว่าสูตรที่มีปริมาณน้ำตาลน้อยที่สุดจะมีรสชาติหวานเปรี้ยวกำลังดี มีกลิ่นแอลกอฮอล์เล็กน้อย ลักษณะทางกายภาพคือมีน้ำต้อยท่วมข้าวเหนียว เมล็ดข้าวมีสีขาวขุ่นและรสชาติดีที่สุด”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แต่อย่างไรก็ตามพบว่านักศึกษาบางส่วนมีพฤติกรรมที่แสดงว่ามีทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลแต่ไม่ครบทั้ง 2 ข้อ กล่าวคือสามารถลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการทดลองทำข้าวหมาก แต่ยังมีการใส่ความคิดเห็นส่วนตัวที่ได้จากการสังเกตลงไปด้วย เช่น

“ระดับน้ำตาลที่ 50 กรัม มีรสชาติอยู่ในระดับ 5 อร่อยมากและรสชาติดี หวานน้อย เหมาะสมที่สุดในการทำข้าวหมาก”

“สูตรที่ 1 (น้ำตาล 50 กรัม) มีรสชาติหวานมัน มีแอลกอฮอล์เล็กน้อย ส่วนสูตรที่เหลือจะมีความหวานจากปริมาณน้ำตาลมากเกินไป ทำให้รสชาติฝืดคอและมีกลิ่นเปรี้ยว”

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล ความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น ความสามารถในการสังเกต (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540)

ทักษะการพยากรณ์ (Predicting Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 40 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการพยากรณ์เพิ่มขึ้นเป็น 11 คิดเป็นร้อยละ 55 ซึ่งมีระดับทักษะการพยากรณ์เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 15 โดยหลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะสามารถทำนายผลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ เช่น

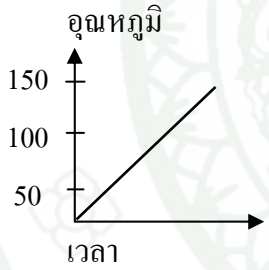
สถานการณ์ที่ 1 ตารางการหมักไวน์สับปะรด นักศึกษาที่มีทักษะเมื่อดูข้อมูลจากตารางแล้วจะสามารถทำนายผลว่า หากใช้ปริมาณน้ำตาลในการหมักไวน์สับปะรด 800 กรัม รสชาติของไวน์สับปะรดจะเป็นอย่างไร นักศึกษาที่มีทักษะจะทำนายผล เช่น “รสชาติของไวน์สับปะรดจะหวานมากและขมปานกลาง”ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะทำนายผล เช่น “รสชาติของไวน์สับปะรดจะหวานมากและขมเล็กน้อย” “รสชาติของไวน์สับปะรดจะหวานมากและเริ่มขม”และ“รสชาติของไวน์สับปะรดจะมีรสขมปนหวาน”

สถานการณ์ที่ 2 ตารางการหมักข้าวเหนียว น้ำตาลและยีสต์ ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ระหว่างสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของ ข้าวเหนียว น้ำตาล และยีสต์ จะเป็นอย่างไร

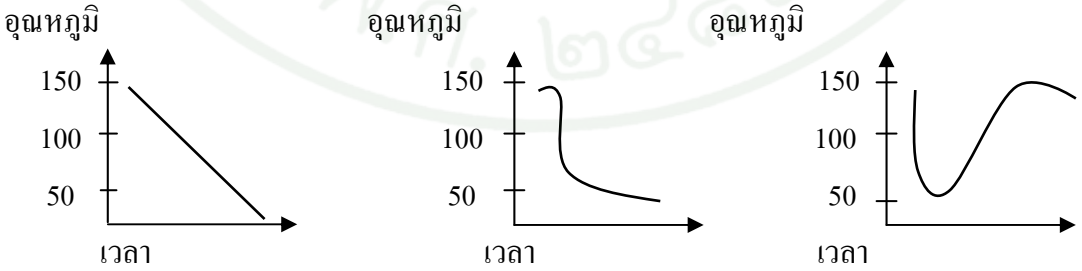
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักศึกษาที่มีทักษะการพยากรณ์จะทำนายผล เช่น“ในสัปดาห์ที่ 1 ข้าวเหนียว น้ำตาล และยีสต์ที่หมัก จะกลายเป็น ข้าวหมาก สัปดาห์ที่ 2 จะเปลี่ยนจากข้าวหมากเป็นสาโท และสัปดาห์ที่ 3 จะเปลี่ยนจากสาโทเป็นเหล้า” ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะพยากรณ์จะทำนายผล เช่น“ในสัปดาห์ที่ 1 ข้าวเหนียว น้ำตาล และยีสต์ที่หมัก จะกลายเป็น ข้าวหมาก สัปดาห์ที่ 2 จะเปลี่ยนเป็น สาเก และสัปดาห์ที่ 3 จะเปลี่ยนเป็น เหล้า” “ในสัปดาห์ที่ 1 ข้าวเหนียว น้ำตาล และยีสต์ที่หมัก จะกลายเป็น ข้าวหมาก สัปดาห์ที่ 2 จะเปลี่ยนเป็น น้ำตาลเมา และสัปดาห์ที่ 3 จะเปลี่ยนเป็น เหล้า”“ในสัปดาห์ที่ 1 ข้าวเหนียว น้ำตาล และยีสต์ที่หมัก จะกลายเป็น ข้าวหมาก สัปดาห์ที่ 2 จะเปลี่ยนเป็น กระแช่ และสัปดาห์ที่ 3 จะเปลี่ยนเป็น เหล้า”

สถานการณ์ที่ 3 ตารางแสดงการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเชื่อมในช่วงเวลาที่ต่างกัน การเปรียบเทียบผล และนำเสนอด้วยกราฟเส้น แสดงการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเชื่อม หากต้มน้ำเชื่อมไปจนถึงนาทีที่ 50 อุณหภูมิของน้ำเชื่อมจะเป็นไปตามกราฟข้อใด นักศึกษาที่มีทักษะและไม่มีทักษะการพยากรณ์จะทำนายผลตามกราฟดังนี้ เช่น



ภาพที่ 3 การนำเสนอกราฟของนักศึกษาที่มีทักษะการพยากรณ์



ภาพที่ 4 การนำเสนอกราฟของนักศึกษาที่ไม่มีทักษะการพยากรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ 2) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ 3) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

ตัวอย่างเช่น จากใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ติดตามผลการทำข้าวหมากนักศึกษาที่มีพฤติกรรมบ่งชี้ว่ามีทักษะการพยากรณ์ ส่วนใหญ่จะสามารถทำนายข้อมูลเชิงปริมาณที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง นักศึกษาส่วนใหญ่ที่มีทักษะการพยากรณ์ จำนวน 12 คนจะสามารถทำนายได้ว่าเมื่อเคี่ยวน้ำเชื่อมไปจนถึงนาทีต่างๆ กันสีของน้ำเชื่อมจะเป็นอย่างไร เช่น

“นาทีที่ 20 น้ำเชื่อมจะมีสีเหลืองอ่อน”

“นาทีที่ 30 น้ำเชื่อมจะมีสีเหลืองเข้มขึ้น”

“นาทีที่ 40 น้ำเชื่อมจะมีสีเหลืองเข้มเกือบเป็นสีน้ำตาล”

“นาทีที่ 50 น้ำเชื่อมเริ่มเป็นสีน้ำตาลอ่อน”

“นาทีที่ 60 น้ำเชื่อมเริ่มมีสีน้ำตาลเข้ม”

“เมื่อเคี่ยวทิ้งไว้จนถึงนาทีที่ 120 ทำนายว่าน้ำเชื่อมจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มเกือบดำคล้ายคาลาเมล”

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีนักศึกษาบางส่วนที่ไม่มีทักษะจะพยากรณ์จะทำนายสีของน้ำเชื่อมไม่ถูกต้องหรือสลับกัน เช่น

“นาทีที่ 30 น้ำเชื่อมจะมีสีเหลือง”

“นาทีที่ 40 น้ำเชื่อมจะมีสีน้ำตาล”

“นาทีที่ 50 น้ำเชื่อมจะเป็นสีน้ำตาลปนดำ”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“นาทีที่ 60 น้ำเชื่อมจะมีสีดำ”

“นาทีที่ 120 น้ำเชื่อมจะไหม้”

ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการตั้งสมมติฐานเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55 ซึ่งมีระดับทักษะการสังเกตเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 20 โดยหลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะ สามารถแสดงทักษะการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับตัวอย่างสถานการณ์ อาหารที่กำหนดให้ดังนี้

สถานการณ์หากต้องการจะศึกษาว่า น้ำตาลที่ใช้ในการหมักไวน์จะมีผลต่อการเกิดปริมาณแอลกอฮอล์หรือไม่ นักศึกษาจะตั้งสมมติฐานในข้อนี้อย่างไร นักศึกษาที่มีทักษะจะมีแนวคำตอบ เช่น “ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์”ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะ จะมีแนวคำตอบ เช่น “ชนิดของผลไม้มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์” “ปริมาณของผลไม้มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์” และ “จำนวนวันที่หมักมีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์” เป็นต้น

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่า นักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) คิดคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม 2) หาคำตอบล่วงหน้าโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

ตัวอย่างเช่น ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องการทำข้าวหมากโดยให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้ตั้งสมมติฐานการทดลองเกี่ยวกับการทำข้าวหมาก พบว่านักศึกษาที่แสดงพฤติกรรมว่ามีทักษะการตั้งสมมติฐาน จำนวน 13 คน สามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับการทำข้าวหมาก และเขียนสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น(ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตามได้ เช่น

“ปริมาณน้ำตาล (ตัวแปรต้น) มีผลต่อปริมาณน้ำ (ตัวแปรตาม) ที่เกิดในข้าวหมาก”

“ปริมาณน้ำตาล (ตัวแปรต้น) มีผลต่อกลิ่นของข้าวหมาก (ตัวแปรตาม)”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“ปริมาณน้ำตาล (ตัวแปรต้น) มีผลต่อรสชาติเปรี้ยวซ่าของข้าวหมาก (ตัวแปรตาม)”

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีนักศึกษาจำนวน 7 คน มีพฤติกรรมที่แสดงว่าไม่มีทักษะการตั้งสมมติฐาน กล่าวคือ ไม่สามารถตั้งสมมติฐานเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในการทำข้าวหมาก หรือไม่สามารถคิดคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยการทักษะการสังเกตจากกิจกรรมการทำข้าวหมากได้ ตัวอย่างการตั้งสมมติฐาน เช่น

“ข้าวหมากมีรสหวานใช่หรือไม่”

“ใช้ข้าวกล้องแทนข้าวเหนียวได้หรือไม่”

“น้ำตาลเป็นตัวทำให้ข้าวหมากมีน้ำใช่หรือไม่”

“รสเปรี้ยวมาจากอะไร”

“ทำไมข้าวหมากต้องมีน้ำด้วย”

“ใส่เหล้าแทนลูกแป้งข้าวหมากได้”

นอกจากนี้จากการตรวจรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์ยังพบว่านักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะ จำนวน 10 คน สามารถตั้งสมมติฐานในการทำโครงงานการถนอมอาหารได้ถูกต้อง เช่น

-โครงงานเรื่องลูกยอหยี “ระยะเวลาในการต้มอาจมีผลต่อความฝาดขมของลูกยอ”

-โครงงานเรื่องไข่ไก่เค็ม “ระยะเวลาในการดองไข่ไก่เค็มมีผลต่อของรสชาติไข่ไก่เค็ม” และ “ความหนาของเปลือกไข่มีผลต่อระยะเวลาในการดองไข่ไก่เค็ม”

อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีนักศึกษาบางส่วนที่ไม่มีพฤติกรรมว่ามีทักษะ กล่าวคือ ไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ถูกต้องหรือตั้งสมมติฐานที่ไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการทำโครงงาน จำนวน 6 คน เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

-โครงงานเรื่องแยมลูกจากกลิ่นกุหลาบ“ลูกจากสามารถแปรรูปเป็นแยมลูกจากได้”

-โครงงานเรื่องหอยแครง 3 รส “หอยแครงสามารถนำมาทำ 3 รสได้”

และพบว่ามีนักศึกษาที่ไม่เขียนสมมติฐานในการทำการทดลอง จำนวน 4 คน

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเพิ่มขึ้นเป็น 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55 ซึ่งมีระดับทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 15 โดยหลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะสามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับตัวอย่างสารที่กำหนดให้ เช่น

สถานการณ์ที่ 1 น้ำมะนาว น้ำมะขาม น้ำส้มสายชู และสารอื่นๆ เป็นกรดหรือสารเคมีธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยว เราสามารถทดสอบได้ด้วยการหยดสารดังกล่าวลงบนกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน จงให้นิยามของคำว่า “กรด” นักศึกษาที่มีทักษะจะสามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับสารตัวอย่าง เช่น “กรด คือ สารที่ทำให้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีแดง” ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะก็จะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการต่างๆ กัน เช่น “กรด คือ สารเคมีที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู” “กรด คือ สารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนอ่อนๆ” “กรด คือ สารที่ทำให้โปรตีนสุก”

สถานการณ์ที่ 2 การทำกล้วยไข่เชื่อมนั้น เราต้องเลือกกล้วยไข่ที่ไม่ดิบและไม่สุกจนเกินไปมาทำจึงจะทำให้ได้รสชาติที่ดี เนื้อนุ่มไม่มีรสฝาด จากข้อความนี้จงให้ความหมายนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “ห่าม” นักศึกษาที่มีทักษะจะกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการดังนี้ “ห่าม คือ กล้วยที่ไม่แข็งและไม่นิ่มจนเกินไป เปลือกมีสีเขียวปนเหลือง” ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะก็กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการดังนี้ “ห่าม คือ กล้วยที่มีรสชาติหวานปนฝาด” “ห่าม คือ กล้วยที่มีผลอวบเต็มที่ เปลือกไม่มีเหลี่ยม” “ห่าม คือ กล้วยที่ไม่ดิบหรือสุกจนเกินไป”

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรมที่พบว่านักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างเช่น ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องทำข้าวหมาก โดยให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการทำข้าวหมาก พบว่านักศึกษาที่แสดงพฤติกรรมว่ามีทักษะจำนวน 9 คน สามารถกำหนดนิยามเกี่ยวกับการทำข้าวหมาก เช่น

“น้ำต้อย คือ น้ำที่มีสีขุ่นขาว รสชาติหวานอมเปรี้ยว รสชาติเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำตาล”

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีนักศึกษาบางส่วนที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าไม่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กล่าวคือไม่สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ได้ถูกต้อง จำนวน 11 คน

นอกจากนี้จากการตรวจรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์ยังพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้นักศึกษาที่มีทักษะว่าเกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะสามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ถูกต้อง จำนวน 3 คน เช่น

-นักศึกษาที่ทำโครงงานเรื่องลูกยอหยีกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เช่น “ยอหยี หมายถึง ลูกยอบ้านที่นำมาผ่านกระบวนการแปรรูป โดยนำมาต้มให้สุกใช้เวลา 50 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น ฝานเอาแต่เนื้อ และนำมากวนกับน้ำตาลทราย ปรุงรสด้วย น้ำมะขามเปียก และเกลือป่น”

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่านักศึกษาบางส่วนที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าไม่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ ไม่มีการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ในการทำโครงงาน จำนวน 17 คน

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Operational Defining of the Variables Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน8คน คิดเป็นร้อยละ 40มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรเพิ่มขึ้นเป็น 10 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ซึ่งมีระดับทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 25 โดยหลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะ สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรเกี่ยวกับตัวอย่างสถานการณ์ที่กำหนดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1 สมใจเป็นเจ้าของสวนผลไม้ ซึ่งพบกับปัญหาว่าผลไม้ที่เก็บมาจะสุกเร็ว เนื่องจากผลไม้มีการปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมา และด่างทับทิมเป็นสารที่สามารถช่วยดูดก๊าซเอทิลีนได้ สมใจจึงสงสัยว่าถ้าใส่ปริมาณด่างทับทิมในภาชนะบรรจุผลไม้มาก จะช่วยทำให้ปริมาณก๊าซเอทิลีนลดลง และทำให้ผลไม้สุกช้าลงได้หรือไม่นักศึกษาที่มีทักษะหลังจากอ่านสถานการณ์ตัวอย่างสามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรดังนี้“ตัวแปรต้น คือ ปริมาณด่างทับทิมตัวแปรตาม คือ ปริมาณก๊าซเอทิลีน” ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะไม่สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรจากสถานการณ์เดียวกันที่กำหนดได้ เช่น “ตัวแปรต้น คือ ก๊าซเอทิลีน,ปริมาณก๊าซเอทิลีน,ด่างทับทิมตัวแปรตาม คือ ก๊าซเอทิลีน , ด่างทับทิม , ปริมาณด่างทับทิม”

สถานการณ์ที่ 2 ในการหมักไวน์ผลไม้ เพื่อตอบคำถามว่าถ้าใส่น้ำตาลในการหมักไวน์มากเกินไป จะทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มมากขึ้นใช่หรือไม่ จากการทดลองนี้ข้อใดคือตัวแปรที่เกี่ยวข้อง นักศึกษาที่มีทักษะ หลังจากอ่านสถานการณ์ตัวอย่างสามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรที่ต้องการได้ดังนี้ “ตัวแปรต้น คือ ประเภทผลไม้ ตัวแปรตาม คือ รสชาติของไวน์ ปริมาณแอลกอฮอล์ ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณน้ำตาล,ระยะเวลาในการหมัก” ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะไม่สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรจากสถานการณ์เดียวกันที่กำหนดได้ เช่น “ตัวแปรต้นต้อง คือ ปริมาณของผลไม้ , ปริมาณแอลกอฮอล์ , จำนวนวันที่หมัก และ ตัวแปรควบคุม รสชาติของไวน์”

สถานการณ์ที่ 3 หากนักศึกษาต้องการศึกษาว่า ไขมันในอาหารเมื่อรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศมีผลต่อการเหม็นหืนของอาหารหรือไม่ ตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่ต้องการศึกษาคืออะไร นักศึกษาที่มีทักษะ หลังจากอ่านสถานการณ์ตัวอย่างสามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรที่ต้องการได้ดังนี้ “ตัวแปรต้น คือ ไขมันในอาหาร ตัวแปรตาม คือ การเหม็นหืนของอาหาร” ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะไม่สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรจากสถานการณ์เดียวกันที่กำหนดได้ เช่น “ตัวแปรต้น คือ ไขมัน,ปริมาณไขมัน,ประเภทของอาหาร ตัวแปรตาม คือ อาหาร,ปริมาณอาหาร”

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่า นักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ ปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ สามารถแบ่งตัวแปรออกได้เป็น 3 ประเภท กล่าวคือ 1) ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่เป็นต้นเหตุ ไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใดๆ ทั้งสิ้น ตัวแปรนี้เป็นตัวแปรที่เรากำหนดขึ้นหรือใส่ลงไปเพื่อดูผลที่จะเกิดขึ้น เช่น ถ้าเราต้องการดูว่าปุ๋ยจะมีส่วนทำให้ต้นกุหลาบเติบโตเร็วหรือไม่ ปุ๋ยก็จะเป็น ตัวแปรอิสระ เพราะเป็นสิ่งที่เราจะดู

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของมันต่อต้นกุหลาบ 2) ตัวแปรตามหรือตัวแปรซึ่งเป็นผลของตัวแปรอิสระ (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่ควบคุมโดยตัวแปรอิสระไม่มีความเป็นอิสระในตัวของมันเอง ต้องเปลี่ยนไปตามตัวแปรอิสระเพราะมันเป็นผลของตัวแปรอิสระ 3) ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) หมายถึง ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้ได้ตลอดการทดลอง เพื่อต้องการดูผลของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตาม จากตัวอย่างข้างต้น ถ้าเราต้องการดูผลของการใส่ปุ๋ย เราต้องควบคุมดินความเข้มข้นของแสงแดดและอื่น ๆ ให้อยู่ในสภาพเหมือนเดิมตลอดการทดลอง

ตัวอย่างเช่น ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องทำข้าวหมาก พบว่านักศึกษาที่แสดงพฤติกรรมว่ามีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จำนวน 8 คน สามารถกำหนดตัวแปรของการทดลองเกี่ยวกับการทำข้าวหมาก โดยมีการแบ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม ในสมมติฐานที่ได้เขียนไว้จากการทดลองทำข้าวหมาก ตัวอย่างสมมติฐาน เช่น

-ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อปริมาณน้ำที่เกิดในข้าวหมากนักศึกษาที่มีทักษะสามารถแบ่งตัวแปรประเภทต่าง ๆ ดังนี้ “ตัวแปรต้น คือ ปริมาณน้ำตาล และตัวแปรตาม คือ ปริมาณน้ำในข้าวหมาก”

-ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อรสชาติเปรี้ยวซ่าของข้าวหมาก นักศึกษาที่มีทักษะสามารถแบ่งตัวแปรประเภทต่างๆ ดังนี้“ตัวแปรต้น คือ ปริมาณน้ำตาล, ตัวแปรตาม คือ รสชาติเปรี้ยวซ่าของข้าวหมาก”

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีนักศึกษาบางส่วนที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าไม่มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ ไม่สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรต่างๆ ในสมมติฐานได้ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กันคือ ถ้าไม่มีทักษะในการตั้งสมมติฐาน ก็จะไม่มีทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปรได้ มีการตั้งสมมติฐานในการทำข้าวหมากผิด จำนวน 12 คน เช่น

-ในการทำข้าวหมากใช้ข้าวกล้องแทนข้าวเหนียวได้หรือไม่ “ตัวแปรต้น คือ ข้าวกล้อง, ตัวแปรตาม คือ ข้าวหมากข้าวกล้อง , ตัวแปรควบคุม คือ อุณหภูมิ”

-ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อปริมาณน้ำที่เกิดในข้าวหมาก“ตัวแปรต้น คือ น้ำตาล,ตัวแปรตาม คือ น้ำในข้าวหมาก,ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณวัตถุดิบ”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ข้าวหมากมีรสหวานใช่หรือไม่ “ตัวแปรต้น คือ ข้าวหมาก,ตัวแปรตาม คือ รสหวาน,ตัวแปรควบคุมคือ ปริมาณลูกข้าวหมาก”

- ใช้ข้าวจ้าวทำข้าวหมากได้หรือไม่“ตัวแปรต้น คือ ข้าวจ้าว,ตัวแปรตาม คือ ข้าวหมากข้าวจ้าว,ตัวแปรควบคุม คือ ความร้อน”

นอกจากนี้จากการตรวจรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์ยังพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้นักศึกษามีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรบางส่วน ถ้าตั้งสมมติฐานได้ถูกต้องก็จะสามารถกำหนดและควบคุมตัวแปรได้สอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนด เช่น

-โครงงานเรื่อง ลูกยอหยี นักศึกษาสามารถตั้งสมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า คือ ระยะเวลาในการต้มมีผลต่อความฝาดขมของลูกยอ “ตัวแปรต้น ระยะคือ เวลาในการต้ม,ตัวแปรตาม คือ ความฝาดขมของลูกยอ,ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ ระยะเวลาในการต้ม ชนิดของลูกยอ”

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ยังตั้งสมมติฐานไม่สัมพันธ์กับตัวแปร ซึ่งจะมีผลทำให้การกำหนดและควบคุมตัวแปรผิดไปด้วย เช่น

- โครงงานเรื่อง แยมลูกจากกลิ่นกุหลาบ นักศึกษาตั้งสมมติฐานว่า ลูกจากสามารถทำแยมได้ “ตัวแปรต้น คือ ลูกจาก ดอกกุหลาบ น้ำตาล,ตัวแปรตาม คือ คุณภาพของลูกจากและดอกกุหลาบ”

- โครงงานเรื่อง ไข่ไก่เค็ม นักศึกษาตั้งสมมติฐานว่า ไข่ไก่เค็มจะมีลักษณะและรสชาติเหมือนไข่เป็ดเค็ม “ตัวแปรต้น คือ ไข่ไก่เค็ม,ตัวแปรตาม คือปริมาณเกลือ,ชนิดของไข่,ตัวแปรควบคุม คือ กลิ่นและรสชาติที่เกิดขึ้น”

ทักษะการทดลอง (Experimenting Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 40 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการสังเกตเพิ่มขึ้นเป็น 12 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ซึ่งมีระดับทักษะการทดลองเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 20 โดยหลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะ สามารถออกแบบการทดลองเกี่ยวกับวิธีการทดสอบอาหารจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

-สถานการณ์ที่ 1 หากนักศึกษาต้องการศึกษาว่า ไขมันในอาหารเมื่อรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศมีผลต่อการเหม็นหืนของอาหารหรือไม่ นักศึกษาจะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบอาหารดังกล่าวอย่างไร นักศึกษาที่มีทักษะสามารถออกแบบการทดลองดังนี้ “คัดเลือกอาหารที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ตั้งอาหารทิ้งไว้ให้สัมผัสกับอากาศ จับเวลาและสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นกับอาหาร” ส่วนนักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะออกแบบการทดลองแตกต่างกันออกไป เช่น“คัดเลือกอาหารมา 1 ชนิด ตั้งอาหารทิ้งไว้ให้อาหารสัมผัสกับอากาศและสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น, คัดเลือกอาหารที่มีไขมันมา 1 ชนิด ตั้งอาหารทิ้งไว้และจับเวลา สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น,คัดเลือกอาหารมา 1 ชนิด ตั้งอาหารทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง และทำการพิสูจน์กลิ่นของอาหาร”

ผลการวิจัยสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปร 2) ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง 3) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม 4) บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

ตัวอย่างเช่น จากใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ทำข้าวหมากโดยนักศึกษาที่มีทักษะการทดลองครบถ้วน มีจำนวน 12 คน ซึ่งจะไปสอดคล้องกับทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ถ้านักศึกษามีทักษะดังกล่าวก็จะสามารถกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องละเอียดเป็นขั้นเป็นตอน ระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเลือกอุปกรณ์มาใช้ปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม เช่น

- เลือกใช้เครื่องชั่งแบบจานชั่งข้าวเหนียว

-เลือกใช้ถาดไม้หรืออลูมิเนียมใส่ข้าวเหนียวร้อน

-เลือกใช้ไม้พายหรือทัพพีแทนมือในการเกลี่ยข้าวเหนียว

-เลือกใช้ถ้วยตวงในการตวงน้ำตาล

-เลือกใช้บีกเกอร์ในการตวงปริมาณน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รวมไปถึงการบันทึกผลการทดลองได้อย่างคล่องแคล่วและรวดเร็วอ่านค่าจากเครื่องมือชั่ง ตวง วัด ได้ถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีนักศึกษาบางส่วนที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะไม่ครบทั้ง 3 ข้อกล่าวคือ สามารถกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องแต่ไม่ละเอียด หรือข้ามขั้นตอนเลือกใช้อุปกรณ์ได้ไม่เหมาะสมกับการทดลองหรือปฏิบัติการทดลองไม่ถูกต้อง จำนวน 8 คน เช่น

-นำถาดพลาสติกมาใส่ข้าวเหนียวร้อนๆ

-ใช้มือเกลี่ยข้าวเหนียวในถาด ไม่ใช้ไม้พาย หรือ ทัพพีเกลี่ยข้าวเหนียว

-บันทึกผลการทดลองช้าหรือไม่รู้ว่าจะบันทึกผลการทดลองอย่างไร

นอกจากนี้จากการตรวจรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์ยังพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้นักศึกษามีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองเพิ่มขึ้นจำนวน 9 คน เช่น

“กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปร”

“ระบุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองได้ ปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้อง”

“ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสมบันทึกผลการทดลองได้ถูกต้อง”

พบว่ามีนักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลองแต่ไม่ครบทั้ง 4ข้อ จำนวน11 คน เช่น

“ มีการกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องแต่ระบุตัวแปรไม่สอดคล้อง”

“มีการระบุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองแต่ไม่ระบุหน่วยหรือจำนวนที่ใช้”

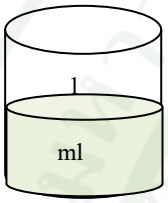
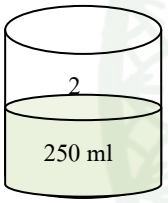
ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล (Interpreting Data and Conclusion Skill)

ผลการวิเคราะห์คำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่าก่อนเรียนมีนักศึกษาจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 35 และหลังจากจัดการเรียนรู้พบว่านักศึกษามีทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็น 12 คนคิดเป็นร้อยละ 60 ซึ่งมีระดับทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูลเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 25 โดยหลังเรียนนักศึกษาที่มีทักษะสามารถตีความหมายและลงข้อสรุปจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานการณ์ จากตารางที่ 11 ข้อมูลการบันทึกผลการทดลองระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการต้มน้ำที่มีสารละลายน้ำตาลปริมาณต่างกันนักศึกษาจะตีความหมายที่ได้จากการทดลอง ดังกล่าวอย่างไร

ตารางที่ 11 ข้อมูลการบันทึกผลการทดลองระหว่างเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการต้มน้ำที่มีสารละลายน้ำตาลปริมาณต่างกัน

หมายเลขภาชนะ	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)
	10	5	40
		10	59
		15	78
		20	97
	25	5	32
		10	46
		15	60
		20	75

-นักศึกษาที่มีทักษะ จะแปลความหมายดังนี้ “ภาชนะหมายเลข 1 จะมีอุณหภูมิสูงเร็วกว่าภาชนะหมายเลข 2 เนื่องจาก ปริมาณน้ำตาลภาชนะหมายเลข 1 น้อยกว่าภาชนะหมายเลข 2”

-นักศึกษาที่ไม่มีทักษะจะแปลความหมายแตกต่างกันไปดังนี้ เช่น

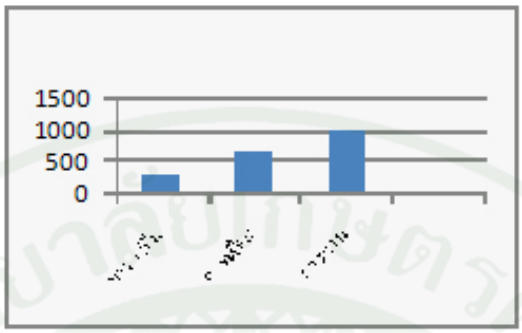
“ ภาชนะหมายเลข 2 จะเดือดก่อนภาชนะหมายเลข 1 และมีปริมาณน้ำน้อยกว่าภาชนะหมายเลข 1 เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลมากกว่า”

“ภาชนะหมายเลข 1 จะมีปริมาณน้ำน้อยกว่า ภาชนะหมายเลขที่ 2 เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลน้อยกว่าภาชนะหมายเลข 1”

“ภาชนะหมายเลข 2 จะมีอุณหภูมิและปริมาณน้ำ มากกว่า ภาชนะหมายเลข 1 เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลมากกว่าจึงเดือดช้ากว่า”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานการณ์ที่ 2 จากกราฟที่แสดงปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการถนอมอาหารแต่ละชนิด นักศึกษาจะสรุปผลได้อย่างไร



ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการถนอมอาหาร

- นักศึกษาที่มีทักษะจะสามารถสรุปผลจากกราฟดังกล่าวดังนี้ “การถนอมอาหารแต่ละชนิดมีส่วนผสมของปริมาณน้ำตาลที่ต่างกัน ”

- นักศึกษาที่ไม่มีทักษะก็จะสรุปผลจากกราฟดังกล่าวแตกต่างกันออกไป เช่น

“การกวนใช้ปริมาณน้ำตาลมากที่สุด”
“การกวนใช้ปริมาณน้ำตาลมากที่สุด รองลงมาคือ การเชื่อมและการแช่อิ่ม”

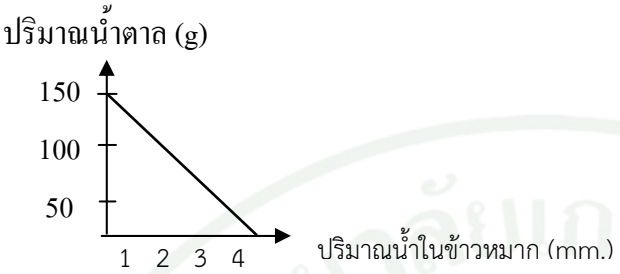
“การถนอมอาหารโดยใช้น้ำตาลแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำตาล”

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจใบกิจกรรม ที่พบว่า นักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้ กล่าวคือ 1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล) 2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

ตัวอย่างเช่น ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจากการทำข้าวหมาก โดยนักศึกษาสามารถตีความหมายข้อมูลจากกราฟ เพื่อแสดงปริมาณน้ำตาลที่ต่างกันกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้น และสถานการณ์จาก กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลที่ต่างกันกับรสชาติของข้าวหมากที่เปลี่ยนแปลงไป และกราฟแสดงปริมาณระยะเวลาในหมักข้าวหมากและกลิ่นของข้าวหมากที่เปลี่ยนแปลงไป และนักศึกษาที่มีทักษะการตีความหมายข้อมูล จำนวน 12 คน สามารถแปรความหมายจากกราฟที่ใช้สื่อความหมายข้อมูลจากการทำข้าวหมาก ซึ่งจะสอดคล้องกับทักษะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

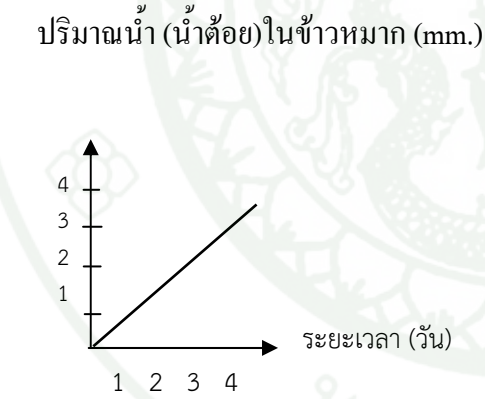
การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล โดยจะมีการใช้ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความเห็น ร่วมด้วย ดังนี้



"ยิ่งปริมาณน้ำตาลมาก ปริมาณน้ำในข้าวมากก็ยิ่งน้อย"

"ทุกๆ ปริมาณน้ำตาล 50 g ปริมาณน้ำจะลดลง 1 mm."

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการตีความหมายและลงข้อสรุปจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลกับปริมาณน้ำในข้าวหมาก



"ยิ่งระยะเวลามาก ปริมาณน้ำ (น้ำต้อย) ยิ่งมาก"

" ทุกๆ1 วัน จะมีปริมาณน้ำต้อยเพิ่มขึ้น 1 mm."

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการตีความหมายและลงข้อสรุปจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลากับปริมาณน้ำในข้าวหมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้จากการตรวจรูปเล่มโครงงานวิทยาศาสตร์ยังพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักศึกษาส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล จำนวน 12 คน มีทักษะเพิ่มขึ้น กล่าวคือ นักศึกษาที่มีทักษะจะสามารถตีความหมายและลงสรุปข้อมูลที่ได้ถูกต้อง เช่น

“เลือกนำเสนอข้อมูลด้วยสื่อที่เหมาะสม เข้าใจง่าย ชัดเจน”

“ออกแบบการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นถูกต้อง กำหนดตัวแปรถูกต้อง ซึ่งก็จะมีผลต่อการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล”

แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีนักศึกษาบางส่วนที่ไม่มีทักษะการตีความหมายและลงสรุปข้อมูล เช่น

“เลือกสื่อข้อมูลด้วยกราฟแท่งซึ่งไม่ค่อยเหมาะสม”

“การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการสื่อความหมายข้อมูลผิดหรือไม่สอดคล้องกับการทดลอง”

“กำหนดระดับของการสื่อความหมายข้อมูลเป็นความคิดเห็นส่วนตัว ซึ่งไม่สามารถวัดได้ก็จะทำให้ตีความหมายผิดไป” ซึ่งจะสัมพันธ์กับทักษะการสื่อความหมายข้อมูล จำนวน 8 คน เช่น

“กำหนดระดับรสชาติเป็นตัวเลข”

“กำหนดความระดับความหวานเป็นตัวเลขขึ้นมาเองโดยไม่มีการวัดปริมาณความหวาน”

“กำหนดระดับของกลิ่นออกมาเป็นตัวเลข”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อวิจารณ์

หลังการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่องการถนอมอาหารของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกทักษะและทักษะที่พบว่ามีการพัฒนามากที่สุดคือ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาโดยก่อนเรียนนักศึกษาที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 25 หลังเรียนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 60 โดยเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 35 รองลงมาคือทักษะการสังเกตและทักษะการคำนวณ เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 25 ตามลำดับ และทักษะที่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือทักษะการวัด และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปที่หลังเรียนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 5โดยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย การที่นักศึกษามีทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาเพิ่มขึ้นมากที่สุด เนื่องจากทักษะนี้เป็นทักษะที่ค่อนข้างเข้าใจยาก จึงเป็นทักษะก่อนเรียนที่นักศึกษามีน้อยที่สุด ในบรรดา 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจึงต้องจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจและเกิดทักษะดังกล่าว การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้นักศึกษาได้ฝึกลงมือปฏิบัติเองโดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ ในทักษะกระบวนการอื่นๆ ซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (จันทร์ดา พิทักษ์สาลี, 2549; สุรีพร ศิลาไสล, 2550; อนุสรา เสนไสย, 2550; เรณู วารีศรี, 2555; ศุภาพิชญ์ ชินฤทธิ์, 2555; สมฤทัย แปลงศรี, 2556; จรินทร จันทร์เพ็ง, 2556; จุฑารัตน์ แตงอ่อน, 2556; วิลา มณีอินทร์, 2557; Tuan *et.al*., 2005) สำหรับในบางทักษะที่นักศึกษายังมีพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะไม่สมบูรณ์หรืออาจมีการใส่ความรู้สึก ความคิดเห็นส่วนตัว ความรู้และประสบการณ์เดิมความสามารถในการสังเกตของนักศึกษาเข้าไป (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540) เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาน้อยที่สุด คือทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปทั้งนี้อาจเนื่องมากจากสาเหตุหลายประการ ประการหนึ่งคือ เวลาเนื่องจากการจัดการเรียนรู้และการลงมือปฏิบัติแต่ละครั้งมีจำกัด ซึ่งครูผู้สอนต้องมีความพยายามในการจัดการเรียนรู้ให้กระชับ ครอบคลุมทุกทักษะเพื่อทำให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการทำโครงงาน รวมไปถึงเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาทักษะยังไม่สามารถทำให้นักศึกษาเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เท่าที่ควร ซึ่งในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จะต้องมีเวลามากพอที่จะศึกษาและปฏิบัติควบคู่กันไปรวมถึงการดูแลและคอยชี้แนะแนวทางในการทำโครงงาน แต่เนื่องจากเวลาที่มีจำกัด และนักศึกษาต้องศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยไม่มีครูคอย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชี้แนะแนวทางนอกเวลา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะมีปัญหาในการตั้งสมมติฐานที่ไม่สอดคล้องกับตัวแปร หรือกำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง แต่ตีความหมายและลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง รวมไปถึงการเลือกสื่อที่จะเสนอข้อมูลไม่เหมาะสม ซึ่งทุกทักษะจะมีความเชื่อมโยงกันหมดในการทำโครงงาน และถ้าเลือกผิดตั้งแต่ต้นก็จะส่งผลกระทบมาถึงทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป ซึ่งเป็นทักษะสุดท้ายในการทำโครงงาน ก็จะทำให้โครงงานวิทยาศาสตร์ที่ได้ออกมาไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ประกอบกับแผนการจัดการเรียนรู้ยังไม่สอดคล้องหรือไม่เพียงพอ ต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาบางกลุ่มได้ ซึ่งอาจแก้ไขในการขยายเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้มากกว่าเดิม มีการจัดกิจกรรมโดยเรียงทักษะจากง่ายไปหายากอย่างเหมาะสม และเรียงลำดับให้สอดคล้องต่อเนื่องกันทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ ก็จะช่วยในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาให้สูงขึ้นมากกว่านี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) จำนวน 20 คน เป็นนักศึกษาชายจำนวน 6 คน และนักศึกษาหญิงจำนวน 14 คน เรียนแผนกพณิชยการ ซึ่งเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของวิทยาลัยแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา อาชีวศึกษาจังหวัด (อศจ.) สมุทรปราการ ในการเลือกนักเรียนเพื่อใช้เป็นกลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ของวิทยาลัยอาชีวศึกษาแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งผู้วิจัยเป็นพนักงานราชการครู และนักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิชาชีพต่ำ

2. เป็นนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่เรียนในสาขาวิชาพณิชยการ คละสาขางาน คละเพศ และความสามารถ ซึ่งเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ออกแบบให้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ 13 ทักษะ ตามกรอบแนวคิดของสมาพันธ์เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of science-AAAS) เป็นแผนรายหน่วย 4 แผนย่อย ๆ ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง โดยจัดการเรียนการสอนสัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถนอมอาหาร เป็นแบบวัดประเภทเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (multiple choice) จำนวน 30 ข้อรูปเล่มการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และใบกิจกรรมการ/ใบงาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์คำตอบแบบรายข้อ โดยหาค่าร้อยละของนักศึกษาทุกคนในแต่ละข้อคำถาม ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อดูการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากนั้นจะมีการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาในเชิงเนื้อหา จากใบกิจกรรม/ใบงาน และรูปเล่มการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างละเอียด

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยโดยมีรายละเอียด ดังนี้

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์คำตอบของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ได้จากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การถนอมอาหาร หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยประกอบด้วยลักษณะสำคัญของการสืบเสาะ 5 ประการ มีแนวทางดังนี้ 1) ครูควรใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน 2) ครูควรมีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ค้นหาข้อมูลหลักฐาน 3) ครูควรใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น 4) ครูควรให้นักเรียนนำเสนอและอภิปรายร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง 5) ให้นักเรียนได้มีการสื่อสารและให้เหตุผลในการอธิบาย พบว่านักศึกษาสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ทุกทักษะ โดยก่อนเรียนนักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 41.54 และหลังเรียนนักศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 58.46โดยนักศึกษามีทักษะการความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาเพิ่มขึ้นมากที่สุด (ร้อยละ 35) รองลงมา คือ ทักษะการคำนวณ (ร้อยละ 30) ทักษะการสังเกต (ร้อยละ 25) ตามลำดับ และนักศึกษามีทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปน้อยที่สุด (ร้อยละ 5)โดยนักศึกษาส่วนมากชอบต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน เนื่องจากได้เลือกและสร้างกระบวนการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลุ่มลึกด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย และสามารถนำผลการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

1. ก่อนการสอนในแต่ละทักษะ ครูผู้สอนควรมีการวิเคราะห์ว่าทักษะดังกล่าวมีความจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานในเรื่องใดบ้าง ทั้งนี้ควรมีการทบทวนความรู้เดิมหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะทำการสอน เพื่อให้นักศึกษาสามารถเกิดความเข้าใจทักษะที่ต้องการจะสอนได้อย่างประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ ครูควรมีการตรวจสอบการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ก่อนขึ้นแผนต่อไป โดยอาจมีการตรวจสอบจากใบงานหรือใบกิจกรรม เพื่อให้ทราบถึงพัฒนาการของทักษะของนักศึกษา หากไม่ถูกต้องครูควรมีการอธิบายและอภิปรายผลร่วมกันเพื่อให้นักเรียนมีทักษะที่ถูกต้องก่อนที่จะไปเรียนรู้ในทักษะ อื่น ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น ครูควรส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ โดยการใช้สื่อการเรียนรู้ในหลายรูปแบบ เช่น ตัวอย่างโครงงาน สื่อจากวัสดุจริง ภาพ สื่อมัลติมิเดียต่างๆ เพื่อให้นักศึกษามองเห็นภาพมากยิ่งขึ้น

4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ดี ควรช่วยส่งเสริมหรือกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดปัญหา เกิดความสงสัย จนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง เช่น การยกตัวอย่างสถานการณ์ต่างๆ หรือปัญหาที่พบเจอเกี่ยวกับการถนอมอาหารในชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับการถนอมอาหาร เพื่อให้นักศึกษาได้พบกับปัญหาและประสบการณ์จริงจากการทดลองต่างๆ สามารถส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

5. ครูผู้สอนควรนำผลที่ได้จากการวัดทักษะก่อนเรียน แต่ละทักษะมาวิเคราะห์เพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมตรงตามความต้องการของผู้เรียน เพื่อทำให้เกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการทำโครงงานรวมถึงการนำอนุทินในแต่ละครั้งของนักศึกษามาวิเคราะห์ร่วมด้วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดเรียนรู้มากที่สุด

6 .ครูผู้สอนต้องเตรียมตัวในการสอนให้ดี เตรียมสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เพียงพอที่จะช่วยกระตุ้นหรือส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ ที่จะช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการทำโครงงานให้ประสบความสำเร็จ

7. ในการจัดกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ควรมีการคละความสามารถของนักศึกษาที่มีระดับความสามารถเก่ง อ่อน และปานกลางอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้นักศึกษาสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ในเรื่องของการเรียนรู้ และการค้นหาคำตอบในการทำโครงงาน

8. กรณีที่มีเวลาจำกัด ครูผู้สอนต้องมีการเตรียมกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาที่จำกัด โดยอาจมีการออกแบบใบกิจกรรม ที่มีหลายๆ ทักษะเข้าไว้ด้วยกัน แล้วทำการสอนในแผนเดียวกันเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องและเห็นความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของแต่ละทักษะ

9. ครูผู้สอนควรออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมทุกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และมีการเรียงลำดับทักษะกระบวนการทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์จากง่ายไปหายากเพื่อให้นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงทักษะต่างๆ เข้าด้วยกันและนำมาใช้ในการออกแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการถนอมอาหาร ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในรูปแบบกรณีศึกษานั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้และดำเนินการตามรูปแบบที่ออกแบบไว้เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น โดยในระหว่างการศึกษาไม่สามารถปรับรูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ ดังนั้น เพื่อให้การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา อาจปรับเปลี่ยนรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถนำผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในแต่ละแผนมาปรับปรุงหรือพัฒนาแผนให้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับธรรมชาติของเนื้อหาและบริบทของผู้เรียน

2. ควรมีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้สามารถพัฒนาในด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดเชื่อมโยง เป็นต้น

3. ควรมีการสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำผลจากการตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์และวางแผนในการการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในครั้งต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ขวัญฤทัย เที่ยงจันทราทิพย์. 2553. **การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

งามพิศ ศรีเฉลา. 2553. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชางานบ้าน เรื่องการแปรรูปผลไม้ในท้องถิ่น กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบโครงงาน**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จิตติมา ดมหอม. 2553. **ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อการเรียน เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรินทร จันทร์เพ็ง. 2556**. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑารัตน์ แตงอ่อน. 2554. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จันทนา สอนกองแดง. 2550**. ผลการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงาน ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่4.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์**.**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จันทร์ดา พิทักษ์สาลี. 2556**. ผลของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิจารณญาณต่อความสามารถในการคิดวิจารณญาณและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชาตรี ฝ่ายคำตา, เพ็ญศรี บุญสวรรค์ส่ง และวรรณทิพา รอดแรงค้า. 2549. “การสำรวจความรู้ในเนื้อหาวิชาเคมีของนิสิตครูวิทยาศาสตร์.” **วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์.** 27 (1): 27-38

ชูสกุล คำขาว. 2546. **การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานประถมศึกษาจังหวัดศรีสะเกษ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

ดารุณี เชื้อเจ็ดตน. 2540. **ความสามารถในการสื่อความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะความรู้ที่เน้นยุทธวิธีวงจรการเรียนรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทิพยา ณ พัทลุง. 2554. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอแรนซ์กับรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ทิศนา แขมมณี. 2545. **กระบวนการเรียนรู้ ความหมาย แนวทางพัฒนา และปัญหาข้องใจ.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมคุณภาพวิชาการ.

ธีระชัย ปูรณโชติ. 2531. **การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์** คู่มือครู. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นุชรัตน์ โนนสินชัย. 2536. **การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี กับการสอนตามปกติ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการประถมศึกษา, มหาวิทยาลัยบูรพา.

นรา เขียวละลิ้ม. 2556**. การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทยา ศรีขาว. 2556. **การพัฒนาแนวคิดและเจตคติต่อวิชาเคมีเรื่องเคมีอินทรีย์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บูรชัย ศิริมหาสาคร. 2553. **การทำโครงงานวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: บริษัทไทยร่มเกล้าจำกัด.

เบญจพร สาภักดี. 2555. **การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสภาพอากาศ.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์. 2555. **คิดโครงงานวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัทเป็นภาษาและศิลปะจำกัด.

พนิตสุภา โกศิลา. 2553. **การพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะด้านจิตพิสัยสำหรับเด็กปฐมวัย โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2549**. โครงงานวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการเพื่อพัฒนาการคิด.**พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลาหไพบูลย์. 2540**. แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

มัทรียา นาคสงวน. 2556. **การพัฒนาแนวคิด เรื่องแรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุ่งนภา เอียงอุบล. 2555**. การพัฒนาแนวคิดเรื่องกรดและเบสของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัชนิภา ธาตุอินจันทร์. 2550**. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่องการถนอมอาหารผักพื้นบ้าน โรงเรียนแม่แตง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่.** ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาอาชีวศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เรณู วารีศรี. 2555. “ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืชโดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ที่มีต่อทักษะการสื่อสารความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน.” **วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น** 6 (2): 148-156.

เรวัต ศุภมั่งมี. 2542. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิวัฒน์ รอดเกิด. 2554. **วิทยาศาสตร์พื้นฐาน**. พิมพ์ครั้งที่ 1.นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วนิดา ฆารไสว. 2548**. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เรื่องการถนอมอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วรัญตี การะเกตุ. 2555. **การพัฒนาแนวคิด เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2540. **การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2532. **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วิลา มณีอินทร์. 2557. “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบโครงการ กับแบบสืบเสาะหาความรู้.” **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร** 16 (1): 1-11.

วิภาดา บรรทุมพร. 2553. “ ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อการพัฒนานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” **วารสารศึกษาศาสตร์**4 (ฉบับพิเศษ): 10-17.

ศุภาพิชญ์ ชินฤทธิ์. 2555. “ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะความรู้: รูปแบบ 7Es.” **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 6 (3): 146-154.

สิรยา ตรีสุวรรณ. 2555. **การพัฒนาความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง แสง เสียง ไฟฟ้า ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุรีพร ศิลาไสล. 2550. **การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้พหุปัญญากับการสืบเสาะแบบ สสวท.ที่มีต่อแนวความคิดเลือกกี่ยวกับมโนมติฟิสิกส์ : งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531. **คู่มือการทำและจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2546**. คู่มือการวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2552. **เอกสารพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร.** กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2553. **แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปฐมวัยตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย 2546.** กรุงเทพมหานคร: สาขาวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา.

_____. 2555ก. วิทยาศาสตร์ประถมศึกษา (online).www.chaiyaphum2.go.th/chai0205/work%20vadpol/5.manaulETV55/vit_ETV55/3. pag1-52.doc, 25 ตุลาคม 2556.

สมฤทัย แปลงศรี. 2556. **การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สัญญารัก ปรางทอง. 2539. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจัดกิจกรรมแบบแนะแนวทางและไม่แนะแนวทาง.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 2533. **การประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2532.** กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

สรศักดิ์ แพรดำ. 2544. **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

สุรศักดิ์ ปาเฮ. 2549.**การสอนแบบโครงงาน.** พิมพ์ที่ 1. แพร่: ห้างหุ้นส่วนเมืองแพร่การพิมพ์.

สุวัฒน์ นิยมค้า. 2531. **ทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1**. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์.

เสาวภาคย์ สว่างจันทร์. 2554. ผลการจัดประสบการณ์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะการจำแนกของเด็กปฐมวัย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐมวัยศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุสรา เสนไสย. 2550**. ผลของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับการใช้บทเรียนเว็บเควสท์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิญญา ซื่อตระกูลพานิชย์. 2550**. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา,มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

AAAS.(The American Assiciation for the Advancement of Science). 1970. **Science a process approach: Commentary for Teacher**. Washington D.C : AAAS.

Basaga, H., O. Geban and C. Tekkaya. 1994. "The Effect of the Inquiry Teaching Method on Biochemistry and Science Process Skill Achievement." **Biochemistry and Molecular Biology Education** 22: 29-32.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Blank, L. M. 2000. "A Metacognitive Learning Cycle : A Better Warranty for Student Understanding. **" International Journal of Science Education** 84: 486-506.

Jacknicke, Kenneth Gordon. 1975. "A comparison of Tecaher and Student outcome of Science-a Process Approch and Alternative Program Grade two Classroom." **Research Dissertation Abtracts International** 36 (5 November): 2730a

Jones. A. 1994. **The Expert Educator.**(Online). www.neiu.edu/~sdundis/hrd362/inquiry. doc.pdf.October 20, 2014

Lawson, A. E. 2000. "The Acquisition of Biological Knowledge During Childhood: Cognitive Conflict or Tubular Rasa ?." **Journal of Research in Science Teaching** 25 (3): 185-199.

Lisa, R. L. 1998. "The Conceptual Development of Sixth Grades within Learning Cycle Model Instruction." **Journal of Research in Science Teaching** 28 (5): 171-192.

National Research Council. 2000. **Inquiry and the Nation Science Education Standard : A Guide for Teaching and Learning.** Washington D.C.: National Academy Press.

Roth, Wolff Micheal and Roychoudhury Anita. 1993. "The Development of Science Process Skill in Authentic on texts." **Journal of Research in Science Teaching.** 30 (February): 127-152.

Tuan, H., C. Chin, C. T.sai and S. Cheng. 2005. "Investigating the effectiveness of Inquiry Instruction on the motivation of different learning styles student" **International Journal of Science and Mathematics Education.** 3, 541-566.

Yager, R. E. and H. Akçay. 2010. The adventages of an inquiry approach for science instruction in middle grades. **School Science & Mathematics**. 110, 5-12.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลา ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ส่งผลให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้ผ่านไปได้ด้วยดี

1. ผศ.ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา
   ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

2. ผศ.ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง
   ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

3. นางอรทัย โตจำสี
   กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนป้อมนาคราชสวาทยานนท์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนที่ 9 เรื่องการถนอมอาหาร **รหัสวิชา 3000-1423 วิทยาศาสตร์ 4**

ผู้สอน นางสาวศิรินภา อินอ่วม **ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**

เรื่องการถนอมอาหาร **เวลาเรียน 4 ชั่วโมง**

---

1. สาระสำคัญ

การถนอมอาหารมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเก็บรักษาอาหาร ไว้รับประทานในเวลาปกติและเวลาขาดแคลน โดยให้มีคุณค่าทางสารอาหารมากที่สุด โดยใช้ความรู้และเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์มาใช้ เช่นการทำแห้ง ใช้ความร้อน การใช้อุณหภูมิต่ำ การใช้สารเคมี การหมักดอง การใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล และการอาบรังสีมาป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอาหาร นอกจากนั้นยังนำกระบวนการถนอมอาหารมาใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

2. ผลการเรียนรู้

ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสำคัญของการถนอมอาหาร และการนำเทคโนโลยีมาใช้การถนอมอาหาร

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมาย จุดมุ่งหมาย และประโยชน์ของการถนอมอาหารได้
2. อธิบายลักษณะของสิ่งที่สังเกตจากการถนอมอาหารได้
3. อธิบายหลักในการถนอมอาหารและวิธีการถนอมอาหารได้

4. สาระการเรียนรู้

การถนอมอาหาร หมายถึง กระบวนการเก็บและรักษาอาหาร เพื่อชะลอการเน่าเสียของอาหาร หรือป้องกันโรคอาหารเป็นพิษ ในขณะที่ยังรักษาคุณค่าทางโภชนาการ สีสันและกลิ่นให้คงอยู่

หลักการถนอมอาหาร การถนอมอาหารมีจุดประสงค์ที่สำคัญคือต้องการที่จะเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานที่สุดโดยไม่เน่าเสีย ซึ่งสาเหตุที่สำคัญในการเน่าเสียของอาหารคือ จุลินทรีย์ ดังนั้นการถนอมรักษาอาหารด้วยวิธีต่างๆ จะมีหลักการดังนี้

1. ป้องกันหรือยืดเวลาการย่อยสลายอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์
2. ป้องกันหรือยืดเวลาการสลายตัวที่เกิดขึ้นเองของอาหาร
3. ป้องกันความเสียหายของอาหารจากแมลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ของการถนอมอาหาร

1. ทำให้มีอาหารรับประทานทั้งในเวลาปกติและเวลาที่ขาดแคลน หรือนอกฤดูกาลของอาหาร

2. เป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติและรายจ่ายเนื่องจากมีอาหารสดตามฤดูกาลมาก

3. ทำให้ได้รับประทานอาหารที่มีรูปลักษณะและรสชาติที่แปลกออกไป เช่น ผลไม้กระป๋องและผลไม้กวน

4. ทำให้เกิดการกระจายอาหารไปยังชุมชนที่มีความอดอยากหรือขาดแคลนอย่างทั่วถึง

5. ทำให้สามารถควบคุมผักและผลไม้ให้สุกได้ตามเวลาที่ต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีทางอาหาร

6. ทำให้เกิดอาชีพและการเพิ่มพูนรายได้จากการถนอมอาหารเพื่อการค้าขาย

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสียของอาหาร

1. องค์ประกอบของ
2. น้ำในอาหาร
3. ค่า pH จุลินทรีย์
4. อุณหภูมิ จุลินทรีย์

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนย่อยที่ 1 สัปดาห์ที่ 1 (ชั่วโมงที่ 1-4)

5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูเล่าสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักศึกษาเกิดปัญหาและความสงสัยเพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

น้อย มีอาชีพทำสวนมะม่วง ในแต่ละปีจะมีผลผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก บางครั้งพ่อค้าไม่รับซื้อมะม่วง เนื่องจากมีผลผลิตออกมาล้นตลาด ราคาผลผลิตจึงตกต่ำ และมีมะม่วงตกค้างและเน่าเสียเป็นจำนวนมาก ถ้าหากนักศึกษาเป็นน้อย จะมีวิธีการในการแก้ปัญหานี้อย่างไร

- เกิดปัญหาอะไรขึ้นกับน้อย
- เพราะเหตุใด ราคาของมะม่วงจึงตกต่ำ
- หากมะม่วงของสวนน้อยขายไม่ได้จะเกิดอะไรขึ้น
- นักศึกษาจะสามารถช่วยแก้ปัญหาให้กับสวนมะม่วงของน้อยได้อย่างไร

2.นักศึกษาแสดงร่วมกันแสดงความคิดเห็น (แนวคำตอบ เช่น การถนอมอาหาร การแปรรูปอาหาร เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิต)

(ขั้นใช้คำถามเชิงวิทยาศาสตร์ในการกระตุ้นความสนในของผู้เรียน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ครูแสดงบทบาทสมมติเป็นแม่ค้าขายของ (สวมงอบเลียนแบบแม่ค้า) โดยมีตะกร้าใส่รูปภาพของสินค้าประเภทต่าง ๆ เพื่อสร้างจุดสนใจในการขายสินค้า

4. ครูให้นักศึกษาออกมาเลือกซื้อสินค้าในตะกร้าที่เตรียมไว้ตามชอบ คนละ 1 อย่าง

5. ครูถามนักศึกษาถึงสินค้าของแต่ละคน ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร นักศึกษาสามารถจัดจำแนกประเภทของสินค้าที่เลือกไปได้กี่ประเภท และใช้เกณฑ์ใดในการจัดจำแนกประเภท (แนวคำตอบเช่น ประเภทผัก ประเภทผลไม้ ประเภทเนื้อสัตว์ ประเภทธัญพืช)

6. ครูให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มตามประเภทของอาหารที่เลือกและใช้คำถามต่อไปนี้

➢ นักศึกษาจะมีวิธีการจัดการกับอาหารที่เลือกไปอย่างไรให้เก็บรักษาอยู่ได้นานที่สุด

➢ หากนักศึกษามีอาหารที่เลือกไปอยู่จำนวนมาก จะมีวิธีการจัดการและแปรรูปอาหารที่มีเหล่านั้นเป็นอะไรได้บ้าง

แนวคำตอบ (การถนอมอาหาร การแปรรูป)

7. ครูให้นักศึกษาระดมสมองเกี่ยวกับวิธีการถนอมอาหารและใช้คำถามต่อไปนี้

➢ การถนอมอาหารหมายถึงอะไร

แนวคำตอบ (กระบวนการเก็บและรักษาอาหาร เพื่อชะลอการเน่าเสียของอาหารหรือป้องกันโรคอาหารเป็นพิษ ในขณะที่ยังรักษาคุณค่าทางโภชนาการ สีสันและกลิ่นให้คงอยู่)

➢ การถนอมอาหารสามารถทำได้กี่วิธี อะไรบ้าง

แนวคำตอบ (การดอง การหมัก การกวน การแช่อิ่ม การแช่แข็ง การเชื่อม เป็นต้น)

8. ครูให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการที่นำมาใช้ ว่ามีวิธีใดบ้าง

9. ครูและนักศึกษาช่วยกันรวบรวมวิธีการที่ใช้ในการถนอมอาหาร ที่นักศึกษานำเสนอโดยมีการจำแนกประเภทวิธีการถนอมอาหารแต่ละชนิด

10. ครูให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ร่วมกันนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันภายในกลุ่มโดยใช้เทคนิค K W L (ใบกิจกรรมที่ 1 วิธีการถนอมอาหาร)

K (What you know)	W (What you want to Know)	L (What you have learned)
ผู้เรียนเรียนรู้อะไรบ้าง	ผู้เรียนต้องการเรียนรู้อะไรบ้าง	ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง

11. นักศึกษาแต่ละกลุ่ม นำเสนอสิ่งที่นักศึกษาได้เรียนรู้ (K) และสิ่งที่นักศึกษาต้องการเรียนรู้ (W)

12. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปประเด็นที่รู้แล้ว (L) และสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ (W)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

13. นักศึกษาแต่ละกลุ่ม เลือกวิธีการถนอมอาหารที่ได้รวบรวมไว้กลุ่มละ 1 วิธี และช่วยกันระดมสมองว่า วิธีการถนอมอาหารที่ได้เลือกไปมีลักษณะเป็นอย่างไร มีขั้นตอนและวิธีการทำอย่างไร

(ขั้นผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย)

14. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลภายในกลุ่มเกี่ยวกับสิ่งที่ควรเรียนรู้เกี่ยวกับการถนอมอาหาร โดยให้ไปสืบค้นนอกเวลาเรียนมาจากสัปดาห์ที่ผ่านมา (ใบกิจกรรมที่ 2 ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการถนอมอาหาร) แนวคำตอบ ประเด็นที่ครูและนักศึกษาช่วยกันรวบรวม เช่น

- ความหมายการถนอมอาหาร ประโยชน์และจุดมุ่งหมายของการถนอมอาหาร
-สาเหตุการเน่าเสียของอาหาร
- หลักในการถนอมอาหาร
- วิธีการถนอมอาหาร
- ขั้นตอนการถนอมอาหาร
-การเลือกภาชนะและเครื่องมือที่ใช้ในการถนอมอาหาร

15. นักศึกษาร่วมกันอภิปรายผลการศึกษาจากข้อมูลของแต่ละกลุ่ม ที่ได้ไปสืบค้นมา ว่าการถนอมอาหารแต่ละประเภทมีอะไรบ้าง มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และอภิปรายต่อว่าเหตุใดจึงต้องมีการถนอมอาหารหลากหลายวิธี พร้อมทั้งให้อธิบายว่ามีวิธีพิจารณาเลือกถนอมอาหารแต่ละวิธีอย่างไร

(ขั้นผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)

16. นักศึกษาร่วมกันสรุปแนวคิดเกี่ยวกับการการถนอมอาหารแต่ละประเภท จากการร่วมกันอภิปรายของแต่ละกลุ่ม

(ขั้นผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเอง)

17. นักศึกษานำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการถนอมอาหารแต่ละประเภท พร้อมยกตัวอย่างการถนอมอาหารที่ไม่ซ้ำกันในแต่ละกลุ่ม หลังจากการร่วมกันอภิปรายจากกิจกรรมกลุ่ม

(ขั้นผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย)

18. ครูนำเสนอตัวอย่างของวิธีการถนอมอาหารที่สามารถทำได้รวดเร็ว และนักศึกษาสามารถลงมือปฏิบัติได้ และเป็นอาหารที่มีผู้นิยมบริโภคและสามารถสร้างรายได้จากการถนอมอาหารประเภทนี้ได้ คือ การทำข้าวหมาก โดยใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

- อาชีพหลักของคนไทยคืออาชีพอะไร (เกษตรกรรม การปลูกข้าว)
- ข้าวที่นักศึกษารู้จักมีกี่ชนิด มีอะไรบ้าง (ข้าวหอมมะลิ ข้าวเหนียว ข้าวเหนียวดำ ข้าวกล้อง เป็นต้น)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

➢ นักศึกษาสามารถนำข้าวเหล่านี้มาถนอมอาหารหรือแปรรูปเป็นอะไรได้บ้าง (ข้าวหมาก สาโท กระแช่ เป็นต้น)

19. ครูนำเสนอการทำข้าวหมาก เนื่องจากเป็นอาหารที่สามารถทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อย ต้นทุนต่ำ มีผู้นิยมบริโภคและสามารถนำมาประกอบอาชีพเสริมได้

20. ครูให้นักศึกษาเตรียมวัสดุ/อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการทำข้าวหมาก ในสัปดาห์หน้า **(ขั้นผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย)**

5.3 ขั้นสรุป

21. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปผลงานที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอ ครูอธิบายเพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้นักศึกษา ซักถาม

6. สื่อ/ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1, หนังสือโครงงานวิทยาศาสตร์รหัส 2000-1424 , 3000-1428 (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ)
2. ใบกิจกรรม 1-2
3. รูปภาพตัวอย่างอาหารประเภทต่าง ๆ
4. ห้องสมุดและแหล่งสืบค้นต่าง ๆ
5. อินเตอร์เน็ต

7. การวัดและการประเมินผล

การวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน
1. อธิบายความหมาย จุดมุ่งหมาย และประโยชน์ของการถนอมอาหารได้ 2. อธิบายลักษณะของสิ่งที่สังเกตจากการถนอมอาหารได้ 3. อธิบายหลักในการถนอมอาหารและวิธีการถนอมอาหารได้	- ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 1 - ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 2	- ใบกิจกรรมที่ 1 - ใบกิจกรรมที่ 2	- วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบกิจกรรมที่ 1 และ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1 วิธีการถนอมอาหาร

กลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม 1.....

2. .....

3. .....

4. .....

ตาราง K-W-L เรื่อง .....

K (What you know) **ผู้เรียนรู้อะไรแล้วบ้าง**	**W (What you want to Know)** **ผู้เรียนอยากรู้อะไร**	**L (What you have learned)** **ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 2

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการถนอมอาหาร

กลุ่ม.....

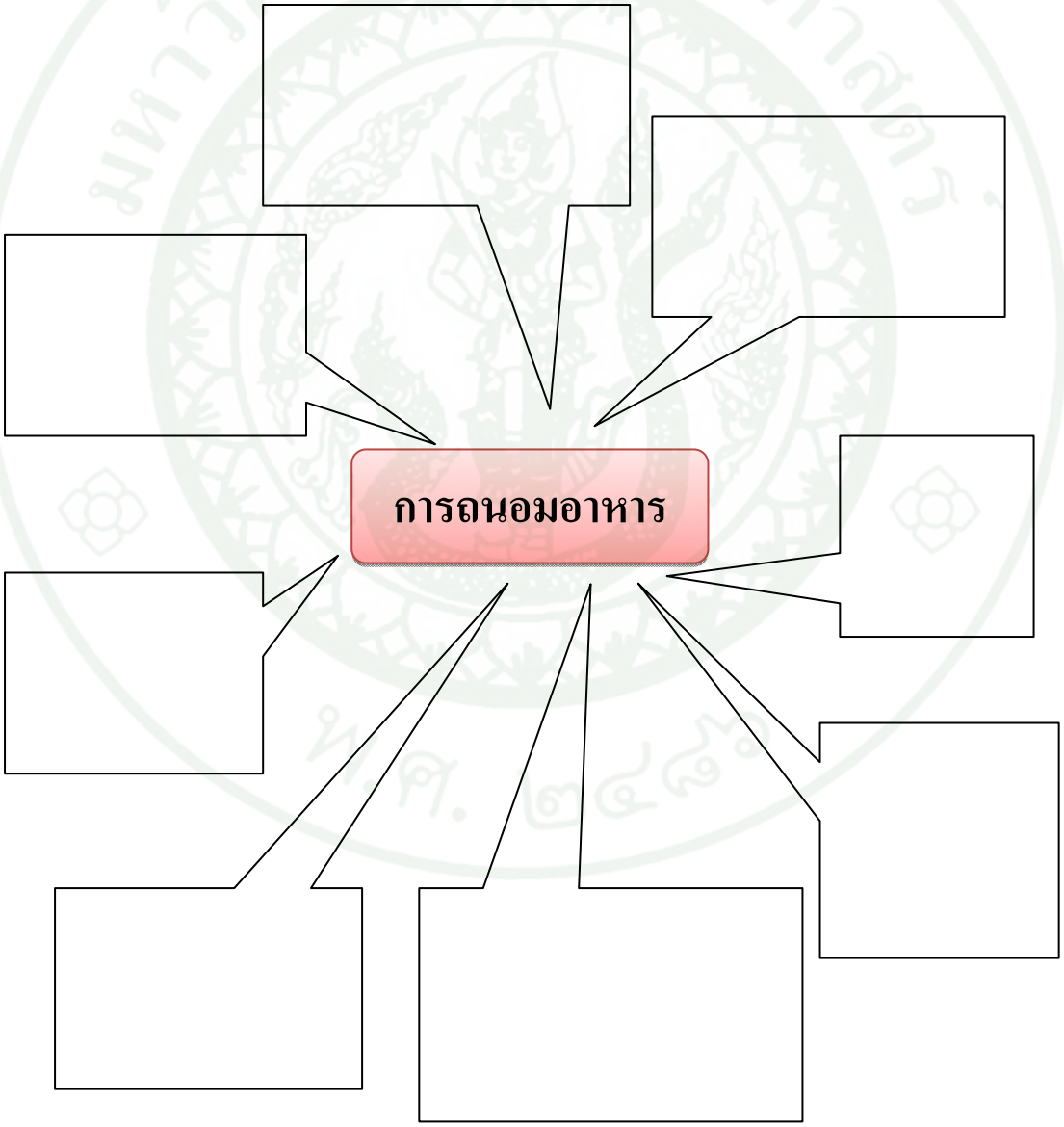
สมาชิกในกลุ่ม 1. ……

2. ……..……

3. ……..……

4. ……..……

สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับการถนอมอาหารมีอะไรบ้าง



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนที่ 9 เรื่องการถนอมอาหาร **รหัสวิชา3000-1423 วิทยาศาสตร์ 4**

ผู้สอน นางสาวศิรินภา อินอ่วม **ระดับประกาศนียบัตรวิชาชาชีพชั้นสูง**

เรื่องการถนอมอาหาร **เวลาเรียน 4 ชั่วโมง**

---

1. สาระสำคัญ

การถนอมอาหารมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเก็บรักษาอาหาร ไว้รับประทานในเวลาปกติและเวลาขาดแคลน โดยให้มีคุณค่าทางสารอาหารมากที่สุด โดยใช้ความรู้และเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์มาใช้ เช่นการทำแห้ง ใช้ความร้อน การใช้อุณหภูมิต่ำ การใช้สารเคมี การหมักดอง การใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล และการอาบรังสีมาป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอาหาร นอกจากนั้นยังนำกระบวนการถนอมอาหารมาใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

2. ผลการเรียนรู้

ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสำคัญของการถนอมอาหาร และการนำเทคโนโลยีมาใช้การถนอมอาหาร

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เลือกเครื่องมือ อธิบายเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ และวิธีการใช้เครื่องมือในการถนอมอาหารได้

2. คำนวณ หรือ แสดงวิธีการคิดและระบุหน่วยที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง

3. อธิบายหลักในการถนอมอาหารและสามารถจัดจำแนกประเภทของการถนอมอาหารประเภทต่างๆ ได้

4. อธิบายสาเหตุการเน่าเสียและการเปลี่ยนแปลงสภาพของอาหารเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

4. สาระการเรียนรู้

การถนอมอาหาร หมายถึง กระบวนการเก็บและรักษาอาหาร เพื่อชะลอการเน่าเสียของอาหารหรือป้องกันโรคอาหารเป็นพิษ ในขณะที่ยังรักษาคุณค่าทางโภชนาการ สีสันและกลิ่นให้คงอยู่ หลักการถนอมอาหารการถนอมอาหารมีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือต้องการที่จะเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานที่สุดโดยไม่เน่าเสีย ซึ่งสาเหตุที่สำคัญในการเน่าเสียของอาหารคือ จุลินทรีย์ ดังนั้น การถนอมรักษาอาหารด้วยวิธีต่างๆ จะมีหลักการดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ป้องกันหรือยืดเวลาการย่อยสลายอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์
2. ป้องกันหรือยืดเวลาการสลายตัวที่เกิดขึ้นเองของอาหาร
3. ป้องกันความเสียหายของอาหารจากแมลง

ประโยชน์ของการถนอมอาหาร

1. ทำให้มีอาหารรับประทานทั้งในเวลาปกติและเวลาที่ขาดแคลน หรือนอกฤดูกาลของอาหาร
2. เป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติและรายจ่ายเนื่องจากมีอาหารสดตามฤดูกาลมาก
3. ทำให้ได้รับประทานอาหารที่มีรูปลักษณะและรสชาติที่แปลกออกไป เช่น ผลไม้กระป๋องและผลไม้กวน
4. ทำให้เกิดการกระจายอาหารไปยังชุมชนที่มีความอดอยากหรือขาดแคลนอย่างทั่วถึง
5. ทำให้สามารถควบคุมผักและผลไม้ให้สุกได้ตามเวลาที่ต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีทางอาหาร
6. ทำให้เกิดอาชีพและการเพิ่มพูนรายได้จากการถนอมอาหารเพื่อการค้าขาย

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสียของอาหาร

1. องค์ประกอบของ
2. น้ำในอาหาร
3. ค่า pH จุลินทรีย์
4. อุณหภูมิ จุลินทรีย์

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนย่อยที่ 2 สัปดาห์ที่ 2 (ชั่วโมงที่ 5-8)

5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำเสนอตัวอย่างประเภทของการถนอมอาหาร 8 อย่าง เป็นสื่อของจริง โดยเป็นอาหารที่มาจากการถนอมอาหารโดยใช้วิธีแตกต่างกันไปเช่น

1) กล้วยตาก 2) ไข่เค็ม 3) หมูยอ 4) กุนเชียง
5) แยมผลไม้ 6) กะปิ 7) มะม่วงกวน 8) เต้าเจี้ยว

2. นักศึกษาแต่ละกลุ่ม จับฉลากเลือกประเภทของอาหารกลุ่มละ 2 อย่างจากอาหารที่ครูนำเสนอ

(ขั้นใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

3. นักศึกษาแต่ละกลุ่มศึกษาและพิจารณาเกี่ยวกับอาหารที่แต่ละกลุ่มได้รับ โดยให้จดบันทึกสิ่งที่ได้ศึกษาและสังเกตจากตัวอย่างอาหาร (ใบกิจกรรมที่ 3 วิธีการถนอมอาหาร) แล้วพิจารณาว่าอาหารที่ได้รับดังนี้ เช่น

- อาหารที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้รับเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

แนวคำตอบ (วิธีการถนอมอาหารต่างกัน)

- ลักษณะทางกายภาพของอาหารที่ได้รับเป็นอย่างไร
- ปัญหา/ข้อสงสัยที่ได้จากการสังเกตอาหารตัวอย่าง
- สิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับอาหารตัวอย่าง

(ขั้นผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย)

4. นักศึกษาร่วมกันอภิปรายและและแสดงความคิดเห็นและเขียนออกมาในรูปของแผนที่ความคิดเกี่ยวกับประเด็นที่ควรรู้เกี่ยวกับการถนอมอาหารสรุปเกี่ยวกับอาหารที่แต่ละกลุ่มได้รับ โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- อาหารที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มได้รับเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งประเภท

แนวคำตอบ (วิธีการถนอมอาหารต่างกัน)

- อาหารที่แต่ละกลุ่มได้รับ ใช้วิธีการถนอมอาหารประเภทใดบ้าง

แนวคำตอบ (การตากแห้ง การดอง การหมัก การอาบรังสี การกวน การใช้น้ำตาล

- เหตุใดอาหารที่แต่ละกลุ่มได้รับจึงต้องใช้วิธีการถนอมอาหารที่แตกต่างกัน

(ขั้นผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)

5. ครูและนักศึกษาร่วมกันเสนอแนะความรู้เพิ่มเติมจากประเด็นการนำเสนอของนักศึกษาแต่ละกลุ่มโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- นักศึกษาคิดว่าปัจจัยใด มีผลต่อการถนอมอาหารบ้าง

แนวคำตอบ (ปริมาณน้ำในอาหารแต่ละชนิด ประเภทของอาหารแต่ละชนิด)

- หากใช้ภาชนะและเครื่องมือชนิดเดียวกัน มาถนอมอาหารในวิธีต่างๆ

จะมีผลอย่างไรกับอาหาร เช่น ใช้ภาชนะโลหะมาดองผักกาดดอง ใช้ทัพพีพลาสติกกวนมะม่วงขณะอยู่บนเตาร้อนๆ

แนวคำตอบ (เกิดปฏิกิริยาเคมีของภาชนะกับสารที่ใช้ มีสารเคมีปนเปื้อน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. นักศึกษาแบ่งกลุ่มๆละ 4 - 5 คน แต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้เรื่อง การทำข้าวหมาก(ใบความรู้ เรื่อง การทำข้าวหมาก) สืบเนื่องจากสัปดาห์ที่แล้วที่ครูเสนอการทำข้าวหมากและให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มเตรียมวัสดุ/อุปกรณ์มาทำข้าวหมากในสัปดาห์ที่ 2

(ขั้นผู้เรียนประเมินเกี่ยวกับการอธิบายของตนเอง)

7. นักศึกษาแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ สิ่งที่กลุ่มได้ช่วยกันระดมความคิด ว่าแต่ละกลุ่มมีปัญหาสงสัย และมีความสนใจอย่างไรกับข้าวหมาก แต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองในการทำข้าวหมากอย่างไร (ใบกิจกรรมที่ 4)

8. ครูและนักศึกษาร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองในการทำข้าวหมาก (ใบกิจกรรมที่ 4) โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- มีปัญหาที่สงสัย หรือสนใจเกี่ยวกับการทำข้าวหมากอย่างไร

แนวคำตอบ (ใช้ข้าวชนิดอื่นแทนข้าวเหนียวได้หรือไม่ ทำไมจึงไม่นิยมนำข้าวเหนียวดำมาทำข้าวหมาก ข้าวญี่ปุ่นสามารถทำข้าวหมากได้หรือไม่)

- สมมติฐานของการทำข้าวหมาก คืออะไร (ปริมาณน้ำตาลและ

ชนิดของข้าวมีผลต่อลักษณะและรสชาติของข้าวหมาก)

- ตัวแปรต้นคืออะไร (น้ำตาล ชนิดของข้าว)
- ตัวแปรตามคืออะไร (ลักษณะและรสชาติของข้าวหมาก)
- ตัวแปรควบคุมคืออะไร (ปริมาณน้ำตาล ปริมาณข้าว ระยะเวลาในการหมัก)
- นักศึกษาสามารถสังเกตและวัดตัวแปรตามได้ด้วยวิธีการใด (สังเกตเก็บและบันทึกข้อมูล ถ่ายภาพ ชิมรสชาติ)

9. ครูและนักศึกษาอภิปรายผลร่วมกันเพื่อนำไปสู่การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จากการกำหนดขอบเขตและตัวแปรของแต่ละกลุ่มให้เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยใช้คำถามดังนี้

- นักศึกษามีวิธีการอย่างไร ที่ทำให้สามารถนำผลการทำข้าวหมาก ที่ได้จากการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกันได้ (ทำการทดลองและใช้วิธีวัดที่เหมือนกัน)
- นักศึกษากำหนดวิธีการลองและการวัดอย่างไร
- นักศึกษาจะให้ความหมายของคำว่า<u>รสหวานกำลังดี</u>ว่าอย่างไร

10.นักศึกษาแต่ละกลุ่มทำการทดลอง และบันทึกข้อมูลจากการทดลอง (ใบกิจกรรมที่ 4) บันทึกข้อมูลรายละเอียดโดยแบ่งเป็น 3 ช่วงดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่วงที่ 1หลังจากทำข้าวหมากเสร็จเรียบร้อยทันที

ช่วงที่ 2หลังจากวันที่ทำการทดลอง 3 วัน

ช่วงที่ 3หลังจากวันที่ทำการทดลอง 7 วัน

(ขั้นผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย)

5.3 ขั้นสรุป

11. ครูให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 3-4คน เพื่อทำโครงงานเกี่ยวกับการถนอมอาหารตามที่กลุ่มสนใจ โดยให้ไปสืบค้นในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่สนใจ และให้หัวข้อโครงงานและนำข้อมูลที่ไปสืบค้นวิธีการถนอมอาหารและขั้นตอนการทำ และนำข้อมูลมาสนทนากันในสัปดาห์ที่ 3

6. สื่อ/ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1, หนังสือโครงงานวิทยาศาสตร์รหัส 3000-1428 (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ)
2. ใบความรู้
3. ใบกิจกรรม 3-4
5. สื่อของจริง ตัวอย่างอาหาร
6. ห้องสมุดและแหล่งสืบค้นต่าง ๆ
7. อินเตอร์เน็ต

7. การวัดและการประเมินผล

การวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การให้คะแนน
1.อธิบายลักษณะของสิ่งที่สังเกตจากการถนอมอาหารได้	- ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 3	- ใบกิจกรรมที่ 3	- ทำใบกิจกรรมที่ 3 ได้ถูกต้องร้อยละ 60
2.เลือกเครื่องมือ อธิบายเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ และวิธีการใช้เครื่องมือในการถนอมอาหารได้	- ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 4	- ใบกิจกรรมที่ 4	-วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบ กิจกรรมที่ 4
3.คำนวณ หรือ แสดงวิธีการคิดและระบุหน่วยที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง	-สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม -ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 4	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม - ใบกิจกรรมที่ 4	- อยู่ระดับ 2 - วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบ กิจกรรมที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบความรู้
เรื่อง การทำข้าวหมาก

ข้าวหมาก เป็นอาหารหมักพื้นบ้านของไทยทำจากข้าวเหนียวทั้งข้าวเหนียวธรรมดา และข้าวเหนียวดำแต่ข้าวเหนียวดำมักไม่ค่อยพบบ่อยนัก ในการทำข้าวหมากจะต้องใช้ลูกแป้งข้าวหมาก ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนแป้งครึ่งวงกลม สีขาวนวล น้ำหนักเบาในลูกแป้งข้าวหมากจะมีเชื้อราสกุล Mucor sp., Amylomyces sp. ซึ่งสามารถสร้างเอนไซม์อไมเลสออกมาย่อยแป้งในข้าวเหนียวให้เป็นน้ำตาลน้ำตาลหรือน้ำหวานที่ได้จากการย่อยข้าวเหนียวนี้ เรียกว่า น้ำต้อย มีความหวานประมาณ 30-40 องศาบริกซ์ (ปริมาณน้ำตาลคิดเป็นกรัม ของน้ำซูโครสต่อ 100 มิลลิลิตร)น้ำต้อยที่ย่อยได้ในระยะแรกช่วงวันที่ 1 และ 2 ยังไม่ค่อยหวานจัดเพราะแป้งยังถูกย่อยไม่สมบูรณ์ จะเริ่มหวานจัดประมาณวันที่ 3 และถ้าหมักไว้นานสัปดาห์จะมีกลิ่นเหล้าอ่อน ๆ เนื่องจากมียีสต์บางชนิดเช่นยีสต์ในสกุล Sacchacomyces sp., หมักน้ำตาลในข้าวหมากเป็น แอลกอฮอล์จึงควรเก็บข้าวหมากไว้ในตู้เย็นเมื่อหมักได้ที่แล้ว

ลูกแป้งข้าวหมากลูกแป้งข้าวหมากมีลักษณะเป็นก้อนแห้งครึ่งวงกลม สีขาวนวลเนื้อแป้งโปร่งมีเส้นใยของเชื้อราเกาะอยู่ทั่วไปเมื่อมีอายุมากจะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นลูกแป้งแต่ละเจ้าจะมีเชื้อราและยีสต์ต่างสายพันธุ์กันลูกแป้งที่ดีจะต้องใช้แป้งเชื้อที่ดี มีการรักษาความสะอาด ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นขณะทำลูกแป้งให้พอเหมาะ ส่วนประกอบที่สำคัญของลูกแป้ง ได้แก่ เครื่องเทศน้ำและแป้งเชื้อลูกแป้งแต่ละเจ้าจะมีสูตรการทำลูกแป้งแตกต่างกันออกไป

วิธีการทำข้าวหมาก มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ข้าวเหนียวอย่างดี
2. ล้างและแช่น้ำค้างคืนหรืออย่างน้อยประมาณ 3 ชั่วโมง
3. เอาขึ้นจากน้ำ สะเด็ดน้ำรองด้วยผ้าขาวบาง
4. นึ่งจนข้าวเหนียวสุกทั่วถึงกัน
5. ผึ่งข้าวให้เย็น
6. ล้างด้วยน้ำสะอาด หรือน้ำปูนใสจนข้าวหมดยาง
7. เมล็ดข้าวร่วนไม่ติดกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. สะเด็ดน้ำให้แห้งมากที่สุด เพราะถ้าข้าวเปียกหรือแฉะจะมีเชื้อแบคทีเรียทำให้ข้าวหมากเปรี้ยวได้ง่าย

9. เกลี่ยข้าวให้กระจายหนาเท่า ๆ กัน แล้วโรยและคลุกลูกแป้งข้าวหมากบดละเอียดแล้วให้สม่ำเสมอเบา ๆ (ใช้ลูกแป้ง 0.2% โดยน้ำหนักของข้าวเหนียวดิบหรือลูกแป้ง 1 ลูก ต่อข้าวเหนียวดิบประมาณ 1 กิโลกรัม

10. บรรจุใส่ภาชนะที่แห้งและสะอาด เช่น กล่องหรือห่อใบตองให้ข้าวเรียงตัวกันหลวม ๆ ไม่กดแน่น ไม่ควรหนามากและให้มีที่ว่างเหนือภาชนะเพื่อให้มีอากาศเพียงพอ

11. เก็บไว้ในที่ร่มประมาณ 2-3 วัน จนเป็นข้าวหมากที่มีรสหอมหวานชวนรับประทาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่3

วิธีการถนอมอาหาร

กลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม 1. ……

2. ……..…….

3. ……..…….

4. ……..…….

1. อาหารที่ได้กลุ่มได้คือ.....

2. อาหารที่ได้รับเป็นการถนอมอาหารด้วยวิธีใด

……

……..……

3. สังเกตลักษะทางกายภาพของอาหารที่ได้รับ เป็นอย่างไร

……

……

……

……

……

……

……

4. ปัญหา/ข้อสงสัย จากอาหารที่แต่ละกลุ่มได้รับ

.....

.....

.....

.....

.....

5. สิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติมจากอาหารที่ได้รับ

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง การทำข้าวหมาก

จุดประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะขั้นบูรณาการในการทำโครงงาน จากการทำข้าวหมาก

วัสดุ/อุปกรณ์

1. ข้าวเหนียวอย่างดี 1 กิโลกรัม
2. ผ้าขาวบาง 1 ผืน
3. ที่นึ่งข้าวเหนียว 1 อัน
4. น้ำปูนใส 500 กรัม
5. แป้งข้าวหมาก 1 ลูก
6. น้ำตาลทราย 500 กรัม

1. นักศึกษามีปัญหาที่สงสัย หรือ สนใจเกี่ยวกับการทำ ข้าวหมาก อย่างไร

.....

.....

.....

2. สมมติฐานของการทดลอง คืออะไร

.....

.....

.....

3. ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระของการทดลองคืออะไร

.....

.....

.....

4. นักศึกษาจะทำการสังเกตหรือวัดตัวแปรต้นได้ด้วยวิธีการใด

.....

.....

.....

5. ตัวแปรตาม ของการทดลองคืออะไร

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. นักศึกษาจะทำการสังเกตหรือวัดตัวแปรตามได้ด้วยวิธีการใด

.....

.....

7. ตัวแปรควบคุมของการทดลองคืออะไร

.....

.....

8. นักศึกษาจะออกแบบวิธีการทดลองอย่างไรเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นไว้โดยกำหนดให้ใช้ปริมาณน้ำตาลดังนี้

สูตรที่	ปริมาณข้าวเหนียว (กรัม)	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)
1	300	50
2	300	100
3	300	150
4	300	200
5	300	250

8.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

.....

.....

.....

.....

8.2 ออกแบบวิธีการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.3 นักศึกษาทดลองและบันทึกผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนที่ 9 เรื่องการถนอมอาหาร **รหัสวิชา3000-1423 วิทยาศาสตร์ 4**

ผู้สอน นางสาวศิรินภา อินอ่วม **ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**

เรื่องการถนอมอาหาร **เวลาเรียน 4 ชั่วโมง**

---

1. สาระสำคัญ

การถนอมอาหารมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเก็บรักษาอาหาร ไว้รับประทานในเวลาปกติและเวลาขาดแคลน โดยให้มีคุณค่าทางสารอาหารมากที่สุด โดยใช้ความรู้และเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์มาใช้ เช่นการทำแห้ง ใช้ความร้อน การใช้อุณหภูมิต่ำ การใช้สารเคมี การหมักดอง การใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล และการอาบรังสีมาป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอาหาร นอกจากนั้นยังนำกระบวนการถนอมอาหารมาใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

2. ผลการเรียนรู้

ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสำคัญของการถนอมอาหาร และการนำเทคโนโลยีมาใช้การถนอมอาหาร

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ลงความเห็นข้อมูลจากสิ่งที่สังเกตหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของอาหารได้

2. จัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลที่ได้จากวิธีการถนอมอาหารประเภทต่างๆ ได้

3. ตีความหมายและลงข้อสรุปจากการทำโครงงานเรื่องการถนอมอาหารได้

1. สาระการเรียนรู้

การถนอมอาหาร หมายถึง กระบวนการเก็บและรักษาอาหาร เพื่อชะลอการเน่าเสียของอาหารหรือป้องกันโรคอาหารเป็นพิษ ในขณะที่ยังรักษาคุณค่าทางโภชนาการ สีสันและกลิ่นให้คงอยู่

หลักการถนอมอาหารการถนอมอาหารมีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือต้องการที่จะเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานที่สุดโดยไม่เน่าเสีย ซึ่งสาเหตุที่สำคัญในการเน่าเสียของอาหารคือ จุลินทรีย์ ดังนั้นการถนอมรักษาอาหารด้วยวิธีต่างๆ จะมีหลักการดังนี้

1. ป้องกันหรือยืดเวลาการย่อยสลายอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์

2. ป้องกันหรือยืดเวลาการสลายตัวที่เกิดขึ้นเองของอาหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ป้องกันความเสียหายของอาหารจากแมลง

ประโยชน์ของการถนอมอาหาร

1. ทำให้มีอาหารรับประทานทั้งในเวลาปกติและเวลาที่ขาดแคลน หรือนอกฤดูกาลของอาหาร

2. เป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติและรายจ่ายเนื่องจากมีอาหารสดตามฤดูกาล

3. ทำให้ได้รับประทานอาหารที่มีรูปลักษณะและรสชาติที่แปลกออกไป เช่น ผลไม้กระป๋อง และผลไม้กวน

4. ทำให้เกิดการกระจายอาหารไปยังชุมชนที่มีความอดอยากหรือขาดแคลนอย่างทั่วถึง

5. ทำให้สามารถควบคุมผักและผลไม้ให้สุกได้ตามเวลาที่ต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีทางอาหาร

6. ทำให้เกิดอาชีพและการเพิ่มพูนรายได้จากการถนอมอาหารเพื่อการค้าขาย

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสียของอาหาร

1. องค์ประกอบของ
2. น้ำในอาหาร
3. ค่า pH จุลินทรีย์
4. อุณหภูมิ จุลินทรีย์

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนย่อยที่ 3 สัปดาห์ที่ 3 (ชั่วโมงที่ 9-12)

5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูซักถามนักศึกษาถึงการเก็บข้อมูลการทำกิจกรรมข้าวหมากในสัปดาห์ที่ผ่านมาว่าข้าวหมากที่ทำไว้เหมือนเดิมหรือมีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่

5.2 ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ครูและนักศึกษาร่วมกันสนทนาถึงการถนอมอาหารในสัปดาห์ที่ผ่านมาและนำข้าวหมากที่ทำไว้ในชั่วโมงที่แล้ว มาให้นักศึกษาสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับข้าวหมากหลังจากผ่านไป 1 สัปดาห์ โดยใช้คำถามต่อไปนี้

➢ ระหว่างข้าวหมากที่มีปริมาณน้ำตาลแตกต่างกันว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร (รสชาติ สี กลิ่น ลักษณะของเมล็ดข้าว)

➢ เวลามีผลต่อลักษณะของข้าวหมากหรือไม่อย่างไร (ใบกิจกรรมที่ 5)

(ขั้นใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. นักศึกษานำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับข้าวหมาก มาจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จากข้าวหมากแต่ละสูตร

(ขั้นผู้เรียนค้นหาข้อมูลหลักฐานต่างๆ เพื่อพัฒนาและประเมินคำอธิบาย)

4. นักศึกษาออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูล(ใบกิจกรรมที่ 6)

(ขั้นผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐาน)

5. นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ส่งตัวแทนออกมานำเสนอรูปแบบการนำเสนอข้อมูล เกี่ยวกับลักษะทางกายภาพ รสชาติ ที่เกิดขึ้นของข้าวหมาก พร้อมบอกเหตุผลประกอบว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกรูปแบบการนำเสนอวิธีนี้

6. ครูและนักศึกษาร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างของรูปแบบการนำเสนข้อมูลโดยครูใช้คำถามดังนี้

- รูปแบบการนำเสนอของนักศึกษา แต่ละกลุ่มเหมือนหรือแตกต่างกัน
- การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร
- การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร

(ขั้นผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลของคำอธิบาย)

5.3 ขั้นสรุป

7. ครู/นักศึกษา ร่วมกันเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบการนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติม

6. สื่อ/ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1, หนังสือโครงงานวิทยาศาสตร์รหัส 2000-1424 , 3000-1428 (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ)
2. ใบงานที่ 1 , 2
3. ใบกิจกรรม 5-6
4. สื่อของจริง ตัวอย่างอาหาร
5. ห้องสมุดและแหล่งสืบค้นต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. การวัดและการประเมินผล

การวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายสาเหตุการเน่าเสียและการเปลี่ยนแปลงสภาพของอาหารเมื่อเวลาเปลี่ยนไป	-ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 5	-ใบกิจกรรมที่ 5	-วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบกิจกรรมที่ 5
2. ลงความเห็นข้อมูลจากสิ่งที่สังเกตหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการ เปลี่ยนแปลงสภาพของอาหารได้	-ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 5	-ใบกิจกรรมที่ 5	-วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบกิจกรรมที่ 5
3.จัดกระทำและสื่อความ หมายข้อมูลที่ได้จากวิธีการถนอมอาหารประเภทต่างๆ ได้	-ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 6	-ใบกิจกรรมที่ 6	-วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบกิจกรรมที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 5

ติดตามผล การทำข้าวหมาก

จุดประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะ - การพยากรณ์

- การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสและสเปสกับเวลา
- การลงความเห็นจากข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองทำข้าวหมาก ใน 5 สูตร โดยเก็บข้อมูลเป็น 3 ช่วง

ช่วงที่ 1 หลังจากทำข้าวหมากเสร็จเรียบร้อยทันทีวันที่...../...../.....

สูตรที่	ปริมาณข้าวเหนียว (กรัม)	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	ลักษณะทางกายภาพ	รสชาติของข้าวหมาก

2. นักศึกษาคิดว่า เมื่อหมักข้าวหมากผ่านไป 3 วัน ปริมาณของข้าวหมากแต่ละสูตรจะเหมือนเดิมหรือไม่ อย่างไร (พยากรณ์)

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่า รสชาติของข้าวหมากจะเปลี่ยนไปจากวันแรกที่ทำหรือไม่ อย่างไร (พยากรณ์)

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่วงที่ 2 หลังจากวันที่ทำการทดลองช่วงที่ 1 ผ่านไป 3 วัน...../...../.....

สูตรที่	ปริมาณข้าวเหนียว (กรัม)	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	ลักษณะทางกายภาพ	รสชาติของข้าวหมาก

4. จากตารางเก็บข้อมูลช่วงที่ 2 นักศึกษาสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับข้าวหมากหรือไม่อย่างไร
   (ทักษะการสังเกต)

.....

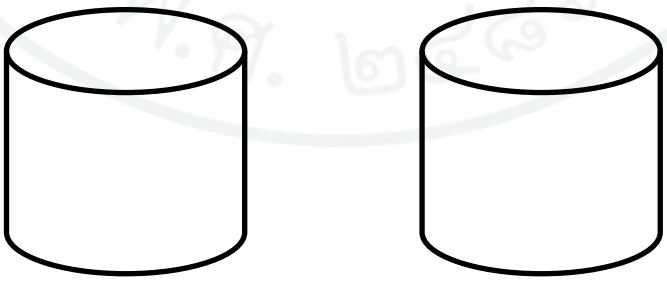
.....

(ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

.....

.....

5. นักศึกษาคิดว่าหากหมักข้าวหมากต่อไปอีก 3 วัน ปริมาณของเหลว (น้ำต้อยจากข้าวหมาก)ในถ้วยหมักข้าวหมากจะมีปริมาณเท่าเดิม หรือเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร (วาดปริมาณน้ำต้อยในถ้วยประกอบ) เพื่อเปรียบเทียบกัน (สเปสกับเวลา)



3 วัน 7 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. นักศึกษาสังเกตลักษณะทางกายภาพ รสชาติ และปริมาณน้ำต้อยในข้าวหมาก

.....

.....

.....

.....

ช่วงที่ 3 หลังจากวันที่ทำการทดลองช่วงที่ 1 ผ่านไป 3 วัน...../...../.....

สูตรที่	ปริมาณข้าวเหนียว (กรัม)	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	ลักษณะทางกายภาพ	รสชาติของข้าวหมาก

7. จากข้อ 6 นักศึกษาพยากรณ์ได้ถูกต้องหรือไม่ เมื่อเปรียบเทียบกับการบันทึกผลในตารางช่วงที่ 3

.....

.....

.....

.....

.....

8. สรุปผลการทดลองการเก็บข้อมูล 3 ช่วงได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 6

เรื่อง การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลจากการทำข้าวหมาก

กลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม 1. ……..

2. ……

3. ……

4. ……

5.…….

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 5-6

กลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม 1. ……

2. ……

3. ……..……..…….

4. ……..……..…….

5. ……..……..…….

วันที่ประเมิน.....

รายการประเมิน	**คะแนนที่ได้**			**รวม**	**หมายเหตุ**
	5	**4**	**3**		
เนื้อหา					
ภาพประกอบ					
รวม					

เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมที่ 5-6

สิ่งที่พิจารณา	**ระดับคะแนนและเกณฑ์การพิจารณา**		
	คะแนน 5	**คะแนน 4**	**คะแนน 3**
เนื้อหา	-เนื้อหามีความถูกต้อง -ครอบคลุมทุกประเด็น	- เนื้อหาถูกต้อง - ครอบคลุมไม่ทุกประเด็น	-เนื้อหาบางส่วนไม่ ถูกต้อง -เนื้อหาไม่ครอบคลุม
ภาพประกอบ	- ถูกต้องครอบคลุม - สวยงาม	- ถูกต้องแต่ไม่ครอบคลุม - สวยงาม	- ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน -ไม่สวยงาม

เกณฑ์คุณภาพ

9-12 หมายถึง ดีมาก7-8 หมายถึง ดี5-6 หมายถึง พอใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนที่ 9 เรื่องการถนอมอาหาร **รหัสวิชา3000-1423 วิทยาศาสตร์ 4**

ผู้สอน นางสาวศิรินภา อินอ่วม **ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง**

เรื่องการถนอมอาหาร **เวลาเรียน 4 ชั่วโมง**

---

1. สาระสำคัญ

การถนอมอาหารมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเก็บรักษาอาหาร ไว้รับประทานในเวลาปกติและเวลาขาดแคลน โดยให้มีคุณค่าทางสารอาหารมากที่สุด โดยใช้ความรู้และเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์มาใช้ เช่นการทำแห้ง ใช้ความร้อน การใช้อุณหภูมิต่ำ การใช้สารเคมี การหมักดอง การใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล และการอาบรังสีมาป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอาหาร นอกจากนั้นยังนำกระบวนการถนอมอาหารมาใช้ในการชะลอการสุกของผลไม้

2. ผลการเรียนรู้

ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสำคัญของการถนอมอาหาร และการนำเทคโนโลยีมาใช้การถนอมอาหาร

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ตั้งสมมติฐานจากการเลือกทำโครงงานตามความสนใจเรื่องการถนอมอาหารได้
2. กำหนดและควบคุมตัวแปรจากการทำโครงงานเรื่องการถนอมอาหารได้
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจากการทำโครงงานเรื่องการถนอมอาหารได้
4. ออกแบบการทดลองการทำโครงงานเกี่ยวกับการถนอมอาหารได้
5. ตีความหมายและลงข้อสรุปจากการทำโครงงานเรื่องการถนอมอาหารได้

4. สาระการเรียนรู้

การถนอมอาหาร หมายถึง กระบวนการเก็บและรักษาอาหาร เพื่อชะลอการเน่าเสียของอาหารหรือป้องกันโรคอาหารเป็นพิษ ในขณะที่ยังรักษาคุณค่าทางโภชนาการ สีสันและกลิ่นให้คงอยู่

หลักการถนอมอาหารการถนอมอาหารมีจุดประสงค์ที่สำคัญคือต้องการที่จะเก็บรักษาอาหารไว้ให้นานที่สุดโดยไม่เน่าเสีย ซึ่งสาเหตุที่สำคัญในการเน่าเสียของอาหารคือ จุลินทรีย์ ดังนั้น การถนอมรักษาอาหารด้วยวิธีต่างๆ จะมีหลักการดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ป้องกันหรือยืดเวลาการย่อยสลายอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์
2. ป้องกันหรือยืดเวลาการสลายตัวที่เกิดขึ้นเองของอาหาร
3. ป้องกันความเสียหายของอาหารจากแมลง

ประโยชน์ของการถนอมอาหาร

1. ทำให้มีอาหารรับประทานทั้งในเวลาปกติและเวลาที่ขาดแคลน หรือนอกฤดูกาลของอาหาร
2. เป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติและรายจ่ายเนื่องจากมีอาหารสดตามฤดูกาล
3. ทำให้ได้รับประทานอาหารที่มีรูปลักษณะและรสชาติที่แปลกออกไป เช่น ผลไม้กระป๋องและผลไม้กวน
4. ทำให้เกิดการกระจายอาหารไปยังชุมชนที่มีความอดอยากหรือขาดแคลนอย่างทั่วถึง
5. ทำให้สามารถควบคุมผักและผลไม้ให้สุกได้ตามเวลาที่ต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีทางอาหาร
6. ทำให้เกิดอาชีพและการเพิ่มพูนรายได้จากการถนอมอาหารเพื่อการค้าขาย

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสียของอาหาร

1. องค์ประกอบของ
2. น้ำในอาหาร
3. ค่า pH จุลินทรีย์
4. อุณหภูมิ จุลินทรีย์

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนย่อยที่ 4 สัปดาห์ที่ 4 (ชั่วโมงที่ 13-16)

5.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูสนทนากับนักศึกษาถึงเรื่องของโครงงาน ประเภทของโครงงาน ทบทวนความรู้เดิมและทบทวนองค์ประกอบของโครงงาน

5.2 ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ครูสนทนากับนักศึกษาถึงเรื่องของโครงงาน ประเภทของโครงงาน ทบทวนความรู้เดิมและทบทวนองค์ประกอบของโครงงาน
3. ครูให้นักศึกษา ศึกษาตัวอย่างโครงงานที่ผู้อื่นทำไว้แล้ว เพื่อให้นักศึกษาเกิดการคิดต่อยอดในการคิดทำโครงงาน เรื่องการถนอมอาหาร หลังจากที่ให้ไปสืบค้นและปรึกษาหารือกันในกลุ่มตั้งแต่ชั่วโมงที่ผ่านมา

(ขั้นการคิดและเลือกหัวข้อโครงงาน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ครูให้นักศึกษาวางแผนการทำโครงงานซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (ใบงานที่ 1)

- กำหนดภาระงาน
- ลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน
- กำหนดผู้รับผิดชอบแต่ละขั้น
- ประมาณเวลาการปฏิบัติงานแต่ละขั้น
- กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้
- ประมาณงบประมาณ

(ขั้นวางแผนการทำโครงงาน)

5. ครูให้ตัวแทนนักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอหัวข้อโครงงานที่ให้ไปคิดมาในชั่วโมงที่แล้ว รวมไปถึงข้อมูลที่ไปสืบค้นมานำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยครูมีวิธีการคัดเลือกหัวข้อโครงงานดังนี้

- ควรเป็นหัวข้อที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับความรู้ ความสามารถของตนเอง ไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนเกินไป
- หัวข้อโครงงานมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ หรือเป็นเรื่องที่พัฒนาปรับปรุงจากเรื่องเดิมที่มีผู้จัดทำก่อนหน้านี้
- หัวข้อโครงงานต้องมีความเป็นไปได้สูง ภายใต้กฎเกณฑ์ของธรรมชาติ ไม่ใช่ว่าเป็นเรื่องแปลกใหม่ที่ไม่มีผู้ใดศึกษามากก่อนแล้วตนต้องการศึกษาโดยไม่ดูความเป็นไปได้ตามธรรมชาติ
- หัวข้อโครงงานมีความชัดเจนและเฉพาะเจาะจง ไม่กว้างจนเกินไปจนต้องกำหนดตัวแปรมากมายควบคุมยาก
- หัวข้อโครงงานควรเป็นหัวข้อที่สามารถศึกษาได้ในขอบเขตข้อจำกัดต่างๆ เช่น ระยะเวลาในการศึกษา วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่หรือหาได้ไม่ยากจนเกินไป งบประมาณในการจัดทำ หรือแหล่งข้อมูลในการศึกษาหรือสืบค้น และมีข้อมูลในการสนับสนุนผลการศึกษา เป็นต้น

6. ครูให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม เขียนโครงร่างรายงานของโครงงานเพื่อจัดทำรูปเล่มรายงาน โดยให้ครอบคลุมหัวข้อต่างๆ ต่อไปนี้ (ใบงานที่ 2)

- ชื่อโครงงาน
- ชื่อผู้ทำโครงงาน
- ชื่อครูที่ปรึกษาโครงงาน
- บทคัดย่อ
- ที่มาและความสำคัญของโครงงาน
- จุดมุ่งหมายของการทำโครงงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- สมมติฐานของการทำโครงงาน

- วิธีการดำเนินงาน

- ผลการศึกษาค้นคว้า

- สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

- ข้อเสนอแนะ ที่ได้จากการทำโครงงาน เช่น ผลการศึกษาในครั้งนี้จะนำไปใช้ ประโยชน์อะไรได้บ้าง

- เอกสารอ้างอิง ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าโครงงาน

7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสนทนาแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นในการทำโครงงาน ครูเป็นเพียงผู้แนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการเขียนรายงานโครงงานเท่านั้น

(ขั้นการจัดทำเค้าโครง ย่อของโครงงาน)

8. นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ดำเนินการตามโครงงานที่นำเสนอ (นักศึกษาสามารถศึกษาและทำโครงงานนอกเวลาเรียนได้ ให้เวลาในการศึกษา 4 สัปดาห์) และกลับมานำเสนอโครงงานอีกครั้งตามเวลาที่กำหนด

(ขั้นทำโครงงานตามแผน และขั้นการเขียนรายงาน)

9. ครูและนักศึกษาร่วมกันสนทนาถึงความก้าวหน้าของโครงงานของแต่ละกลุ่ม

10. ครูจับฉลากกลุ่มที่จะออกมานำเสนอโครงงานหน้าชั้นเรียนจนครบทุกกลุ่มแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงงานกลุ่มละ 15 นาที ครูซักถามข้อสงสัยกลุ่มละ 5 นาที

11. ครูประเมินผลการดำเนินการตามโครงงานและการนำเสนอโครงงาน ลงในแบบประเมิน ผลงานการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

(ขั้นการนำเสนอโครงงาน)

5.3 ขั้นสรุป

12. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุปผลงานที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอ ครูอธิบายเพิ่มเติม และเปิดโอกาสให้นักศึกษา ซักถาม

13. นักศึกษาทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อดูพัฒนาการทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษา ว่าเป็นอย่างไรหลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้โครงการเป็นฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. สื่อ/ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1, หนังสือโครงงานวิทยาศาสตร์รหัส 2000-1424 , 3000-1428 (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ)

2. ใบงานที่ 1-2

3. ห้องสมุดและแหล่งสืบค้นต่าง ๆ

4. อินเตอร์เน็ต

7. การวัดและการประเมินผล

การวัดและประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. ตั้งสมมติฐานจากการเลือกทำโครงงานตามความสนใจเรื่องการถนอมอาหารได้	-ตรวจจากใบงานที่ 2	- ใบงานที่ 2	-วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบงานที่ 2
2. กำหนดและควบคุมตัวแปร จากการทำโครงงานเรื่องการถนอมอาหารได้	-ตรวจจากใบงานที่ 2	- ใบงานที่ 2	-วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบงานที่ 2
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการจากการทำโครงงานเรื่องการถนอมอาหารได้	-ตรวจจากใบงานที่ 2	- ใบงานที่ 2	-วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบงานที่ 2
4. ออกแบบการทดลองการทำโครงงานเกี่ยวกับการถนอมอาหารได้	-ตรวจจากใบงานที่ 2	- ใบงานที่ 2	-วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบงานที่ 2
5. ตีความหมายและลงข้อสรุปผลการทดลองจากการทำโครงงานเรื่องการถนอมอาหารได้	-ตรวจจากใบงานที่ 2	- ใบงานที่ 2	-วิเคราะห์เชิงเนื้อหาใบงานที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบงานที่ 1

การวางแผนการทำโครงงานเรื่อง.....

กลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม 1. ……

2.……..

3.……..

4.…….

5.…….

นักศึกษาวางแผนงานเพื่อกำหนดการทำโครงงานของกลุ่ม

1. กำหนดภาระงาน

……

……

……

……

2. ลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน

……

……

……

……

……

……

……

……

……

3. กำหนดผู้รับผิดชอบแต่ละขั้น

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ประมาณเวลาการปฏิบัติงานแต่ละขั้น

.....

.....

.....

.....

5. กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้

.....

.....

.....

.....

6. ประมาณงบประมาณ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบงานที่ 2

โครงงานเรื่อง.....

กลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม 1. ……

2. ……..

3. ……..

4.……..

5……..

นักศึกษาเขียนเค้าโครง ของโครงงานเพื่อจัดทำรูปเล่ม

1. ชื่อโครงงาน……..

2. ชื่อครูที่ปรึกษาโครงงาน

……

……

3. บทคัดย่อ

……

……

……

……

……

……

……

4. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

……

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

……

……

……

……

6. สมมติฐานของการทำโครงงาน

……

……

……

7. ตัวแปรของการทำโครงงาน

……

……

……

8. นิยามเชิงปฏิบัติการ

……

……

……

……

……

……

9. การออกแบบการทดลอง

……

……

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. ผลการทดลอง/ผลการศึกษาค้นคว้า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

11. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำโครงงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

12. เอกสารอ้างอิง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่องการถนอมอาหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

หน่วยที่ 9 เรื่องการถนอมอาหาร รายวิชาวิทยาศาสตร์ 4 (3000-1423)

ผู้ออกข้อสอบ นางสาวศิรินภา อินอ่วม จำนวน 30 ข้อ เวลา 30 นาทีระดับ ปวส.

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที
2. คำถามเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบในช่อง ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดไม่ใช่ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต <u>กล้วย</u>

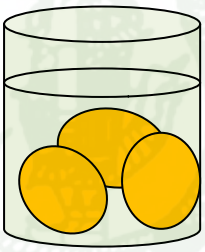
   ก. เปลือกกล้วยมีผิวเรียบ

   ข. กล้วยน้ำว้าห่ามใกล้จะสุก

   ค. มีกล้วยจำนวนทั้งหมด 13 ผล

   ง. ผลกล้วยมีลักษณะกลมยาว

2. จากภาพ ข้อใดเป็นการสังเกตเชิงคุณภาพของขวดโหลที่บรรจุน้ำเกลือและไข่ไก่



   ก. ขวดโหลใบนี้ทำมาจากพลาสติก

   ข. ในขวดโหลมีไข่ไก่จำนวน 3 ฟอง

   ค. ขวดโหลใบนี้มีผิวเรียบและใส

   ง. มีน้ำเกลือบรรจุอยู่ในขวดโหลประมาณ ¾ ของขวดโหล

3. ในการวัดอุณหภูมิของน้ำเชื่อม ควรเลือกอุปกรณ์ในข้อใดในการวัด

   ก. ลักซ์มิเตอร์ขนาด 150 องศา

   ข. เทอร์โมมิเตอร์ขนาด 150 องศา

   ค. บารอมิเตอร์ขนาด 150 องศา

   ง. แอนิโมมิเตอร์ขนาด 150 องศา

4. หากต้องการตวงน้ำตาลปริมาณ 300 กรัม เพื่อนำไปเชื่อมเปลือกส้มโอ เราควรเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใด

   ก. บีกเกอร์ ข. กระบอกตวง

   ค. ถ้วยตวง ง. ช้อนตวง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. จากอัตราส่วนการดองไข่เค็มจำนวน 5 ฟอง ต้องใช้เกลือ: น้ำ เป็น 1 : 3 หากต้องการดองไข่เค็มจำนวน 31 ฟอง ต้องใช้อัตราส่วนใดจึงจะเหมาะสมและได้ไข่เค็มที่รสชาติเค็มกำลังดี

ก. 4 : 12 ข. 6 : 18

ค. 6 : 20 ง. 7 : 21

ตารางนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 6 -8

ตารางแสดงการหมักไวน์สับปะรด

จำนวนสับปะรด	ปริมาณน้ำตาล(กรัม)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (%)	รสชาติ
1	250	15	หวานน้อย
1	300	25	หวานปานกลาง
1	350	35	หวานปานกลางและเริ่มขม
1	400	45	หวานมากและเริ่มขม

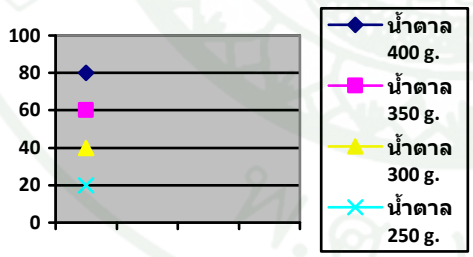
6. จากตารางด้านบนถ้าปริมาณน้ำตาลเท่ากับ 325 กรัม จะมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่าใด

ก. 25 % ข. 30 %

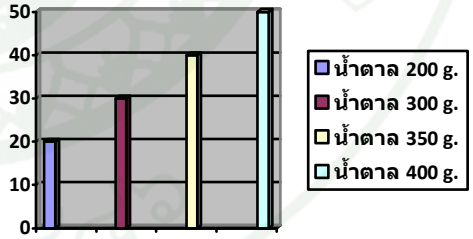
ค. 35 % ง. 40 %

7. จากตารางแสดงการหมักไวน์ ถ้าต้องการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำตาลที่ใช้และปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากการหมักไวน์ รูปแบบการนำเสนอข้อใดเหมาะสมที่สุด

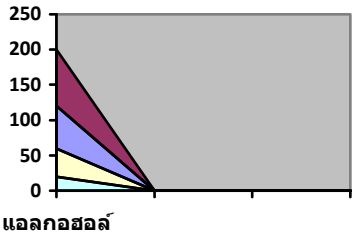
ก.



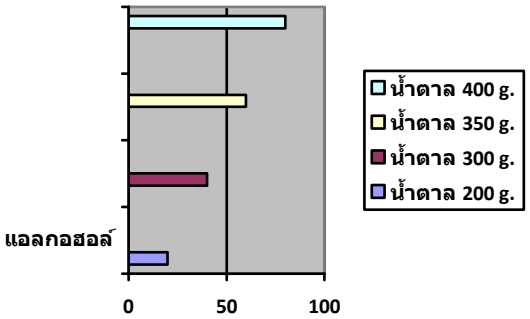
ข.



ค.



ง.



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. จากตารางแสดงการหมักไวน์สับปะรดถ้าหากใช้น้ำตาลในการหมักไวน์ 800 กรัม รสชาติของไวน์จะเป็นอย่างไร

ก. หวานมากและขมเล็กน้อย

ข. หวานมากและเริ่มขม

ค. หวานมากและขมปานกลาง

ง. มีรสชาติขมปนหวาน

9. ข้อใดเป็นลักษณะร่วมของอาหารที่กำหนดให้

ผักกาดดอง	**นมเปรี้ยว**	**แหนม**

ก. เป็นการถนอมอาหารด้วยการใช้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์

ข. เป็นการถนอมอาหารโดยอาศัยความเข้มข้นของน้ำตาล

ค. เป็นการถนอมอาหารที่ทำให้เกิดกรดแล็กติก

ง. เป็นการถนอมอาหารที่ทำให้เกิดกรดแอซิติก

10. ในการจัดแบ่งเกณฑ์ของอาหาร 2 กลุ่มที่กำหนดให้ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งกลุ่มของอาหารออกเป็น 2 กลุ่มตามกรอบด้านล่างนี้

<u>กลุ่มที่ 1</u>กระเทียมดอง ขิงดองมะม่วงแช่อิ่ม

<u>กลุ่มที่ 2</u> **ปลาส้ม** **ผักกาดดอง** **แหนม**

ก. กลุ่มที่ 1 ดองสามรส , กลุ่มที่ 2 ดองเปรี้ยว ข. กลุ่มที่ 1 ดองเค็ม , กลุ่มที่ 2 ดองหวาน

ค. กลุ่มที่ 1 ดองเปรี้ยว , กลุ่มที่ 2 ดองเค็ม ง. กลุ่มที่ 1 ดองสามรส , กลุ่มที่ 2 ดองเค็ม

จากข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 11

จากการศึกษาเรื่องการถนอมอาหาร โดยการ**หมัก**นั้น สามารถแบ่งการหมัก ออกเป็น 3 แบบ คือ แบบหมักแล้วเกิดแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ เบียร์ เหล้า แบบหมักแล้วเกิดกรดแอซิติก เช่น น้ำส้มสายชู และแบบการหมักแล้วเกิดกรดแล็กติก เช่น แหนม นมเปรี้ยว มะม่วงดอง

11. จากข้อความด้านบน นักศึกษาจะนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีใด จึงจะเหมาะสมที่สุด

ก. เขียนบรรยาย

ข. เขียนเป็นแผนผัง

ค. เขียนเป็นตาราง

ง. เขียนเป็นแผนภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12. หากรับประทานกล้วยฉาบ แล้วปรากฏว่ามีรสชาติฝาดเกิดขึ้น จะลงความเห็นจากข้อมูลดังกล่าว ได้อย่างไร
    ก. กล้วยฉาบนี้ทำจากกล้วยสุก
    ข. กล้วยฉาบนี้ทำจากกล้วยสุกงอม
    ค. กล้วยฉาบนี้ทำจากกล้วยที่มีเปลือกสีเขียวอมเหลือง
    ง. กล้วยฉาบนี้ทำจากกล้วยดิบ
13. ข้อใดเป็นการลงความเห็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกต น้ำเชื่อม ที่ต้มอยู่ในหม้อ
    ก. น้ำเชื่อมถ้วยนี้มีสีเหลืองอ่อน
    ข. น้ำเชื่อมถ้วยนี้มีรสหวาน คล้ายน้ำตาลอ้อย
    ค. น้ำเชื่อมถ้วยนี้ถ้วยนี้มีน้ำตาลประมาณ 400 กรัม
    ง. น้ำเชื่อมถ้วยนี้มีกลิ่นหอม
14. ข้อใดที่ผู้บันทึกข้อมูล ใส่ความคิดเห็นของตนเองลงไปด้วย
    ก. ทุเรียนกวน มีเนื้อเหนียวนุ่ม รสชาติหวาน
    ข. มะม่วงดอง สีเหลืองทอง เนื้อกรอบ
    ค. กล้วยน้ำว้าเชื่อม มีผิวมันเงา น่ารับประทาน
    ง. ขิงดอง มีสีชมพูอ่อน ๆ รสชาติอมเปรี้ยว
15. ถ้าเอาข้าวเหนียว + น้ำตาล + ยีสต์ หมักทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ 2สัปดาห์ 3 สัปดาห์ ตามลำดับจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3

ตาราง การหมัก ข้าวเหนียว น้ำตาล ยีสต์ สัปดาห์ที่ 1-3

ข้าวเหนียว + น้ำตาล +ยีสต์	สัปดาห์ที่		
	1	2	3
	ข้าวหมาก	.....	.....

ก. สาเก เหล้า ข. น้ำตาลเมา เหล้า
ค. กระแช่ เหล้า ง. สาโท เหล้า

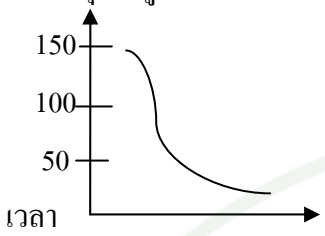
ตารางแสดงการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเชื่อม ในช่วงเวลาที่ ต่างๆกัน (ตอบคำถามข้อที่ 16-17)

ช่วงเวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)
5	52
10	63
15	74
20	85

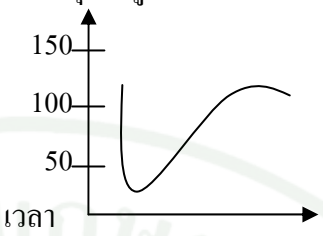
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

16. จากตารางแสดงการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเชื่อม ถ้าต้มน้ำเชื่อมไปถึงนาทีที่ 50 อุณหภูมิของน้ำเชื่อม จะเป็นไปตามกราฟในข้อใด

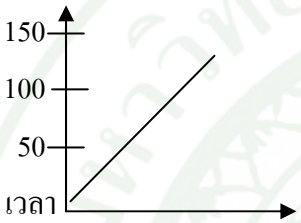
ก. อุณหภูมิ



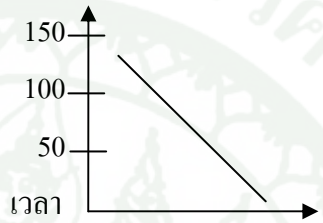
ข. อุณหภูมิ



ค. อุณหภูมิ



ง. อุณหภูมิ



17. จากตาราง หากต้มน้ำเชื่อมจนถึงนาทีที่ 17 น้ำเชื่อมจะมีอุณหภูมิกี่องศาเซลเซียส

ก. 74 –75 องศาเซลเซียส ข. 76 – 77 องศาเซลเซียส

ค. 78 –79 องศาเซลเซียส ง. 79 –82 องศาเซลเซียส

18. หากต้องการจะศึกษาว่า น้ำตาลที่ใช้ในการหมักไวน์จะมีผลต่อการเกิดปริมาณแอลกอฮอล์หรือไม่ นักศึกษาจะตั้งสมมติฐานในข้อนี้อย่างไร

ก. ชนิดของผลไม้มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์

ข. ปริมาณน้ำตาลมีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์

ค. ปริมาณของผลไม้มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์

ง. จำนวนวันที่หมักมีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์

จากข้อความที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 19 -21

> “ สมใจเป็นเจ้าของสวนผลไม้ ซึ่งพบกับปัญหาว่าผลไม้ที่เก็บมาจะสุกเร็วเนื่องจากผลไม้มีการปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมา และด่างทับทิมเป็นสารที่สามารถช่วยดูดก๊าซเอทิลีนได้สมใจจึงสงสัยว่าถ้าใส่ปริมาณด่างทับทิม ในภาชนะบรรจุผลไม้มาก จะช่วยทำให้ปริมาณก๊าซเอทิลีนลดลง และทำให้ผลไม้สุกช้าลงได้หรือไม่ ”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

19. จากข้อความดังกล่าว จะสามารถตั้งสมมติฐานเพื่อตรวจสอบข้อความดังกล่าวได้อย่างไร

ก. ด่างทับทิมสามารถดูดซับก๊าซเอทิลีนได้

ข. ก๊าซเอทิลีนสามารถทำให้มะม่วงสุกได้

ค. ถ้าปริมาณก๊าซเอทิลีนมากก็จะทำให้มะม่วงสุกเร็วขึ้น

ง. ปริมาณด่างทับทิมมีผลต่อการดูดซับก๊าซเอทิลีน

20. จากสมมติฐานในข้อ 19**ตัวแปรต้น**คือข้อใด

ก. ก๊าซเอทิลีน ข. ปริมาณก๊าซเอทิลีน

ค. ด่างทับทิม ง. ปริมาณด่างทับทิม

21.จากสมมติฐานในข้อ 20ตัวแปรตาม คือข้อใด

ก. ก๊าซเอทิลีน ข. ปริมาณก๊าซเอทิลีน

ค. ด่างทับทิม ง. ปริมาณด่างทับทิม

22. ในการหมักไวน์ผลไม้ เพื่อตอบคำถามว่าถ้าใส่น้ำตาลในการหมักไวน์มากเกินไป จะทำให้มีปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มมากขึ้นใช่หรือไม่ จากการทดลองนี้ข้อใดคือตัวแปรที่ต้องการ

ก. ปริมาณของผลไม้ ข. ปริมาณน้ำตาล

ค. ปริมาณแอลกอฮอล์ ง. จำนวนวันที่หมัก

23. หากนักเรียนต้องการศึกษาว่า ไขมันในอาหารเมื่อรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศมีผลต่อการเหม็นหืนของอาหารหรือไม่ ตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่นักเรียนที่ต้องการศึกษา คืออะไร

	ตัวแปรต้น	**ตัวแปรตาม**
ก.	ไขมัน	อาหาร
ข.	ปริมาณไขมัน	ปริมาณอาหาร
ค.	ไขมันในอาหาร	การเหม็นหืนของอาหาร
ง.	ประเภทของอาหาร	การเหม็นหืนของอาหาร

24. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบเช่นเดียวกับคำถามข้อ 23 นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไร

ก. คัดเลือกอาหารมา 1 ชนิด ตั้งอาหารทิ้งไว้ให้สัมผัสกับอากาศและสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ข. คัดเลือกอาหารที่มีไขมันมา 1 ชนิด ตั้งอาหารทิ้งไว้และจับเวลา สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น

ค. คัดเลือกอาหารมา 1 ชนิด ตั้งอาหารทิ้งไว้ 1 ชม. แล้วทำการพิสูจน์กลิ่นของอาหาร

ง. คัดเลือกอาหารที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ตั้งอาหารทิ้งไว้ให้สัมผัสกับอากาศ จับเวลา และสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

25. น้ำมะนาว น้ำมะขาม น้ำส้มสายชู และสารอื่นๆ เป็นกรดหรือสารเคมีธรรมชาติที่มีรสเปรี้ยว เราสามารถทดสอบได้ด้วยการหยดสารดังกล่าวลงบนกระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน จงให้นิยามของคำว่า “กรด”

ก. สารเคมีที่มีรสเปรี้ยวเช่น น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู ข. สารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนอ่อน ๆ

ค. สารที่ทำให้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีแดง ง. สารที่ทำโปรตีนสุก

26. การทำกล้วยไข่เชื่อมนั้น เราต้องเลือกกล้วยไข่ที่ไม่ดิบและไม่สุกจนเกินไปมาทำจึงจะทำให้ได้รสชาติที่ดี เนื้อนุ่มและไม่มีรสฝาดจาก ข้อความนี้ จงให้ความหมายนิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “ ห่าม”

ก. เป็นกล้วยที่ไม่แข็งและนิ่มเกินไป เปลือกมีสีเขียวปนเหลือง

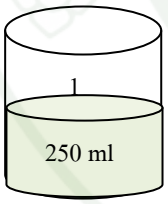
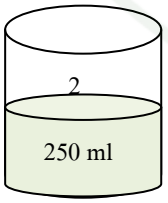
ข. เป็นกล้วยที่มีรสชาติหวานปนฝาด

ค. เป็นกล้วยที่มีผลอวบเต็มที่ เปลือกไม่มีเหลี่ยม

ง. เป็นกล้วยที่ไม่ดิบหรือสุกจนเกินไป

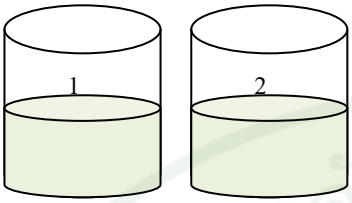
ใช้ตารางข้างล่างนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 27-28

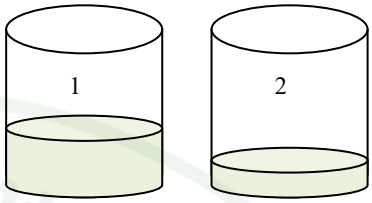
ตารางแสดง เวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการต้มน้ำที่มีสารละลายน้ำตาลปริมาณต่างกัน

หมายเลขภาชนะ	ปริมาณน้ำตาล (กรัม)	เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (ºC)
	10	5	40
		10	59
		15	78
		20	97
	25	5	32
		10	46
		15	60
		20	75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

27. จากตารางแสดงเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการต้มน้ำที่มีสารละลายน้ำตามปริมาณต่างกัน ด้านบน เมื่อนำภาชนะทั้งสองตั้งไฟต่อไปอีกจนถึงนาทีที่30 ระดับของเหลวในภาชนะทั้งสองจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

ก. 

ข. 

ค.

ง.

28. จากตารางด้านบน หากนักศึกษาต้องการหาคำตอบว่า ปริมาณของสารละลายน้ำตาลที่ต่างกันจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายหรือไม่ นักศึกษาจะออกแบบการทดลองนี้อย่างไร

ก. เตรียมภาชนะ 2 ใบ เติมน้ำปริมาณเท่ากัน นำไปตั้งไฟ เติมน้ำตาลลงในภาชนะหมายเลข 1 และ 2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับของเหลวในภาชนะทั้งสอง จับเวลา และบันทึกผลที่ได้

ข. เตรียมภาชนะ 2 ใบ เติมน้ำปริมาณเท่ากัน เติมน้ำตาลลงในภาชนะหมายเลข1 และ 2 นำไปตั้งไฟ สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลที่ได้

ค. เตรียมภาชนะ 2 ใบ เติมน้ำปริมาณเท่ากัน เติมน้ำตาลลงในภาชนะหมายเลข 1 และ 2 นำไปตั้งไฟพร้อมกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จับเวลา และบันทึกผลที่ได้

ง. เตรียมภาชนะ 2 ใบ เติมน้ำปริมาณเท่ากัน นำภาชนะหมายเลข 1 ตั้งไฟก่อนและสังเกตผล จากนั้นจึงนำภาชนะหมายเลข 2 เติมน้ำตาลลงไป ตั้งไฟ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และบันทึกผล

29. จากตารางแสดงเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการต้มน้ำที่มีสารละลายน้ำตาลปริมาณต่างกัน นักศึกษาจะตีความหมายที่ได้จากการทดลอง ดังข้อมูลที่แสดงในตารางได้อย่างไร

ก. ภาชนะหมายเลข 1 จะมีอุณหภูมิสูงเร็วกว่า ภาชนะหมายเลข 2เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลน้อยกว่าภาชนะหมายเลข 2 จึงเดือดเร็วกว่า

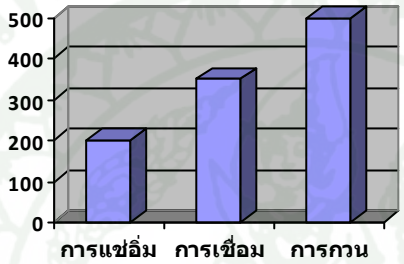
ข. ภาชนะหมายเลข 2 จะเดือดก่อนภาชนะหมายเลข 1และมีปริมาณน้ำน้อยกว่า ภาชนะหมายเลข 1 เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลมากกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค. ภาชนะหมายเลข 1 จะมีปริมาณน้ำน้อยกว่า ภาชนะหมายเลข 2เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลน้อยกว่าภาชนะหมายเลข 2 จึงเดือดเร็วกว่าภาชนะหมายเลข 2

ง. ภาชนะหมายเลข 2จะมีอุณหภูมิและปริมาณน้ำ มากกว่า ภาชนะหมายเลข 1เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลมากกว่าจึงเดือดช้ากว่า

ภาพด้านล่างใช้ตอบคำถามข้อ 30 เป็นกราฟแสดงปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการถนอมอาหารแต่ละชนิด



30. จากกราฟด้านบน นักเรียนจะสรุปผลได้อย่างไร

ก. การกวนใช้ปริมาณน้ำตาลมากที่สุด

ข. การกวนใช้ปริมาณน้ำตาลมากที่สุด รองลงมาคือ การเชื่อมและการแช่อิ่ม

ค. การถนอมอาหารแต่ละชนิดมีส่วนผสมของปริมาณน้ำตาลที่ต่างกัน

ง. การถนอมอาหารโดยใช้น้ำตาลแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามและทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. การสังเกต	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. การวัด	3	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. การคำนวณ	5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. การจัดจำแนกประเภท	9	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	10	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
5. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6. การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล	7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	14	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
8. การพยากรณ์	8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9. การตั้งสมมติฐาน	18	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10. การนิยามเชิงปฏิบัติการ	25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	26	+1	+1	0	3	1.00	ใช้ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	IOC	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	22	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12. การทดลอง	24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13. การตีความหมายและลงสรุปข้อมูล	29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวศิรินภา อินอ่วม
วัน เดือน ปี เกิด	10 พฤศจิกายน 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	การศึกษาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	พนักงานราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์