

การพัฒนาศักยภาพปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปริญญานิพนธ์

ของ

จันทร์จิรา จุมพลหล้า

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

กุมภาพันธ์ 2546

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

302-6

302-6

302-6

302-6

การพัฒนาศักยภาพการปฏิบัติกรวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทคัดย่อ

ของ

จันทร์จิรา จูมพลหล้า

302-6

302-6

302-6

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

กุมภาพันธ์ 2546

302-6

จันทร์จิรา จุมพลหล้า (2546). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบ
สารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์,
อาจารย์ ดร.สมปราชญ์ วงศ์บุญหนัก

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาวิธีการผลิตและการตรวจสอบสารอาหาร
ในเห็ดภูฐาน เพื่อนำผลการทดลองไปสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของ
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย 3) เพื่อศึกษาผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้บทปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ
ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้มีการดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ 1) การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ 2) การพัฒนาและหาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 บทปฏิบัติการ ได้แก่
2.1) การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น 2.2) การผลิตเห็ดภูฐาน 2.3) การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และ
2.4) การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน และ 3) นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ผลการวิจัย ปรากฏผลดังนี้

1. ผลการทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการ เป็นไปตามหลักการที่ได้ศึกษาค้นคว้า
และสามารถนำไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้

2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 บทปฏิบัติการ มีคุณภาพในระดับดีมาก

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียน ดังนี้

3.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.2 มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 81.24

3.3 มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 83.27

A DEVELOPMENT OF SCIENCE LABORATORY DIRECTIONS ON PRODUCTION AND
NUTRIENTS TESTING OF THE BHUTANESE ABALONE MUSHROOM
FOR UPPER SECONDARY STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
CHANCHIRA CHOOMPONLA

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
February 2003

Chanchira Choomponla. (2003). *A Development of Science Laboratory Directions on "Production and Nutrients Testing of the Bhutanese Abalone Mushroom for Upper Secondary Students"*
Master thesis, M.Ed. (Science Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot
University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr.Natthapong Charoenpit,
Dr.Sompratana Wongboonnuk.

The purposes of this study were threefold : 1) to study production methods and testing of nutrients exist in the Bhutanese abalone mushroom, 2) to develop and identify educational quality of the school science laboratory directions on "Production and Nutrients Testing of the Bhutanese Abalone Mushroom", and 3) to investigate science learning outcomes ; science problem-solving ability, scientific attitude and presentation ability attained by the students.

The study was achieved through three steps : 1) field survey and experimentation in laboratory, 2) developing and identifying educational quality of four school science laboratory directions on "Production and Nutrients Testing of The Bhutanese Abalone Mushroom" ; namely, a) Local Mushroom Survey, b) Productions of the Bhutanese Abalone Mushroom , c) Testing of Nutrients Found in the Bhutanese Abalone Mushroom and d) Food Processing Operation of the Bhutanese Abalone Mushroom Products and 3) conducting instructional experimentation.

The results of the study were as follows :

1. results gained from the survey and the laboratory experimentation followed their underlying theories, and were conducive to developing school science laboratory directions.

2. the four school science laboratory directions developed were of high educational quality.

3. learning outcomes of students exposed to instruction utilizing the developed laboratory directions were found positive :

3.1 post-test scores on science problem-solving ability were significantly higher than the pre-test scores.

3.2 scientific attitude was achieved with 81.24 percent.

3.3 presentation ability was achieved with 83.27 percent.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ
นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหล้า

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ 15 เดือน พฤษภาคม พ.ศ.2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความกรุณาเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สมปราวรณา วงศ์บุญหนัก กรรมการที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำแนวทางในการทำวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล และอาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์สระบุรี ไชยมงคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง อาจารย์ดอกไม้ ตะติยะรัตน์ และอาจารย์ สมพงษ์ อังโศรมย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา สถาบันราชภัฏ สกลนคร บุคลากรและเจ้าหน้าที่หน้า ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และเครื่องมือในการทดลองในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล บุคลากรและเจ้าหน้าที่ ที่ให้การอบรมเกี่ยวกับการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก และขอขอบพระคุณครูใหญ่โรงเรียนร่มไทรวิทยา ตลอดจนอาจารย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 9 คน

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร อาจารย์สมพงษ์ อังโศรมย์ หัวหน้าโครงการเพาะเห็ด นายรังสรรค์ มาลีลัย บุคลากรและเจ้าหน้าที่ โครงการเพาะเห็ด ทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ เครื่องมือในการทดลองเก็บข้อมูล ตลอดจนให้คำปรึกษาชี้แนะ และช่วยเหลือในเรื่องการเพาะเห็ดฐานเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนดงมะไฟวิทยา จังหวัดสกลนคร อาจารย์วรภาพจน์ บุตรราช ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกต่างๆ ในการดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร จังหวัดสกลนคร อาจารย์เฉลิมชัย แสนรักษ์ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว “จุมพลหล้า” ญาติพี่น้อง กลุ่มเพื่อนๆ ที่น่ารัก ตลอดจนพี่ๆ นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษารุ่นที่ 14 พี่น้อง นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษารุ่น 15 และน้องๆ นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา รุ่น 16 ทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือ ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณอันยิ่งใหญ่ของ บิดา มารดา ครอบครัว “จุมพลหล้า” ผู้ที่ให้ความรัก ความเมตตา ความห่วงใย กำลังใจ และสนับสนุนให้ได้รับการศึกษาเป็นอย่างดีโดยตลอด รวมทั้งครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

จันทร์จิรา จุมพลหล้า

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	5
ตอนที่ 2 การพัฒนามาตรปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	5
ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	8
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
เอกสารเกี่ยวกับเหตุฉุกเฉิน.....	11
เอกสารเกี่ยวกับการผลิตเห็ด.....	13
เอกสารเกี่ยวกับสารอาหารและการตรวจสอบสารอาหาร.....	18
เอกสารเกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด.....	23
เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	26
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	32
เอกสารเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	41
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	50
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	62
งานวิจัยเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	62
งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	64
งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	66
งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	68
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	69
ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	69
ตอนที่ 2 การพัฒนามาตรปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	75
ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	78
การสร้างเครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้.....	79
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	82
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	85

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	87
ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	100
ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน.....	102
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	105
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	105
สมมติฐานการวิจัย.....	105
วิธีดำเนินการวิจัย.....	106
สรุปผลการวิจัย.....	107
อภิปรายผล.....	111
ข้อเสนอแนะ.....	117
บรรณานุกรม.....	120
ภาคผนวก.....	128
ภาคผนวก ก.....	129
ภาคผนวก ข.....	141
ภาคผนวก ค.....	160
ภาคผนวก ง.....	171
ภาคผนวก จ.....	175
ภาคผนวก ฉ.....	182
ภาคผนวก ช.....	195
ภาคผนวก ซ.....	318
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	322

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงคุณค่าทางอาหารของเห็ด.....	22
2 เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในทางบวกและทางลบ.....	43
3 คุณลักษณะและพฤติกรรมบ่งชี้ของเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	45
4 สรุปการแก้ไขข้อเสนอนะ/ปรับปรุงของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ.....	76
5 การแบ่งช่วงเวลาในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	79
6 แบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2	82
7 แบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4.....	83
8 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการแยก เนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue Culture) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A.....	89
9 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการ เลี้ยงเชื้อวุ้นเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย) บนอาหารวุ้น P.D.A.....	90
10 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการ เลี้ยงเชื้อวุ้นเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง.....	91
11 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการ เลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม.....	92
12 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการ เลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม.....	94
13 ปริมาณน้ำหนักของดอกเห็ดภูฐานโดยรวม ที่ได้จากถุงก้อนเชื้อเห็ดภูฐาน (วัสดุหมัก) ทั้ง 2 สูตร.....	96
14 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้งในเห็ดภูฐาน.....	97
15 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ดภูฐาน.....	97
16 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ดภูฐาน.....	98
17 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซีในเห็ดภูฐาน.....	98
18 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของเห็ดภูฐาน หลังจากการหมักครบ 3 วัน.....	99
19 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ก่อนและหลังทอด.....	99
20 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและ การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	100
21 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	102
22 คะแนนเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	103

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
23	คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินความสามารถใน การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....	104
24	สรุปค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน.....	161
25	สรุปค่าความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง 9 คน) เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน.....	162
26	สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	163
27	สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินพฤติกรรมด้าน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	165
28	สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถใน นำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	167
29	ข้อมูลคะแนนรวมของการทดสอบนักเรียนจำนวน 100 คน โดยใช้แบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 สถานการณ์ 48 ข้อ.....	172
30	ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (P_e) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	173
31	คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบ สารอาหารในเห็ดภูฐาน.....	176
32	คะแนนจากแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการ ตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน.....	178
33	คะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระหว่างเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการ ตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน.....	180

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเห็ดภูฐาน.....	11
2 ขั้นตอนวิธีการเตรียมอาหารวุ้น P.D.A สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน.....	285
3 ขั้นตอนการเขี่ยเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A.....	287
4 ขั้นตอนการเขี่ยเชื้อวุ้นเห็ด (การต่อเส้นใย) จากอาหารวุ้น P.D.A ลงบนอาหารวุ้น P.D.A.....	287
5 เชื้อเห็ดภูฐาน และเส้นใยเห็ดภูฐานบนอาหารวุ้น P.D.A	289
6 ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง.....	292
7 การแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง.....	294
8 ขั้นตอนการบรรจุเชื้อไปยังพาราผสมอาหารเสริม ลงในถุงพลาสติก.....	297
9 เส้นใยเห็ดภูฐานในถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก)	302

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษามีความสำคัญต่อการพัฒนาคนและการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า สอดคล้องกับสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป จากอดีตจนถึงปัจจุบันกระบวนการเรียนการสอนยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาให้คนมีลักษณะ “มองไกล คิดไกล ใฝ่รู้” เนื่องจากการศึกษาในชั้นเรียนได้ล้อมกรอบตัวเองออกจากชุมชนและสังคม วิธีการเรียนการสอนยังมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาวิชามากกว่าการเรียนรู้จากสภาพที่เป็นจริงและไม่เน้นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านการคิด วิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็น และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังขาดการเชื่อมโยงภูมิปัญญาท้องถิ่นกับเทคโนโลยีที่ทันสมัยต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมกับบริบททางสังคมและสภาพแวดล้อม ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ.2540-2544 ได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาคนโดยผ่านกระบวนการการศึกษา หรือการเรียนรู้เพราะหากคนได้รับการศึกษาและได้รับการพัฒนาครบถ้วนทั้งร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา แล้วคนในประเทศก็จะเป็นคนที่มีคุณภาพ มีความรู้ มีทักษะ มีความรับผิดชอบต่อตนเองและต่อสังคม (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.2541 : 6-7) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของท่านพุทธทาสภิกขุ (2517 : 41) ว่าบุคคลจะเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ได้ บุคคลต้องคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และรับผิดชอบเป็น

จากนโยบายการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 (ธีระพล อรุณกสิกร และคณะ.2542 : 22-27) ได้จัดการศึกษาโดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ซึ่งส่วนของการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้ 1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล 2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา 3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง 4) จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา 5) ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ 6) จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครองและบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ดังกล่าว จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของการจัดการเรียนการสอนทั้งของครูและนักเรียน กล่าวคือ ลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียน เน้นให้นักเรียนเป็นผู้คิดด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ศึกษาดูงานจากแหล่งการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2541 : 38-39) การเรียนรู้จากครูซึ่งเน้นเนื้อหาวิชาเป็นหลักการสอน ย่อมไม่เพียงพอสำหรับการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในสังคมเป็นไปอย่างรวดเร็ว และเพื่อเป็นการสร้างมิติใหม่

ทางการศึกษา หนทางที่จะนำไปสู่มีติดังกล่าวได้ก็โดยการสอนให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ กิจกรรมที่หลากหลายและยืดหยุ่น ได้เรียนรู้จากครู ผู้ปกครอง ชุมชน และสิ่งต่างๆ รอบตัวผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝน ทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการแสดงออก ทักษะการสร้างความรู้ใหม่ และทักษะการทำงานกลุ่ม สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาไปสู่การเป็นคนเก่ง เป็นคนดี และมีความสุขบนพื้นฐานของความเป็นไทย ซึ่งเป็นสิ่งที่ครู ผู้ปกครอง และสังคมปรารถนาอย่างยิ่ง

เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญประการหนึ่ง ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่สิ้นสุด ช่วยพัฒนาให้คนมีเหตุผล รู้จักวิธีแก้ปัญหา มีระเบียบวินัย มีความซื่อสัตย์ มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และยังช่วยให้เข้าใจถึงหลักวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีพื้นฐานที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน (สุนันท์ สังข์อ่อง, 2523 : 339 ; ธีรวิมล พัทธกษณ, 2533 : 22) ดังนั้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้ อยู่ในตัวเด็ก เพื่อให้เด็กปรับตัวอยู่ในสังคมที่เจริญไปด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปัจจุบันความรู้ ข้อมูลต่างๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การศึกษาจะต้องเปลี่ยนจากเน้นเนื้อหาสาระไปสู่วิธีการแสวงหาความรู้ นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะในการสื่อความหมายข้อมูลได้เป็นอย่างดี (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2532 : 3) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ นักการศึกษาที่กล่าวว่า กระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา คือ นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งทางด้านการพูดและการเขียน (สมชาย เม่นแย้ม, 2535 : 1-20) และการเสนอ ผลงานทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญของการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เพราะศาสตร์นี้ไม่สามารถจะ อยู่ได้ลอยๆ โดยตัวมันเอง ต้องมีการสื่อสาร การถ่ายทอด และส่งสมความรู้ความเข้าใจต่อกัน ซึ่งทำได้ หลายรูปแบบ การนำเสนอผลงานเป็นการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึง ผลงานอาจกระทำได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงกระบวนการ และขั้นตอนต่างๆ (ยงยุทธ ยุทธวงศ์, 2527 : 19) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ จันทรชัย ฤทธิ์ประยูร (2524 : 38) ที่กล่าวว่า การเสนอผลงานสามารถเสนอได้ 2 วิธี คือ เสนอด้วยการทดลอง และเสนอด้วยการบรรยาย การพูด ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกิจกรรมหนึ่งซึ่งควรจัดให้มีขึ้นทั้งเพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการใช้ ภาษาไทย บรรยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เข้าใจง่าย ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมวิธีการเผยแพร่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีให้กว้างขวางขึ้น (สมหมาย วัฒนศิริ, 2533 : 73) คนไทยในปัจจุบัน ดำรงชีวิตอยู่ท่ามกลางสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการ เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการเตรียมคนให้เข้ากับสังคมในยุคนี้เป็นหน้าที่ของโรงเรียนโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไม่ควรสอนให้นักเรียน จดจำเนื้อหา เพียงอย่างเดียว แต่ควรฝึกให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มี ทักษะในการปฏิบัติ จะช่วยให้นักเรียนมีศักยภาพในการค้นคว้าหาความรู้และความสามารถแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี (เสารัตน์ ภัทรจิตินันท์, 2538 : 52) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้เน้น กระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำและฝึกคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรม ให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองมากกว่าจะเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนได้จดจำเรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ทั้งนี้โดย คำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์ สิ่งแวดล้อมและขนบธรรมเนียมประเพณีต่างๆ ที่นักเรียนได้รับมาแล้วก่อนเข้าสู่ ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดในระหว่างที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมโดยตรงใน กิจกรรมการสอนเหล่านั้น นอกจากนี้นักเรียนยังได้คาดหวังว่านักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนไปแล้วจะเกิดทักษะในการแก้ปัญหา เป็น

ผู้ที่มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์อย่างมีเหตุผล และรวมทั้งมีความสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี (นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ.2540 : 11) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในลักษณะนี้จะเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้เรียน ดังคำกล่าวของ เพชร มโนหาญ นักเรียนเจ้าของเหรียญเงินคอมพิวเตอร์โอลิมปิก ระหว่างประเทศปี พ.ศ. 2541 “สิ่งที่ควรปรับปรุงมากที่สุดคือการจัดการเรียนการสอนในห้อง กล่าวคือ ที่ผ่านมา การเรียนการสอนในโรงเรียนของไทยมุ่งเน้นให้นักเรียนท่องจำ โรงเรียนควรปรับบทบาทการเรียนเสียใหม่ โดยการปลูกฝังให้นักเรียนเป็นผู้รู้จักใฝ่หาความรู้ และมีความคิดเป็นของตัวเองมากขึ้นกว่าเดิม” (सानปฏิรูป.2543 : 53)

จากแนวนโยบายการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น สอดคล้องกับพระบรมราโชวาทของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งได้พระราชทานแก่นิสิตนักศึกษาในพิธีพระราชทานปริญญาบัตร ของมหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2521 ไว้ว่า “การเรียนรู้ด้วยประสบการณ์จากการปฏิบัติจะทำให้รู้จริงและแม่นยำ ตรงกันข้ามกับการสอนให้รู้โดยมีได้ลงมือปฏิบัติให้เห็นจริง ซึ่งมักจะกลายเป็นการเรียนให้สอนได้ หรือเรียนรู้เพื่อนำไปลืมทิ้งเสียโดยมาก” (สถาบันราชภัฏ,สำนักงาน.2543 : 20) ในปัจจุบันการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีพื้นฐานที่จะพัฒนาบุคคลให้บรรลุสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological literacy) ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะ 3 ประการ คือ 1) มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนบริบทที่จะนำความรู้และทักษะดังกล่าวไปใช้ 2) รู้จักใช้ทักษะอย่างมีวิจารณญาณและสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา ตลอดจนการตัดสินใจเพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตรวมถึงการรู้จักตอบสนองความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ 3) มีความชื่นชมในสันติภาพและความปลอดภัย รู้จักใช้ชีวิตในสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม และแสวงหาความรู้ประสบการณ์เพื่อพัฒนาตนเอง (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2539 :160) ซึ่งความมีสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังที่กล่าวมานั้นเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาค้นคว้า วิทยาศาสตร์ของไทยในปัจจุบัน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนต้องจัดให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ฝึกคิด ฝึกทำ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองให้มากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้เป็นอย่างดี

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบของบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมและการทดลอง ฝึกคิด ฝึกทำ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นยังได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้นอกสถานที่ และตามอัธยาศัย โดยผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับเรื่องเห็ด จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลผลิตทางการเกษตรของจังหวัดสกลนคร เห็ดเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีความสนใจและความนิยมจากประชาชนที่ได้ทำเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม เพราะเห็ดเพาะง่ายไม่ยุ่งยาก ให้ผลผลิตเร็ว การลงทุนไม่มาก ตลาดดี นอกจากการเพาะเห็ดสดขาย ยังสามารถทำผลิตภัณฑ์แปรรูปเห็ดเพื่อเสริมรายได้อีกทางหนึ่ง (โครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร, 2544) และนอกจากนี้โรงเรียนภายในจังหวัดสกลนครยังได้ส่งเสริมให้นักเรียนเพาะเห็ด เพื่อใช้ในโครงการอาหารกลางวันและเป็นการเสริมรายได้สำหรับนักเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกเห็ดภูฐาน เนื่องจากเห็ดภูฐานเป็นเห็ดที่เพาะง่าย สามารถเจริญได้ทุกภูมิภาคของประเทศไทย ใช้ระยะเวลาในการเพาะสั้น ประกอบกับมีเส้นใยที่แข็งแรงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอาหารวุ้น P.D.A และเมล็ดข้าวฟ่าง และยังมีรสชาติอร่อย มีกลิ่นหอม มีความกรอบและหวาน

เป็นที่นิยมรับประทาน จึงเหมาะสมที่จะให้นักเรียนทำการเพาะในถุงพลาสติก เพื่อเป็นการเริ่มต้นและประยุกต์ในการเพาะเห็ดชนิดอื่นต่อไป

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน โดยนำมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีส่วนร่วมในการปฏิบัติการและการทดลอง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง รวมถึงเป็นการส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และถ่ายทอดสู่ชุมชนของตนเองเพื่อการพัฒนาชุมชนให้ยั่งยืนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน เพื่อนำผลการทดลองไปสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ดังนี้
 - 3.1 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผลของการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์ ดังนี้

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาและหาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดผลการเรียนรู้ ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
3. เป็นประโยชน์สำหรับอาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์ ในการนำตัวอย่างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีส่วนร่วมในการปฏิบัติการทดลอง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง
4. เป็นการส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และถ่ายทอดสู่ชุมชนของตนเองเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตการดำเนินการ 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. การทดลองภาคสนาม : ศึกษาวิธีการผลิตเห็ด姑蘇

1.1 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ด姑蘇 โดยการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด姑蘇 (Tissue Culture) และจากเชื้อวุ้นเห็ด姑蘇 (การต่อเส้นใย) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A

1.2 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ด姑蘇 โดยการเลี้ยงเชื้อวุ้นเห็ด姑蘇บนเมล็ดข้าวฟ่าง

1.3 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ด姑蘇 โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ด姑蘇จากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร คือ

1) สูตร 1 ประกอบด้วย ขี้เลื่อยไม้ยางพารา : รำละเอียด : แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) : แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ) ในอัตราส่วน 50 : 2.5 : 0.5 : 0.1 กิโลกรัม

2) สูตร 2 ประกอบด้วย ฟางข้าวสับ : แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) : มูลโค กระบือ : รำละเอียด ในอัตราส่วน 50 : 1 : 12.5 : 2.5 กิโลกรัม

1.4 ศึกษาปริมาณน้ำหนัสดอกเห็ด姑蘇โดยรวมที่ได้จากถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตรจากการเปิดดอกเห็ด姑蘇

2. การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蘇 4 ประเภท คือ 1) ตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง 2) ตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล 3) ตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน และ 4) ตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี

2.2 ศึกษาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑蘇 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ 1) วิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของแหนมเห็ด姑蘇 และ 2) วิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ด姑蘇

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สำหรับการวิจัยในตอนที่ 2 ผู้วิจัยใช้ข้อมูลที่ได้จากตอนที่ 1 มาดำเนินการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蘇 และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบไปด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 บทปฏิบัติการ คือ 1) เรื่อง การสำรวจเห็ดในห้องถิ่น 2) เรื่อง การเพาะเห็ด姑蘇ในถุงพลาสติก 3) เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蘇 และ 4) เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑蘇

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

สำหรับการวิจัยในตอนที่ 3 ผู้วิจัยได้นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาเรียบร้อยแล้วในตอนต้นที่ 2 ไปทดลองสอน ซึ่งประกอบด้วยขอบเขตการดำเนินการ ดังนี้

1. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียน เฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 60 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 1 ห้องเรียน (จำนวน 30 คน) ได้จากการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (Cluster Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการเรียนรู้ 3 ด้าน คือ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ในช่วงเวลา 14 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 42 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น การผลิตเห็ดภูฐาน การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน หมายถึง เอกสารที่กำหนดแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรมและการทดลองที่นำความรู้เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน มาสร้างเป็นกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีหัวข้อของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แนวคิดหรือหลักการ จุดประสงค์ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี วิธีดำเนินการ แบบบันทึกรายงานผลการทดลอง และแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2. การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน หมายถึง การนำผลการทดลองศึกษาวิธีการผลิตเห็ดภูฐาน การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน มาสร้างเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ

3. คุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน หมายถึง บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้ผ่านการตรวจสอบและการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ในด้านเนื้อหา การใช้ภาษา และกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพอยู่ในระดับใช้ได้ดี โดยแบ่งเกณฑ์ระดับการประเมินออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และ ควรปรับปรุง และใช้ค่าเฉลี่ยเป็นเกณฑ์พิจารณาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. การผลิตเห็ดภูฐาน หมายถึง การเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก โดยมีขั้นตอนการเพาะ 4 ขั้นตอน คือ 1) การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน และการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนอาหารรุ้น PDA 2) การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง 3) การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่าง บนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร คือ สูตร 1 ประกอบด้วย ซีลี้อยไม้ยางพารา : รำละเอียด : แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) : แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ) ในอัตราส่วน 50 : 2.5 : 0.5 : 0.1 กิโลกรัม และสูตร 2 ประกอบด้วย ฟางข้าวสับ : แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) : มูลโค กระบือ : รำละเอียด ในอัตราส่วน 50 : 1 : 12.5 : 2.5 กิโลกรัม และ 4) การเปิดดอกเห็ดภูฐาน

5. การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน หมายถึง การตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง โดยใช้สารละลายไอโอดีน สารอาหารประเภทน้ำตาล โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์ สารอาหารประเภทโปรตีน โดยใช้สารละลายไบยูเรต และสารอาหารประเภทวิตามินซี โดยการเปรียบเทียบจำนวนหยดของสารที่เปลี่ยนสีน้ำเงินของน้ำแป้งสุกผสมสารละลายไอโอดีนเป็นไม่มีสี

6. การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน หมายถึง การทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในเห็ดภูฐาน หรือเปลี่ยนรูปเห็ดภูฐาน เพื่อถนอมให้สามารถเก็บไว้ได้นาน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ทำการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน 2 ผลิตภัณฑ์ คือ การทำแหมมเห็ดภูฐาน และการทำข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน

7. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิด พิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ โดยใช้ประสบการณ์และทักษะความรู้ที่เรียนรู้มาก่อน เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่มีสาระหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่สามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพื่อหาคำตอบได้ทันที โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของ เวียร์ (Weir) 4 ขั้นตอน คือ 1)การตั้งปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา และ 4)การตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งเกณฑ์ระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 2,1 และ 0

8. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมเชิงลักษณะนิสัยของผู้เรียนตามคตินิยมของนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและความพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งมีเกณฑ์การพิจารณาจากพฤติกรรมหรือลักษณะบ่งชี้ของแต่ละคุณลักษณะว่านักเรียนมีคุณลักษณะนั้นอยู่ในระดับใด โดยแบ่งเกณฑ์ระดับการประเมินออกเป็น 5 ระดับ คือ มีคุณลักษณะที่ประเมินมากที่สุด ก่อนข้างมาก ปานกลาง ก่อนข้างน้อย น้อยที่สุด ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

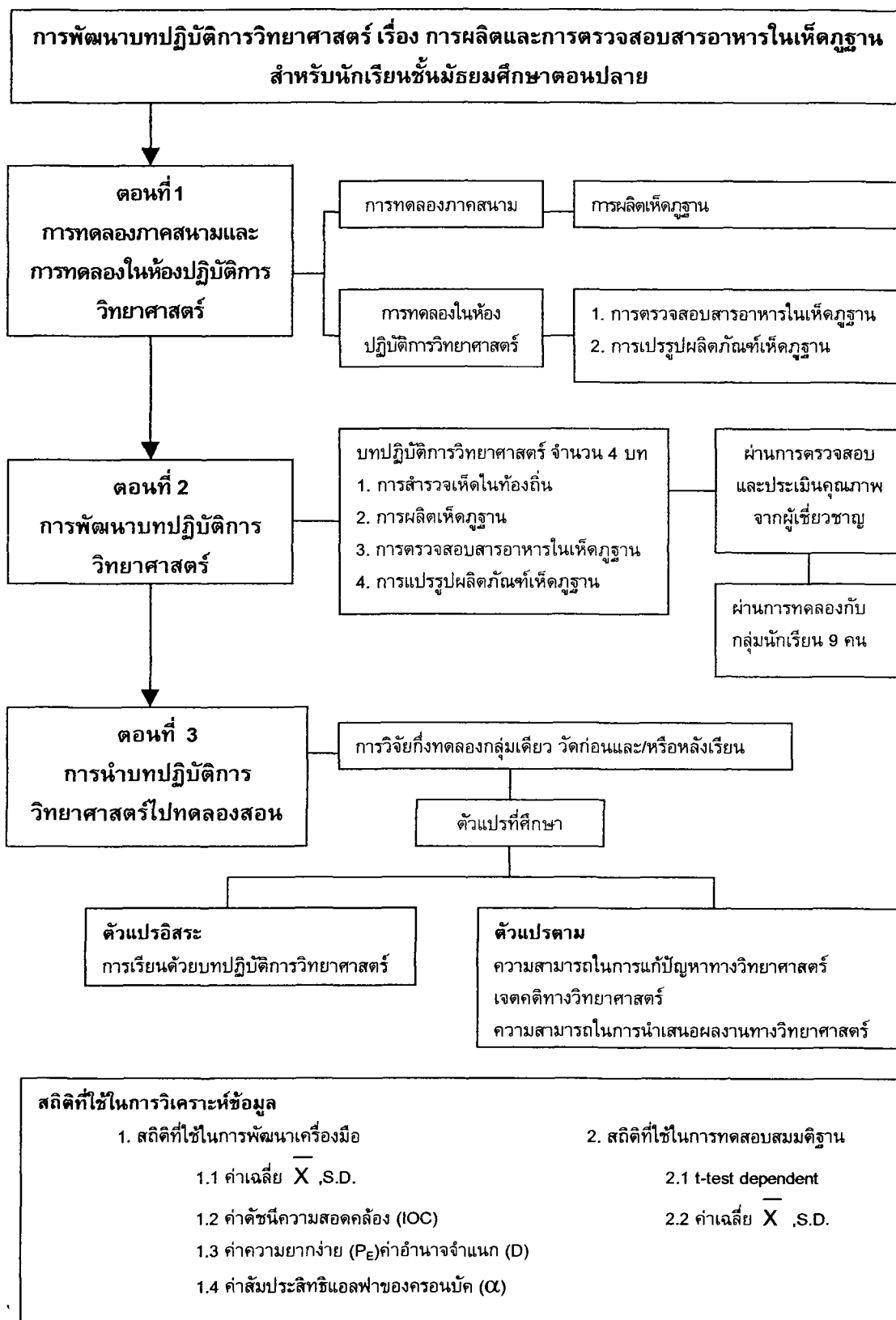
9. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมในการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษา ให้ผู้อื่นเข้าใจถึงผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยวัดความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ 3 ลักษณะ คือ 1) การเขียนรายงานตามแบบรายงานผลการทดลอง 2)การนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) โครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของสุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 152-159) และภาวดี เกตุกุ (2541 : 194-200) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 3,2 และ 1 คะแนน

10. โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร หมายถึง โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ทรงครองสิริราชสมบัติครบ 50 ปี

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับใช้ได้ดี
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80
4. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับเหตุภูฐาน
2. เอกสารเกี่ยวกับการผลิตเห็ด
3. เอกสารเกี่ยวกับสารอาหารและการตรวจสอบสารอาหาร
4. เอกสารเกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด
5. เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
6. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
7. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์
8. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
 - 9.2 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 9.3 งานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 9.4 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารเกี่ยวกับเห็ดภูฐาน

1.1 การจำแนกอันดับของเห็ดภูฐาน

ประเสริฐ วุฒิสักดิ์ (2539 : 4-5 ; อ้างอิงจาก Sing. 1975, Smith. 1978 and More-Landecker. 1990) : อานนท์ เอื้อตระกูล (2530 : 1) ได้จำแนกอันดับของเห็ดภูฐาน ดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์	: <i>Pleurotus eous</i> (Berk.) Sacc.
ชื่อสามัญ (ชื่อภาษาไทย)	: เห็ดภูฐาน
(ชื่อภาษาอังกฤษ)	: Bhutanese abalone mushroom
Subdivision	: Basidiomycotina
Class	: Hymenomycetes
Order	: Agaricales
Family	: Tricholomataceae
Genus	: <i>Pleurotus</i> (Fr.) Quel

1.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดภูฐาน



ภาพประกอบ 1 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเห็ดภูฐาน

ประเสริฐ วุฒิสักดิ์ (2539 : 9-10) ได้กล่าวถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดภูฐาน ดังนี้

1) หมวกดอก (Pileus) มีขนาด 2-15 เซนติเมตร แผ่กว้างคล้ายกับใบลาน ดอกมีสีเทาแปรเปลี่ยนได้ตามสภาพแวดล้อม เมื่อได้รับแสงมากและอากาศเย็นดอกจะมีสีเข้มมากขึ้น ผิวของดอกด้านบนเรียบ ไม่มีขน เมื่อดอกยังอ่อนขอบดอกจะม้วนงอเข้าไปทางครีบ โดยจะคลี่ออกเมื่อโตเต็มที่ ขอบดอกอาจจะบานขึ้นไปทางข้างบน ตรงข้ามกับรอยต่อระหว่างหมวกดอกกับก้านจะมีรอยเว้าเข้าข้างใน และลักษณะของหมวกดอกจะเป็นเนื้อเดียวกับก้านดอก

2) ก้านดอก (Stalk) มีขนาดกว้าง 0.3-1.6 เซนติเมตร ยาว 3.2-13.2 เซนติเมตร

3) ครีบดอก (Gills) มีครีบเล็กๆ จำนวนมากที่ปลายขอบดอก มีลักษณะคล้ายครีบของปลาเป็นแผ่นบางเล็กๆ สั้นและยาวสลับกัน สปอร์มี 4 อัน เกิดที่ปลายก้านชู (Sterigma) บนเบซิดิเดียม (Basidium) สปอร์มีรูปร่างคล้ายกับไข่หรือเมล็ดข้าว กว้างประมาณ 2.5-3.5 ไมครอน ยาวประมาณ 6.0-7.5 ไมครอน

1.3 วงจรชีวิตของเห็ดภูฐาน

บุญส่ง วงศ์เกรียงไกร (2543 : 11-12) ได้กล่าวถึงวงจรชีวิตของเห็ดภูฐาน ดังนี้

เมื่อดอกเห็ดภูฐานโตเต็มที่ก็จะสร้างสปอร์บริเวณครีบ เมื่อสปอร์แก่จะปล่อยสปอร์ออกเป็นระยะๆ เมื่อสปอร์ปลิวไปตกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ก็จะงอกออกเป็นเส้นใยขั้นต้น มี 1 นิวเคลียส เมื่อเส้นใยขั้นที่ 1 เจริญเต็มที่แล้วก็รวมตัวกัน ซึ่งอาจจะมาจากต่างสปอร์กัน การรวมตัวของเส้นใยขั้นที่ 1 จะเป็นการเชื่อมกัน แล้วถ่ายทอดนิวเคลียสมาอยู่ในเซลล์เดียวกัน กลายเป็นเส้นใยขั้นที่ 2 หลังจากเส้นใยขั้นที่ 1 รวมตัวกันเป็นเส้นใยขั้นที่ 2 ก็จะมีเจริญเติบโตและสร้างเส้นใยให้แตกแขนงเส้นใยขั้นที่ 1 อย่างรวดเร็วบนอาหาร เมื่อเส้นใยขั้นที่ 2 เจริญบนอาหารและโตเต็มที่แล้ว จะสะสมอาหารแล้วรวมตัวกันอีกครั้งเจริญเป็นดอกเห็ดต่อไป

1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดภูฐาน

ปัญญา โพธิ์รัฐดิรัตน์ (2538 : 196) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดภูฐาน ดังนี้

1) อุณหภูมิ ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการเกิดดอกของเห็ดภูฐาน คือ 15-38 องศาเซลเซียส เห็ดภูฐานจะเจริญเติบโตเร็วและเจริญเติบโตช้าลงเมื่ออุณหภูมิต่ำหรือสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส

2) ความเป็นกรด-เบส (ค่า pH) มีผลต่อการพัฒนาสัณฐานวิทยาของเห็ดเป็นอย่างมาก ระดับความเป็นกรด-เบสที่มีผลในการเจริญของเห็ดภูฐานได้ดีในสภาพที่เป็นกลาง (pH 7.0) หรืออยู่ในช่วง pH 6.5-7.5

3) แสงแดด ในระยะของการพักเส้นใย เส้นใยจะไม่ต้องแสงแดดในการเจริญเติบโต แต่ระยะที่เป็นตุ่มดอกเห็ดกลับต้องการแสงแดดสำหรับการเจริญเติบโต ถ้าไม่ได้รับแสงแดดอย่างเพียงพอ เห็ดจะงอกแต่ก้านเห็ดเรียวยาว ดอกจะมีสีซีดและบางครั้งอาจมีก้านเห็ดงอกจากบนก้านเห็ดอีกที

4) ความชื้น ในระยะออกดอกจะต้องการความชื้น 70-75 % และระยะที่กำลังเจริญเติบโตเป็นดอกเห็ดต้องการความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 80-90 % ถ้าในอากาศมีความชื้นต่ำเห็ดจะชะงักการเจริญเติบโต ดอกเห็ดจะมีขนาดเล็กและบาง ผิวแห้งแตก

1.5 ข้อดีของเห็ดภูฐาน

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ม.ป.ป. : 97-99) ได้กล่าวถึงข้อดีของเห็ดภูฐาน ดังนี้

1) เส้นใยเห็ดภูฐานเจริญได้ดีในอาหารวุ้น P.D.A ที่ใช้เลี้ยงเห็ดชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะอาหารวุ้นที่ผสมถั่วเหลือง หรือถั่วเขียวจะเจริญเติบโตได้ดีมาก

2) เส้นใยเห็ดภูฐานเจริญเติบโตบนเมล็ดธัญพืชได้เร็วมาก

3) ออกดอกเร็ว หลังจากเชื้อลงถุงปุ๋ยหมักจะใช้เวลาเพียง 16-21 วัน และช่วงห่างของการออกดอกสั้น กล่าวคือ หลังจากเก็บผลผลิตแล้วจะใช้เวลา 5-7 วัน เท่านั้นในการเก็บผลผลิตรุ่นถัดไป

4) มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารสูงมาก ถ้าเพิ่มอาหารผลผลิตจะสูงมาก และมีความสามารถในการต้านทานพวกราเขียวและราดำได้ดี โดยสามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับเชื้อราเขียว ราดำ

5) มีรสชาติอร่อยเช่นเดียวกับเห็ดนางฟ้า มีกลิ่นหอม มีความกรอบและหวาน และสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้า โดยเฉพาะถ้าเก็บในตู้เย็นจะเก็บได้ประมาณ 3-4 วัน

6) ให้ผลผลิตตอบแทนสูงกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ และเปอร์เซ็นต์ก้อนเชื้อที่เสียต่ำกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถเพาะได้ทุกฤดูกาลและทุกสภาพของปุ๋ยหมัก

กล่าวโดยสรุป เห็ดภูฐาน มีลักษณะของหมวกดอกแผ่กว้างคล้ายใบลาน ดอกมีสีเทา มีลักษณะรูปร่างคล้ายกับเห็ดนางฟ้า มีความทนทานต่อช่วงอุณหภูมิสูงหรือต่ำได้ค่อนข้างกว้าง คือประมาณ 15-32 องศาเซลเซียส สามารถเจริญและออกดอกได้ดี ให้ผลผลิตสูงออกดอกได้ตลอดทั้งปี สามารถเพาะได้ทุกฤดูกาล และมีความสามารถในการเจริญแข่งขันกับเชื้อต่างๆ ได้ดี

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกเห็ดภูฐานเป็นกรณีศึกษา ในการนำไปเป็นเนื้อหาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

2. เอกสารเกี่ยวกับการผลิตเห็ด

2.1 การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด (Tissue culture) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A และการต่อเส้นใยเห็ด

2.1.1 ขั้นตอนการเตรียมอาหารวุ้น P.D.A

อาหารวุ้น P.D.A มีชื่อย่อมาจาก Potato Dextrose Agar มีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ มันฝรั่ง น้ำตาลเด็กโตรส และวุ้นทำขนม สูตรที่ใช้ในการทำคือ

สูตรอาหารวุ้น P.D.A ประกอบด้วย (สูตรโครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร) 1) มันฝรั่ง (Potato) 200 กรัม 2) น้ำตาล (Dextrose) 20 กรัม 3) วุ้นทำขนม (Agar) 20 กรัม และ 4) น้ำสะอาด 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีการเตรียมอาหารวุ้น P.D.A

1) นำเอามันฝรั่งปอกเอาแต่เปลือกและส่วนที่เน่าเสียทิ้งให้หมดแล้วล้างให้สะอาด
2) หั่นมันฝรั่งให้เป็นชิ้นเล็กเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเท่ากับ 1x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3) นำมันฝรั่งมาต้มในน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้สุกกรองเอาแต่น้ำ โดยใช้ผ้าขาวบางหรือกระชอนก็ได้

4) เอาน้ำมันฝรั่งที่กรองแล้วมาผสมกับวุ้นจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ใส่ น้ำตาลเด็กโตรสลงไปตั้งไฟอ่อน กวนจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

5) นำมาใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ตามความต้องการและสะดวกในการใช้งาน (ถ้าเป็นขวดแบนเทลงประมาณ 1/4-1/6 ของขวด ถ้าเป็นหลอดแก้วทดลองให้เทลง 1/3 ของขวด)

6) อุดจุกที่ปากภาชนะด้วยสำลีแล้วหุ้มด้วยกระดาษ

7) นำอาหารที่เตรียมเสร็จไปนึ่งความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 30 นาที (ถ้าหลอดทดลองนึ่งนาน 15 นาที ขวดแบนนึ่งนาน 30 นาที)

8) นึ่งได้ตามกำหนดเวลา เอาอาหาร P.D.A ออกมาเอียง 45-70 องศา เพื่อเพิ่มพื้นที่ของอาหารวุ้น P.D.A ที่ไว้นอนเย็นหรือแข็งตัวแล้วนำไปเลี้ยงเชื้อเห็ด

2.1.2 การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด (Tissue culture) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ม.ป.ป. : 55-56) ได้กล่าวถึงการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด ไปเลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A ดังนี้

การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดไปเลี้ยงบนอาหารวุ้นเป็นวิธีการซึ่งนักเพาะเห็ดนิยมใช้กันมากเพราะทำได้ง่ายกว่าการเลี้ยงสปอร์ และดอกเห็ดที่ได้จะมีลักษณะคล้ายดอกเห็ดพันธุ์เดิมทุกประการ ส่วนมากจะใช้กับดอกเห็ดที่มีขนาดใหญ่ เช่น เห็ดฟาง เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า ฯลฯ

1) อุปกรณ์ที่ใช้ ได้แก่ ตู้เขี่ยเชื้อ, ตะเกียงแอลกอฮอล์, เข็มเขี่ยเชื้อ, ใบมีดคมๆและบางๆ, ดอกเห็ดที่จะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และ ขวดอาหารวุ้น P.D.A

2) การทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องมือ โดยเฉพาะตู้เขี่ยเชื้อจะต้องสะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ การฆ่าเชื้อภายในตู้อาจกระทำได้ ดังนี้

2.1) ใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์, สารละลายแอมโมเนีย เข้มภายในตู้เขี่ยเชื้อให้สะอาด

2.2) ในกรณีเร่งด่วนให้ใช้เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 70% ฉีดพ่นภายในตู้เขี่ยเชื้อก่อนลงมือปฏิบัติการ

2.3) หรือใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต ฆ่าเชื้อภายในตู้ก่อนปฏิบัติการ 2 ชั่วโมง

2.4) หรืออาจใช้ควันรมฆ่าเชื้อ โดยหยดสารละลายฟอร์มาลินลงบนสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (ต่างทับทิม) รมตู้เขี่ยเชื้อประมาณ 2-3 ชั่วโมง และทิ้งตู้ไว้ประมาณ 4-5 วัน ก่อนลงมือปฏิบัติการ แต่วิธีนี้อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ที่แพ้สารละลายฟอร์มาลิน

3) การเขี่ยเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด โดยให้เลือกดอกเห็ดที่ให้ผลผลิตสูงและปราศจากโรคแมลงรบกวน ดอกเห็ดที่จะนำมาเขี่ยเนื้อเยื่อห้ามรดน้ำเด็ดขาด การเขี่ยเนื้อเยื่อให้ปฏิบัติเป็นขั้นๆ ดังนี้

3.1) ให้นำอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเขี่ยเชื้อ เช่น ตะเกียงแอลกอฮอล์, เข็มเขี่ยเชื้อ, ขวดอาหารวุ้น และ ดอกเห็ด ใส่ในตู้เขี่ยเชื้อที่ทำความสะอาด และฆ่าเชื้อภายในตู้เรียบร้อยแล้ว

3.2) ให้สอดมือเข้าไปในตู้และใช้มือที่ถนัดจับเข็มเขี่ยคล้ายกับการจับดินสอ หรือ ปากกา ลนไฟฆ่าเชื้อที่เข็มเขี่ย จากนั้นให้ฉีกดอกเห็ดออกเป็น 2 ส่วน แล้วใช้ปลายเข็มจิกเนื้อเยื่อดอกเห็ดที่อยู่ภายในให้เนื้อเยื่อดอกเห็ดติดมาเป็นชิ้นเล็กๆ ที่ปลายเข็ม เสร็จแล้วให้วางดอกเห็ดลง ใช้มืออีกข้างหนึ่งหยิบขวดอาหารวุ้น พร้อมกับใช้อุ้งมือที่ถือเข็มเขี่ยเชื้อตักจุลสารออกมา โดยไม่ใช้ส่วนของลำที่อยู่ในขวดสัมผัสสิ่งใดเลย (ห้ามก้าจุลสารเด็ดขาด) พร้อมกันนั้นให้ลนไฟที่ปากขวดและสอดเนื้อเยื่อเห็ดที่ติดอยู่ปลายเข็มเข้าไปวางบนอาหารวุ้น เสร็จแล้วให้ดึงเข็มเขี่ยออกมา ลนไฟที่ปากขวดอาหารวุ้นอีกครั้งหนึ่งก่อนปิดจุลสาร

3.3) นำขวดอาหารวุ้นไปเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง บริเวณที่มืดๆ ทิ้งไว้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ เส้นใยของเห็ดก็จะเจริญเต็มผิวของอาหารวุ้น สามารถนำไปต่อเส้นใยเห็ดหรือเลี้ยงเชื้อเห็ดบนเมล็ดข้างฟางต่อไป

2.1.3 การต่อเส้นใยเห็ด

บรรณ บุรณะชนบท (2541 : 32) ได้กล่าวถึงการต่อเส้นใยเห็ด ดังนี้

การต่อเส้นใยเห็ดลงบนอาหารวุ้น P.D.A เป็นการนำเอาเส้นใยเห็ดที่เจริญบนอาหารวุ้น P.D.A มาเลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A อีกครั้ง เพื่อให้มีปริมาณของเส้นใยเพิ่มมากขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นแยกเนื้อเยื่อมาจากดอกเห็ดอีก โดยใช้วิธีตัดเอาเส้นใยในอาหารวุ้นที่เจริญเต็มขวดแล้วประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร ใส่ลงบนผิวหน้าขวดอาหารวุ้น P.D.A เปล่าๆ โดยใช้วิธีการเดียวกับการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด เส้นใยก็จะเจริญในขวดอาหารวุ้น P.D.A ใหม่ต่อไป

2.2 การเลี้ยงเชื้อเห็ดบนเมล็ดข้าวฟ่าง

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ม.ป.ป. : 56-58) : สุเทพ ญาติ (2543 : 13-14) ได้กล่าวถึงการเลี้ยงเชื้อเห็ดบนเมล็ดข้าวฟ่าง ดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง

1) นำเมล็ดข้าวฟ่างมาแช่น้ำ คัดเมล็ดที่ลอยน้ำออกทิ้ง แล้วแช่ไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง
 2) นำมาต้มหรือหนึ่งให้สุกพอดี ดูได้จากผิวข้างนอกของเมล็ดจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีแดงเข้ม ถ้าผ่าซีกเมล็ดออกจะเห็นในเมล็ดยังมีแป้งติดอยู่บ้าง เป็นการต้มแบบสุกภายนอก ดิบภายใน ห้ามต้มจนเมล็ดแตก จะทำให้มีน้ำมาก ความชื้นจะสูง จะมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

3) เทน้ำออก แล้วนำมาผึ่งลมหรือใช้พัดลมเป่าให้แห้งหมาดๆ จะทำให้ความชื้นภายนอกเมล็ดที่เป็นความชื้นส่วนเกินลดลง

4) กรอกใส่ขวดประมาณครึ่งขวด แล้วอุดจุกด้วยสำลี ใช้กระดาษหุ้มจุกสำลี ใช้ยางรัดคอขวด เพื่อป้องกันจุกสำลีเปียกในตอนนี้ฆ่าเชื้อ

5) นำขวดบรรจุเมล็ดข้าวฟ่างใส่ลงไปในหม้อหนึ่งความดันไอน้ำ โดยหนึ่งใช้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 15-20 นาที เมื่อครบเวลาปิดไฟหม้อหนึ่ง รอให้ความดันภายในหม้อหนึ่งลดลงถึงศูนย์จึงเปิดฝา นำขวดอาหารออกมาก็จะได้ข้าวฟ่างหนึ่งฆ่าเชื้อโดยไม่มีเชื้อใดๆ เหลืออยู่ เมื่ออุณหภูมิภายในขวดลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องก็นำไปเลี้ยงเชื้อเห็ดได้

2.2.2 ขั้นตอนการเลี้ยงเชื้อลงในขวดเมล็ดข้าวฟ่าง

1) ให้เลือกขวดอาหารวุ้นที่เชื้อเห็ดเริ่มเจริญเต็มผิวใหม่ๆ เพราะเป็นระยะที่เชื้อเห็ดแข็งแรงที่สุด ถ้าใช้ขวดอาหารวุ้นเชื้อแก่เชื้อจะไม่แข็งแรงและอาจมีเชื้ออื่นปะปน ซึ่งไม่สามารถสังเกตได้ เมื่อนำไปใส่ขวดเมล็ดข้าวฟ่างจะทำให้เกิดการปลอมปนได้

2) ให้นำอุปกรณ์ต่างๆ ใส่เข้าไปในตู้เลี้ยงเชื้อที่สะอาดและฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว

3) ใช้มือขวาถือเข็มเย็บคล้ายการจับดินสอหรือปากกา พร้อมกับหลอดไฟฆ่าเชื้อที่เข็มเย็บและปล่อยเข็มให้เย็นในอากาศสักครู่หนึ่ง จึงใช้มือซ้ายหยิบขวดอาหารวุ้นขึ้นมา พร้อมกับใช้อุ้งมือขวาดึงจุกสำลีออก ห้ามกำเด็กขวด จากนั้นหลอดไฟฆ่าเชื้อที่ปากขวดและสอดเข็มเย็บเข้าไปตัดชั้นอาหารวุ้นขนาด 1x1 ตารางเซนติเมตร

4) ให้ใช้ปลายเข็มจิกแผ่นอาหารวุ้นที่มีเชื้อเห็ดขึ้นเต็มออกมาจากขวด พร้อมกับหลอดไฟฆ่าเชื้อที่ปากขวดอีกครั้งหนึ่งก่อนเปิดจุกสำลี แล้วจึงวางขวดอาหารวุ้น

5) ใช้มือซ้ายหยิบขวดเมล็ดข้าวฟ่างขึ้นมา พร้อมกับใช้อุ้งมือขวาดึงจุกสำลีออก และหลอดไฟฆ่าเชื้อที่ปากขวด จากนั้นให้สอดแผ่นอาหารวุ้นเข้าไปในขวดเมล็ดข้าวฟ่าง และดึงเข็มเย็บออกหลอดไฟฆ่าเชื้อที่ปากขวดอีกครั้งหนึ่งก่อนปิดจุกสำลี แล้วใช้กระดาษหุ้มรัดด้วยยางวงอีกชั้นหนึ่ง

6) ให้เขย่าขวดเมล็ดข้าวฟ่างจนกระทั่งชั้นอาหารวุ้นเลื่อนไปอยู่ตรงกลางเมล็ดข้าวฟ่าง ซึ่งจะช่วยทำให้เชื้อเห็ดเจริญเต็มถ่วงเร็วขึ้น และทิ้งปมเชื้อไว้ในอุณหภูมิห้อง 1-2 สัปดาห์ เมื่อเชื้อเจริญเต็มขวดก็พร้อมที่จะนำไปเพาะถั่วงูต่อไป

2.3 การเลี้ยงเชื้อเห็ดจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ หรือวัสดุหมัก

2.3.1 สูตรวัสดุหมัก และวิธีการเตรียมวัสดุหมัก

โดยสูตรวัสดุหมัก และวิธีการเตรียมวัสดุหมัก เป็นหลักการของโครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

1) สูตรวัสดุหมัก 1 ประกอบด้วย ชี้อย่อยไม่ย่างพารา 100 กิโลกรัม รำละเอียด 5 กิโลกรัม แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) 1 กิโลกรัม และ แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ) 0.2 กิโลกรัม

วิธีการเตรียมวัสดุหมัก โดยนำชี้อย่อยไม่ย่างพารามาผสมกับรำละเอียด, แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) 1 กิโลกรัม และ แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ) คลุกให้เข้ากันแล้วเติมน้ำลงไป คลุกให้เข้ากันจนกระทั่งส่วนผสมมีความชื้นพอดี แล้วจึงนำไปบรรจุถุงพลาสติกต่อไป

วิธีการทดสอบความชื้นของชี้อย่อย ทดสอบโดยการกำและบีบ ถ้าความชื้นมากเกินไป ขณะกำและบีบมีน้ำไหลออกตามง่ามมือ และพอบีบมือออกชี้อย่อยจับกันเป็นก้อนแน่น ถ้าแห้งเกินไป ขณะกำและบีบ ไม่มีน้ำไหลออกตามง่ามมือ และพอบีบมือออกชี้อย่อยแตกกระจายเป็นชิ้นเล็กๆ และถ้าความชื้นพอดี ขณะกำและบีบ ไม่มีน้ำไหลออกตามง่ามมือ และพอบีบมือออกชี้อย่อยยังจับกันเป็นก้อน

2) สูตรวัสดุหมัก 2 ประกอบด้วย ฟางข้าวสับยาว 3-4 เซนติเมตร 100 กิโลกรัม , แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) 2 กิโลกรัม, มูลโค กระบือ 25 กิโลกรัม และ รำละเอียด 5 กิโลกรัม

วิธีการเตรียมวัสดุหมัก นำฟางข้าวแห้งสับแช่น้ำให้อิ่มตัวหมักไว้ 1 คืน คลุมด้วยพลาสติกผสม แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) , มูลโค กระบือ และรำละเอียดให้เข้ากันทิ้งไว้ 1 คืน สำหรับเป็นอาหารเสริม จากนั้นผสมวัสดุทั้งหมดให้เข้ากัน หมักไว้อีก 3-4 วัน ทำการกลับกองปุ๋ยหมักต่อไปอีก 3-4 วัน คลุมด้วยพลาสติกแล้วจึงนำไปบรรจุถุงพลาสติกต่อไป

2.3.2 การเลี้ยงเชื้อเห็ดจากเมล็ดข้าวฟ่างลงบนถุงก้อนเชื้อ หรือวัสดุหมัก

สุเทพ ญาดี (2543 : 18) ได้กล่าวถึงการเลี้ยงเชื้อเห็ดจากเมล็ดข้าวฟ่างลงบนถุงก้อนเชื้อ หรือวัสดุหมัก ดังนี้

ขั้นตอนในการเลี้ยงเชื้อจากเมล็ดข้าวฟ่างลงวัสดุหมักนับว่ามีความสำคัญมาก เพราะว่าการที่ก้อนเชื้อจะเสียหรือไม่ ขึ้นกับการเลี้ยงเชื้อ ดังนั้นหลักในการเลี้ยงเชื้อดังกล่าวให้พิจารณา

1) หัวเชื้อ หัวเชื้อที่ดีควรเป็นหัวเชื้อที่เส้นใยเจริญเต็มใหม่ๆ ไม่ควรใช้หัวเชื้อที่เส้นใยเดินอัดกันแน่นพร้อมที่จะสร้างดอกได้ และที่สำคัญก็คือหัวเชื้อจะต้องบริสุทธิ์ ปราศจากจุลินทรีย์เจือปน

2) สถานที่ทำการเลี้ยงเชื้อ อาจจะเลี้ยงภายในตู้เลี้ยงเชื้อ หรือภายในห้องเลี้ยงเชื้อที่มีลมสงบก็ได้ แต่ห้องดังกล่าวจะต้องสะอาด ถ้าเพาะเห็ดเป็นอุตสาหกรรมแล้ว ควรสร้างห้องเลี้ยงเชื้อที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1) ห้องดังกล่าวต้องปิดมิดชิด และสามารถฆ่าเชื้อโรคได้

2.2) พื้นห้องควรเป็นพื้นที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย เช่น อาจจะใช้กระเบื้องหรือแผ่นฟอรัไมก้า

2.3) ควรติดตั้งหลอดอุลตราไวโอเลต ซึ่งใช้ในการฆ่าเชื้อ

2.4) อากาศที่จะเข้าไปในห้องควรผ่านเครื่องกรองเสียก่อน

2.5) ควรจัดคล้ายห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา โดยมีห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้าปฏิบัติการ และถ้าเป็นไปได้ควรมีเครื่องปรับอากาศ ไม่ควรใช้พัดลมเป่า

3) การเขี่ยเชื้อเห็ด ควรเขี่ยหรือใช้ลวดที่เผาไฟฆ่าเชื้อแล้วเขี่ยเมล็ดธัญพืชให้กระจายเสียก่อน แล้วถอดจุกสำลีบนไฟฆ่าเชื้อที่ปากขวดและเทหัวเชื้อลงในถุงประมาณ 10-20 เมล็ด และควรปฏิบัติกร 2 คน ซึ่งจะช่วยให้อากาศและรวดเร็วขึ้น หัวเชื้อ 1 ขวด จะใส่ก้อนเชื้อได้ประมาณ 50-60 ถุง

4) การปักถุงเห็ด หลังจากใส่เชื้อแล้วให้เขี่ยเมล็ดธัญพืชให้กระจาย ซึ่งจะช่วยให้เชื้อเจริญเต็มถุงได้เร็วขึ้น และให้นำถุงที่เหลือไปเก็บไว้ในห้องมืดที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส เชื้อเห็ดจะเดินเต็มถุงภายใน 2-3 สัปดาห์ ก็สามารถนำไปเปิดดอกต่อไป

2.3 การเปิดดอกเห็ด

สุเทพ ญาดี (2543 : 19) ได้กล่าวถึงการเปิดดอกเห็ด ดังนี้

เมื่อบ่มเชื้อประมาณ 30 วัน เส้นใยเห็ดเจริญเติบโตเต็มถุงที่เหลือ ซึ่งเรียกว่า ก้อนเชื้อเห็ด ก็สามารถนำมาเปิดดอกเห็ดในโรงเรือนสำหรับเปิดดอก

2.3.1) โรงเรือน ที่ใช้ในการเปิดดอกเห็ด สภาพโรงเรือนต้องมีหลังคา ด้านข้างปิดไม่ต้องมิดชิดมาก ให้อากาศถ่ายเทได้ รักษาความชื้นภายในโรงเรือนได้ พื้นโรงเรือนควรโรยด้วยทราย ช่วยเก็บรักษาความชื้นไว้ การวางก้อนเชื้อจะใช้วิธีใช้เชือกแขวน หรือทำเป็นเสาสามเหลี่ยม แล้ววางซ้อนทับกัน โดยหันปากถุงไปทางเดียวกัน ก้อนนำก้อนเชื้อเข้าโรงเปิดดอก ต้องทำความสะอาดและกำจัดศัตรูเห็ดให้หมดเสียก่อนโดยการฉีดพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อ ฆ่าแมลงให้หมด

2.3.2) การเปิดดอก จะนิยมให้เห็ดออกด้านปากถุง ดึงจุกสำลีและคอขวดพลาสติกออกแล้วม้วนปากถุงให้เหมือนเดิม และเอาเมล็ดข้างฟางที่ติดอยู่ออกทิ้ง แล้วนำไปวางซ้อนกัน หรือแขวนภายในโรงเรือน

2.3.3) การดูแลรักษา เมื่อนำก้อนเชื้อเห็ดเข้าโรงเปิดดอกแล้ว ต้องรดน้ำเพื่อรักษาความชื้นภายในโรงเรือน การรดน้ำควรใช้วิธีฉีดพ่นเป็นฝอยบนก้อนเชื้อ ไม่ให้น้ำเข้าไปข้างในถุงเห็ดจะทำให้เสียได้ ควรรดน้ำเข้าเย็น รักษาอุณหภูมิให้ได้ 28-35 องศาเซลเซียส และความชื้นภายในโรงเรือนไม่ควรต่ำกว่า 80 % โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบตุ้มเปียกตุ้มแห้งวัด ถ้าอากาศร้อนอบเกินไปควรเปิดประตูโรงเรือน ระบายอากาศเป็นครั้งคราว ถ้าพบก้อนเชื้อมีการปนเปื้อนเชื้ออื่น ให้นำออกไปทำลายทิ้งเสีย การเปิดดอกเห็ดจะใช้เวลา 7-10 วัน จะเกิดดอก

2.3.4) การเก็บดอกเห็ด ใช้มือบิดบริเวณก้านดอก ดอกเห็ดจะหลุดออกให้เก็บทั้งหมดอย่าให้มีชิ้นส่วนของเห็ดหลงเหลืออยู่ในก้อนเห็ด จะทำให้ก้อนเห็ดเน่าเสียได้ การเก็บดอกเห็ดควรเก็บตอนเช้า หรือตอนเย็น เพราะสภาพอากาศจะเหมาะสม ดอกเห็ดกำลังเจริญเต็มที่ ดอกเห็ดจะออกหมุนเวียนกันไป จะให้ผลผลิตประมาณ 5-6 เดือน ก็จะหมดอายุของก้อนเชื้อเห็ด เนื่องจากธาตุอาหารในก้อนเชื้อเห็ดถูกนำไปใช้หมด

กล่าวโดยสรุป การผลิตเห็ด หมายถึง การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก แบ่งลำดับขั้นตอนการผลิตเห็ดเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A 2) การเลี้ยงเชื้อเห็ดบนเมล็ดข้าวฟ่าง 3) การเลี้ยงเชื้อเห็ดจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ หรือวัสดุหมัก และ 4) การเปิดดอกเห็ด

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองภาคสนาม ศึกษาวิธีการผลิตเห็ดภูฐาน จากลำดับขั้นตอนการผลิตเห็ด 4 ขั้นตอน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาในเรื่องต่อไปนี้

1) ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue Culture) และจากเชื้อวุ้นเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A

2) ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวุ้นเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง โดยใช้เชื้อวุ้นเห็ดภูฐานจากขั้นตอนที่ 1

3) ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร โดยใช้เชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างจากขั้นตอนที่ 2) ซึ่งวัสดุหมักทั้ง 2 สูตร มีส่วนผสมและอัตราส่วน คือ

สูตรวัสดุหมัก 1 ประกอบด้วย ชี้อ้อยไม่ยางพารา 100 กิโลกรัม รำละเอียด 5 กิโลกรัม แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) 1 กิโลกรัม และ แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ) 0.2 กิโลกรัม โดยนำวัสดุหมักดังกล่าวผสมคลุกเคล้ารวมกัน ผสมน้ำสะอาดให้มีความชื้นประมาณ 60-70 %

2) สูตรวัสดุหมัก 2 ประกอบด้วย ฟางข้าวสับยาว 3-4 เซนติเมตร 100 กิโลกรัม , แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) 2 กิโลกรัม, มูลโค กระบือ 25 กิโลกรัม และ รำละเอียด 5 กิโลกรัม โดยนำฟางข้าวสับแช่น้ำให้อิ่มตัว 1 คืน ผสมอาหารเสริมหมักทิ้งไว้เป็นระยะเวลาประมาณ 10 วัน พร้อมกลับกองฟางข้าวสับทุก 3-4 วัน

วัสดุหมักทั้ง 2 สูตร ผู้วิจัยได้ใช้สูตรของโครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

4) ศึกษาปริมาณน้ำหนักของดอกเห็ดภูฐานโดยรวมที่ได้จากถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร โดยนำถุงก้อนเชื้อเห็ดภูฐานที่เส้นใยเจริญเต็มถุงก้อนเชื้อจากขั้นตอนที่ 1.3.3 ไปเปิดดอกในโรงเรือนสำหรับเปิดดอก ทำการรดน้ำวันละ 2-3 ครั้ง โดยรักษาระดับความชื้นประมาณ 70-85 %

และผู้วิจัยได้นำผลการทดลองภาคสนาม ไปดำเนินการสร้างเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน

3. เอกสารเกี่ยวกับสารอาหารและการตรวจสอบสารอาหาร

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน 4 ประเภท คือ 1) ตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง 2) ตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล 3) ตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน และ 4) ตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี โดยมีเอกสารอ้างอิงประกอบ ดังต่อไปนี้

อาหารเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะได้ถูกจัดให้เป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ และเป็นองค์ประกอบความต้องการขั้นพื้นฐาน อาหารทุกๆ ประเภทโดยธรรมชาติย่อมประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิดในปริมาณเล็กน้อยแตกต่างกัน สารอาหารแต่ละชนิดมีหน้าที่ของตัวเองในการสร้างความเจริญเติบโตให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย ปฏิบัติหน้าที่ในการควบคุมการปฏิบัติงานของอวัยวะต่างๆ ตลอดจนช่วยป้องกันโรค ประสงค์ วงศาโรจน์ (2532 : 1) และชูเกียรติ มณีธร (2519 : 3) ได้ให้ความหมายและสาระสำคัญของสารอาหารต่าง ๆ ไว้ ดังนี้

สารอาหาร (Nutrient) คือ สารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหารที่เรากิน และเป็นตัวที่ทำให้อาหารแต่ละชนิดเกิดประโยชน์ในการบำรุงร่างกาย และมีสุขภาพสมบูรณ์ แบ่งออกเป็น 6 ชนิด คือ

1. คาร์โบไฮเดรต ได้แก่อาหารจำพวก แป้ง และน้ำตาล
2. ไขมัน ได้แก่ ไขมันจากสัตว์ และน้ำมันจากพืช
3. โปรตีน ได้แก่ โปรตีนจากเนื้อสัตว์ นม ไข่ ถั่วเหลือง ฯลฯ
4. วิตามิน ได้แก่ วิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามิน เอ บี ซี ดี อี เค
5. เกลือแร่ ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไอโอดีน แมกนีเซียม โซเดียม
6. น้ำ ได้แก่ น้ำที่ร่างกายได้รับทั้งในรูปน้ำดื่ม และน้ำที่อยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ

3.1 สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

สารอาหารคาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารสำคัญในการให้พลังงานแก่ร่างกาย เป็นพวกอินทรีย์สาร ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน สูตรเป็น $C_nH_{2n}O_n$ โดยมีคาร์บอนอย่างน้อย 6 ตัว และมีไฮโดรเจนเป็นสองเท่าของออกซิเจนเสมอ ในร่างกายของมนุษย์สามารถเปลี่ยนสารอาหารโปรตีนให้เป็นคาร์โบไฮเดรตได้ 50 % คาร์โบไฮเดรตได้จากแป้งและน้ำตาล ในพืชสีเขียวสามารถสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตได้จากคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศและน้ำ โดยอาศัยแสงอาทิตย์ แล้วสะสมในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ในลำต้น ราก เมล็ด ใบ หัว คนและสัตว์ได้คาร์โบไฮเดรตจากพืช

คาร์โบไฮเดรตแบ่งตามส่วนประกอบทางเคมีออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. โมโนแซคคาไรด์ (Monosaccharide) เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว มีจำนวนคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 1 - 8 แต่ส่วนใหญ่ในธรรมชาติจะมีจำนวนคาร์บอน 5-6 อะตอม เป็นส่วนใหญ่ มีรสหวาน ละลายน้ำได้ง่ายเช่น น้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส กาแลคโตส เป็นต้น
2. โอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากโมโนแซคคาไรด์ ตั้งแต่ 2-10 หน่วย เป็นผลึกละลายน้ำง่าย รสหวาน ย่อยง่าย ตัวอย่างเช่น ซูโครส มอลโทส และแลคโตส
3. โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากโมโนแซคคาไรด์มากกว่า 10 หน่วยขึ้นไป ไม่มีรสหวาน ไม่ละลายน้ำ เช่น แป้ง เซลลูโลส ไกลโคเจน เป็นต้น

หน้าที่ของคาร์โบไฮเดรต

1. ให้พลังงานและความร้อนแก่ร่างกาย คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 4 กิโลแคลอรี เป็นความร้อนที่ใช้ในการทำงาน การเคลื่อนไหว การออกกำลังกาย การย่อยอาหาร ให้ความอบอุ่น ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่
2. ช่วยสงวนโปรตีนให้ร่างกายได้นำโปรตีนไปใช้ในทางที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย ถ้าร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตและไขมันไม่เพียงพอ ร่างกายจะดึงเอาโปรตีนมาเผาผลาญเป็นพลังงานแทน
3. ช่วยให้ปฏิกิริยาการใช้ไขมันเป็นไปตามปกติ การใช้ไขมันในร่างกายจะไม่สมบูรณ์ถ้าอาหารที่รับประทานมีคาร์โบไฮเดรตไม่พอ
4. คาร์โบไฮเดรตบางชนิด เช่น กลูโคส มีประโยชน์พิเศษ คือ เป็นอาหารของเซลล์และเนื้อเยื่อ
5. โมเลกุลของกลูโคส อาจจะใช้ในการสังเคราะห์กรดอะมิโนบางตัวในร่างกาย
6. ร่างกายสามารถเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่เหลือใช้เป็นไขมัน และเก็บสะสมไว้ในร่างกายได้
7. กลูโคสในเลือดมีส่วนที่เกี่ยวกับการบริโภคอาหาร ควบคุมความหิว ความอิ่ม
8. พวกกาก ได้แก่ เซลลูโลส ช่วยระบายท้อง

การทดสอบน้ำตาล

การทดสอบเบนดิคต์ (Benedict test) สารละลายต่างที่ใช้คือ C^{2+} ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) และเกลือซัลเฟต กลไกการเกิดปฏิกิริยา C^{2+} จะจับตัวกับเกลือซัลเฟต เกิดเป็นสารประกอบโซเดียมคิวบิซิเตรต จากนั้นน้ำตาลรีดิวซ์จะรีดิวซ์ C^{2+} ให้เป็น Cu_2O ที่เป็นตะกอนสีแดงอิฐ บางครั้งอาจให้สีเขียวอมเหลือง สีเหลือง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล ถ้าน้ำตาลน้อยสีของสารละลายอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีเขียวอมเหลือง ถ้ามีปริมาณน้ำตาลมาก อาจได้สีแดงหรือสีน้ำตาลปนแดง

การทดสอบแป้ง

ในแป้งจะมีองค์ประกอบ 2 ชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเพคติน ปริมาณ 80 % การทดสอบหาแป้งจะทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน จะได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน เนื่องจากไอโอดีนจะแทรกเข้าไปในส่วนนอนโพลาไรในเกลียวของอะไมโลส ซึ่งความยาวของเกลียวอะไมโลส จะเป็นตัวกำหนดสีของสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่เกิดขึ้น

3.2 สารอาหารประเภทโปรตีน (Protein)

เป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกาย เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย ในร่างกายของเรามีโปรตีนมากเป็นอันดับสองรองจากน้ำ ร่างกายต้องการสารอาหารโปรตีนให้เพียงพอทุกๆ วัน เพราะร่างกายไม่มีการเก็บสะสมไว้ใช้ โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ขนาดใหญ่ ประกอบด้วยหน่วยที่เล็กที่สุดคือกรดอะมิโนมารวมกัน กรดอะมิโนในธรรมชาติมีมากกว่า 20 ชนิด จึงทำให้โปรตีนมีคุณค่าทางอาหารต่างกัน องค์ประกอบของโปรตีนประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน แต่โปรตีนบางชนิดมีกำมะถัน หรือฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย

หน้าที่ของโปรตีน

1. เกี่ยวกับความเจริญเติบโตของร่างกายในการสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อต่างๆ รวมทั้งการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรบในอวัยวะต่าง ๆ ในการสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อนั้น
2. เป็นส่วนประกอบของสารเคมีพวกเอนไซม์และฮอร์โมน ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การย่อยอาหาร การหายใจ
3. เป็นส่วนประกอบของสารเคมีที่ให้อำนาจต้านทานโรค ทำให้ร่างกายแข็งแรง
4. เป็นส่วนประกอบของเม็ดโลหิตแดง ซึ่งจะพาออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
5. ให้พลังงานโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตและไขมันไม่พอเพียง ร่างกายจะใช้โปรตีนมาเผาผลาญให้พลังงานทดแทน

การทดสอบโปรตีน

การทดสอบไบยูเรต (Biuret test) เป็นการทดสอบสารที่มีพันธะเปปไทด์ตั้งแต่ 2 แห่งขึ้นไป และโปรตีนทุกตัวสารดังกล่าวจะรวมกับคอปเปอร์ (II) ไอออน (Cu^{2+}) ในเบส ได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีม่วงจนถึงสีชมพูอมม่วง สีของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุลของสารอาหารประเภทโปรตีน เมื่อทดสอบกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และคอปเปอร์ซัลเฟต จะได้สีม่วงหรือชมพูอมม่วง หรือสีน้ำเงิน สีที่เกิดขึ้นเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของคอปเปอร์ (II) ไอออน (Cu^{2+})

3.3 สารอาหารประเภทวิตามิน (Vitamin)

เป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อคนเรา แม้ว่าร่างกายมีความต้องการวิตามินแต่ละอย่างเป็นจำนวนน้อย แต่ถ้าขาดไปจะทำให้การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายผิดปกติ และทำให้เกิดการเจ็บป่วยขึ้นได้ ฉะนั้นร่างกายจะต้องได้รับสารอาหารวิตามินให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกายอยู่เป็นประจำ เพราะร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์สารอาหารชนิดนี้ขึ้นมาใช้ได้ และไม่สามารถที่จะนำสารอื่นมาทดแทนได้

ประเภทของวิตามิน แบ่งสมบัติในการละลาย มี 2 ประเภท

1. วิตามินที่ละลายในน้ำ ได้แก่ วิตามินบีต่าง ๆ วิตามินซี วิตามินเอฟ และคาร์นิทีน
2. วิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี และ เค

หน้าที่ของวิตามิน

1. ช่วยควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายให้เป็นไปอย่างปกติ
2. ช่วยให้ร่างกายใช้สารอาหารอื่น ๆ ให้เกิดประโยชน์และเหมาะสม
3. ช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของสารต่าง ๆ ให้ดำเนินไปด้วยดี
4. ช่วยให้ร่างกายมีความต้านทานโรค

วิตามินซี

วิตามินซี ส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากอาหารที่เป็นพืช ในสัตว์มีน้อยมาก ยกเว้นที่ใด อาหารที่มีวิตามินซีมาก ได้แก่ ส้ม มะนาว มะขามป้อม ลำไย มะเขือเทศ

หน้าที่ของวิตามินซี

1. ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟันและช่วยบำรุงสุขภาพของเหงือก
2. ช่วยให้เส้นโลหิตฝอยแข็งแรง
3. ช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน การติดของกระดูกเวลาหัก
4. ช่วยในการดูดซึมธาตุเหล็กและแคลเซียม
5. ช่วยให้บาดแผลธรรมดา และบาดแผลไฟไหม้หายเร็ว
6. ช่วยในการปฏิบัติงานของเอ็นไซม์หลายชนิดให้ทำงานปกติ
7. ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตแข็งแรง สดชื่นไม่อ่อนเพลีย

การทดสอบวิตามินซีอย่างง่าย

ทำการทดสอบโดยใช้สารละลายไอโอดีนผสมกับน้ำแป้งสุก จะเกิดสารละลายสีน้ำเงิน จากนั้นหยดสารละลายที่ต้องการทดสอบหาปริมาณวิตามินซีลงไป ถ้าสีน้ำเงินจางหายไปจนไม่มีสีน้ำเงินเหลืออยู่ แสดงว่าสารละลายนั้นมีวิตามินซี และถ้าใช้จำนวนหยดของสารละลายมีจำนวนน้อย แสดงว่า สารละลายนั้นมีวิตามินซีมาก แต่ถ้าใช้จำนวนหยดของสารละลายมีจำนวนมาก แสดงว่า สารละลายนั้นมีวิตามินซีน้อย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน 4 ประเภท คือ 1) ตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง 2) ตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล 3) ตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน และ 4) ตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี โดยทำการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐานโดยใช้วิธีการดังนี้ 1) ตรวจสอบแป้ง ด้วยสารละลายไอโอดีน 2) ตรวจสอบน้ำตาล ด้วยสารละลายเบเนดิกต์ 3) ตรวจสอบโปรตีน ด้วยสารละลายไบยูเรต และ 4) ตรวจสอบวิตามินซี ด้วยจำนวนหยดของสารละลายที่ทำให้สีน้ำเงินของสารละลายไอโอดีน เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี เพื่อนำผลการทดลองไปดำเนินการสร้างเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

3.4 คุณค่าทางอาหารของเห็ด

ปัญญา โพธิ์ฐิตร์รัตน์.(2538 : 2-5) ได้กล่าวถึง คุณค่าทางอาหารของเห็ด ดังนี้

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเห็ดหลายชนิด พบว่า เห็ดจัดเป็นอาหารที่มีปริมาณของโปรตีนค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพืชผักชนิดอื่น นอกจากนี้เห็ดยังมีกรดอะมิโน (Amino acid) เป็นส่วนประกอบมากกว่า 20 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน กรดอะมิโนเหล่านี้มีอยู่ 9 ชนิดที่มีความสำคัญต่อร่างกายและร่างกายของมนุษย์ไม่สามารถสร้างขึ้นได้ ได้แก่ Lysine , Methionine , Tryptophane ,Threonine , Valine , Leucine , Isoleucine , Cystine และ Phenylalanine กรดอะมิโนเหล่านี้ มีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีนในร่างกายมนุษย์ ตามปกติแล้ว โปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์จะมีปริมาณสูงกว่าพืช ในเมล็ดธัญพืชมีกรดอะมิโนพวก Lysine ในปริมาณที่น้อยมาก ส่วนในพืชตระกูลถั่วมีกรดอะมิโนพวก Methionine และ tryptophane แต่ในเห็ดจะมีกรดอะมิโนที่สำคัญต่อร่างกายมนุษย์ครบทั้ง 9 ชนิด นอกจากนี้ เห็ดยังมีคุณค่าทางอาหารอีกหลายอย่าง ได้แก่ ไขมัน, ฟอสฟอรัส, เหล็ก , Thiamine (B₁) , Riboflavin (B₂) และ Niacine เห็ดจัดเป็นอาหารที่มีปริมาณของแคลอรี คาร์โบไฮเดรต และแคลเซียมต่ำ แต่มีปริมาณ Ascorbic acid (Vitamin C) สูงในเห็ดสกุล Agaricus (เห็ดแชมปิญอง) และมี Ergosterine (Vitamin D) สูงในเห็ดสกุล Lentinus (เห็ดหอม) และเห็ดสกุล Volvariella (เห็ดฟาง) ส่วนปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางอาหารของเห็ดแต่ละชนิด จะแตกต่างกัน

ตาราง 1 แสดงคุณค่าทางอาหารของเห็ด

คุณค่าทางอาหาร	เห็ดหูหนู ชนิดบาง (สด)	เห็ดหอม (สด)	เห็ดฟาง (สด)	เห็ด นางรม (สด)	เห็ด แชมปิญอง (สด)
ความชื้น (Initial moist.) %	87.1	80.3	90.1	90.8	88.8
โปรตีนหรือCrude Protein (% ต่อน้ำหนักแห้ง)	7.7	12.7	21.2	30.4	23.9
ไขมัน หรือ Fat (% ต่อน้ำหนักแห้ง)	0.8	2.0	10.1	2.2	8.0
คาร์โบไฮเดรต (% ต่อน้ำหนักแห้ง)	87.6	79.6	58.6	57.6	61.1
เถ้า (% ต่อน้ำหนักแห้ง)	3.9	5.7	10.19.8	9.8	8.0
พลังงาน (Kcal % ต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม)	347.0	330.0	368.0	345.0	381.0
Thiamine (มก.ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	0.2	7.8	1.2	4.8	8.9
Raboflavin (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	0.9	4.9	3.3	4.7	3.7
Niacin (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	1.6	54.9	91.9	108.7	42.5
Ascorbic acid (มก.ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	nd	0	20.2	0	26.5
Ca (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	287.0	98.0	71.0	33.0	71.0
P (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	-	476.0	677.0	1348.0	921.0
Fe (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	47.3	8.5	17.1	15.2	8.8
Na (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	nd	61.0	374.0	837.0	106.0
K (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	nd	nd	3455.0	3793.0	2850.0

ที่มา : ปัญญา โพธิ์ฐิตร์รัตน์.(2538). เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. หน้า 2-5. อ้างอิงมาจาก Crisan and Sands,1978.

4. เอกสารเกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด

บุหลัน พัทธ์ผล และทสนี สรรสุชาติ (<http://www.doae.go.th>) ได้กล่าวถึงความหมายของการแปรรูป หรือการถนอมอาหาร ดังนี้

การแปรรูปหรือการถนอมอาหาร โดยหลักการใหญ่ คือ การทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่หรืออาจเกิดขึ้นในอาหาร และทำให้เกิดการเน่าเสียให้หมดไป เพื่อถนอมอาหารให้สามารถเก็บไว้ได้นาน

การถนอมอาหารในสมัยโบราณ เป็นไปในระดับพื้นบ้านหรือครัวเรือน เป็นกรรมวิธีต่างๆ โดยอาศัยธรรมชาติเป็นส่วนช่วยให้เก็บผลผลิตการเกษตรไว้ได้นาน มีทั้งการเก็บในลักษณะสด และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่โดยที่คุณภาพเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และสามารถเก็บไว้ได้นาน เช่น การทำแห้ง การรมควัน การหมักเกลือ การหมักดอง

การถนอมอาหารในปัจจุบัน ใช้วิวัฒนาการทางเทคโนโลยี เพื่อแปรรูปวัตถุดิบจำนวนมากพร้อมๆ กัน เป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป หรือกึ่งสำเร็จรูป หรือปรับปรุงกรรมวิธีการถนอมอาหารสมัยโบราณให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น ทั้งในด้านความสะอาด สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และเพื่อยืดอายุการเก็บอาหารนั้นให้ได้นาน

เห็ดเป็นผลผลิตทางการเกษตรอีกชนิดหนึ่ง เมื่อเห็ดที่มีการเพาะขายสดนั้นมีปัญหาเรื่องการขายสดไม่ได้ ล้นตลาด ดังนั้น ผู้เพาะเห็ดจะต้องคำนึงถึงปัญหาตลาดและการแปรรูปรองรับ เพราะการขายเห็ดสดในประเทศไทยมีขีดจำกัด ดังนั้นเพื่อการแก้ปัญหาจึงต้องมีการถนอมและแปรรูปเห็ด เพื่อเก็บเห็ดนั้นไว้ได้นาน และเพื่อการขาย หรืออาจสร้างรายได้ใหม่เป็นอาชีพเสริม (อนนท์ จันทศรีกุล.2539 : 153-154)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน 2 ผลิตภัณฑ์ คือ 1) การทำแหนมเห็ดภูฐาน และ 2) การทำข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน โดยมีเอกสารอ้างอิงประกอบ ดังต่อไปนี้

4.1 การทำแหนมเห็ดภูฐาน

แหนมเป็นอาหารหมักพื้นบ้านอย่างหนึ่งของคนไทยที่รู้จักกันมานาน นิยมบริโภคแทบทุกภาคของประเทศ การหมักแหนมเป็นวิธีการหนึ่งของการถนอมอาหาร และแปรรูปอาหาร ส่วนประกอบเครื่องปรุงที่ใช้ในการหมักแหนมจะแตกต่างกันไปตามแหล่งผลิตแต่ละแหล่ง แต่เดิมการผลิตแหนมจะผลิตกันในระดับครัวเรือน โดยส่วนมากจะเป็นการผลิตแหนมเนื้อ แหนมหมู โดยการนำเนื้อมาบดและผสมกับส่วนประกอบอื่นๆ เช่น หนัหมู พริก กระเทียม ข้าวเหนียวบด และห่อด้วยใบตอง รัดให้แน่นและหมักทิ้งไว้ 2-3 วัน แต่ในปัจจุบันการผลิตแหนมจะผลิตกันเป็นระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีการคิดแปรรูปการหมักแหนมในรูปแบบอื่นๆ เช่น แหนมเอ็นไก่ แหนมซี่โครง แหนมปลา รวมถึงแหนมเห็ด เป็นต้น (ศุภณัฐ พันธ์วิเศษกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.2543 : 1-2)

แหนมเห็ด เป็นอาหารหมักที่เกิดจากการดัดแปลงจากการทำแหนมในรูปแบบอื่น ๆ ทำจากเนื้อเห็ดฉีกเป็นฝอยละเอียดหนึ่งให้สุก ผสมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ เกลือ ข้าวเหนียวหนึ่งสุกบด และกระเทียมปอกเปลือกบดละเอียด ผสมคลุกเคล้าและนวดให้เข้ากัน ปล่อยให้เกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อเห็ด เป็นพวกแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus* spp.) จะผลิตกรดแลคติกทำให้เกิดรสเปรี้ยวในเนื้อเห็ดขึ้น หลังจากหมักนาน 3 วัน

กระบวนการผลิตแหนมเห็ด

แหนมเห็ดนางฟ้า (สูตรกลุ่มสตรีอาสาพัฒนา และกลุ่มแปรรูปเห็ดนางฟ้า ต.ท่าวัน จ.เพชรบุรี)

มีส่วนประกอบและวิธีการ ดังนี้

ส่วนประกอบ

เห็ดนางฟ้า	5	กิโลกรัม
เกลือป่น	5	ช้อนโต๊ะ
กระเทียมปอกเปลือก	200	กรัม
ข้าวเหนียวนึ่งสุก	100	กรัม

วิธีดำเนินการ

เริ่มจากนำเห็ดนางฟ้ามาฉีกเป็นฝอยละเอียด ล้างน้ำให้สะอาดแล้วนำไปนึ่งในลังถึง ประมาณ 30 นาที ยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เห็ดเย็นตัว นำเห็ดหนึ่งมาคั้นเอาน้ำออกด้วยเครื่องคั้นน้ำแบบกด บีบเอาน้ำออกแล้วนำไปใส่ภาชนะสำหรับคลุกควรเป็นกะละมัง เอาส่วนผสมทั้งหมดใส่ลงในเห็ด แล้วใช้ไม้พายพลาสติก หรือใช้มือสวมถุงมือคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้ากันดีทั้งหมด เมื่อผสมเข้ากันหมดแล้วใช้คีมจับผลไม้มาคีบเนื้อเห็ดบรรจุถุงพลาสติกขนาดความกว้างปากถุงประมาณ 3 นิ้ว แล้วใช้มือตักแต่งจากภายนอกถุงพลาสติก ให้ได้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวประมาณ 3 นิ้ว หน้า 1 นิ้ว เมื่อได้รูปทรงตามขนาด ม้วนถุงพลาสติกให้แน่นจนสุดถุง แล้วจึงใช้หนังยางรัดเป็นปล้อง ๆ ด้านหัวและด้านท้าย กะให้ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว เก็บไว้ในที่ร่มเวลา 3 วัน น้ำออกจำหน่ายหรือรับประทานเป็นแหนมเห็ดได้

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (2543 : 2) ได้กล่าวถึง เกณฑ์คุณภาพทางกายภาพของแหนมหมู ดังนี้

เกณฑ์คุณภาพทางกายภาพของแหนมหมู โดยใช้ประสาทสัมผัส

คุณภาพทางกายภาพ	คุณลักษณะที่ต้องการ
ความเปรี้ยว	มีรสเปรี้ยว
สี	มีสีออกสีชมพู
ความแน่นเนื้อ	มีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแน่น เกาะตัวกันดีไม่ร่วน
กลิ่น	ไม่มีกลิ่นคาวของเนื้อหมูดิบ มีกลิ่นหอมเฉพาะของแหนม ซึ่งเกิดจากเครื่องเทศที่ใช้ และการหมักจากเชื้อจุลินทรีย์
ลักษณะปรากฏ	ไม่เป็นเมือกแฉะ หรือมีน้ำไหลเยิ้ม
สิ่งแปลกปลอม	ต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอม เช่น ฝุ่น ขน

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของแหนมเห็ดมาตรฐาน โดยดัดแปลงวิธีการทำจากวิธีการทำแหนมเห็ดนางฟ้า ของกลุ่มสตรีอาสาพัฒนา และกลุ่มแปรรูปเห็ดนางฟ้า ต.ท่าวัน จ.เพชรบุรี

4.2 การทำข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน

ข้าวเกรียบจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดหนึ่งที่คนไทยรู้จักกันแพร่หลาย และนิยมบริโภค โดยเฉพาะการบริโภคเป็นกับแกล้ม มีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งมันสำปะหลัง ผสมด้วยน้ำ และเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ พริกไทย กระเทียม ข้าวเกรียบที่รู้จักมาช้านาน ได้แก่ ข้าวเกรียบวาว และข้าวเกรียบกุ้ง เนื่องจากข้าวเกรียบเป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันทั้งเด็กและผู้ใหญ่ จึงได้มีการนำมาพัฒนาในหลายรูปแบบ โดยมีส่วนผสมของอาหารชนิดอื่นด้วย เช่น ใช้น้ำมันปลา กุ้ง ปลาหมึก พักทอง ถั่วเหลือง ฯลฯ และมีชื่อเรียกตามชนิดอาหารที่นำมาผสม เช่น ข้าวเกรียบปลา ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลาหมึก ข้าวเกรียบพักทอง ข้าวเกรียบถั่วเหลือง (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2533 : 29-35)

การทำข้าวเกรียบเห็ด ใช้วิธีเช่นเดียวกับการทำข้าวเกรียบประเภทอื่น เพียงแต่ใช้น้ำมันเห็ดบดหรือสับละเอียดผสมกับแป้งมันที่ใช้ทำข้าวเกรียบ ปริมาณน้ำที่เติมระหว่างการนวดแป้งควรปรับให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้แป้งเหลวหรือแห้งเกินไป การใช้น้ำมันเห็ดผสมปริมาณน้ำที่ใช้จะลดลงไปด้วย เนื่องจากมีน้ำค่อนข้างมากในเห็ด

เทคนิคสำคัญของการทำข้าวเกรียบ นอกจากขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำแล้ว ยังขึ้นอยู่กับ การนวดแป้งให้เข้ากับส่วนผสมจนมีเนื้อเนียน การนึ่งให้เนื้อแป้งสุกทั่วกัน การหั่นเป็นชิ้นบางๆ เรียงสม่ำเสมอ และการตากแดด แม้ว่าการทำข้าวเกรียบจะมีกรรมวิธีที่ไม่ยุ่งยาก อาหารที่ได้มักมีคุณภาพใช้ได้ อย่างไรก็ตามการทำให้มีคุณภาพดีจำเป็นต้องอาศัยความสนใจในแต่ละขั้นตอน บางคนอาจไม่ประสบความสำเร็จ ข้าวเกรียบไม่พองเมื่อทอดก็ได้

กระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา (สูตรของ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช จากโครงการส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากสัตว์น้ำ)

ส่วนผสม

แป้งมัน	1	กิโลกรัม
เนื้อปลาล้าง	6	ขีด
เกลือป่น	2	ช้อนโต๊ะ
พริกไทยป่น	3	ช้อนโต๊ะ
น้ำตาลทราย	2	ช้อนโต๊ะ
กระเทียมโขลกละเอียด	2 ½	ช้อนโต๊ะ
น้ำเคือด	1	ถ้วยตวง
น้ำ	½	ถ้วยตวง

วิธีทำ

1. ล้างปลาเอาแต่เนื้อ แล้วล้างด้วยเกลืออ่อนๆ 4 % (น้ำ 1 ลิตร เกลือป่น 2 ช้อนโต๊ะ) เพื่อไม่ให้เหม็นคาว
2. สับเนื้อปลาให้ละเอียด
3. ผสมแป้งมันกับเกลือป่น พริกไทยป่น น้ำตาลทรายให้เข้ากัน
4. นำแป้งที่ผสมเครื่องปรุงแล้ว 1 ถ้วยตวง นวดกับน้ำเคือดก่อน แล้วจึงค่อยเติมเนื้อปลาที่สับละเอียดและกระเทียมที่โขลกละเอียด นวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน

5. เติมน้ำและน้ำเย็นที่เหลือสลับกันไปจนเต็มหมด เวลาเติมน้ำเย็นจะต้องดูว่าน้ำที่เติมนั้นมีความนิ่มพอดีหรือไม่ เพราะในเนื้อปลาที่มีน้ำอยู่แล้ว อาจไม่ต้องเติมน้ำ หรือเติมเพียงเล็กน้อย เพราะถ้าเติมน้ำที่ได้แข็งเกินไป ข้าวเกรียบจะแตก และถ้าเติมน้ำมากเกินไป บั๊นแล้วจะไม่กลมสวย

6. บั๊นแป้งที่นวดได้ที่แล้วเป็นแท่งกลมๆ ยาว แล้วใส่ลงถึงที่กรุด้วยใบตอง

7. นึ่งประมาณ 1 1/2 ชั่วโมง แล้วแต่ขนาดของท่อนข้าวเกรียบ

8. เมื่อหนึ่งเสร็จแล้ว ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน เพื่อให้ผิวนอกแข็ง จะทำให้สะดวกในการหั่นเป็นชิ้นบางๆ

9. หั่นข้าวเกรียบที่หนึ่งแล้วเป็นชิ้นบางๆ ด้วยมีด แล้วตากบนแผงตากข้างเกรียบ ประมาณ

1-2 แดด

10. เมื่อแห้งสนิทแล้ว เก็บใส่ขวดปิดฝาสนิท หรือใส่ถุงพลาสติกปิดให้แน่น

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ได้แก่ สี ลักษณะ เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม โดยดัดแปลงการทำข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน จากวิธีการทำข้าวเกรียบปลา ของโครงการส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมาราช

5. เอกสารเกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ปฏิบัติการ ตามความหมายในพจนานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2525 (2531 : 494) หมายถึง การทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี ส่วนความหมายของปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ยังไม่มีผู้ให้นิยามไว้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสอนที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน เช่น

บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 278) ได้ให้ความหมาย การสอนวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการว่าเป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรมการเรียนรู้การสนทนากันได้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยทำการทดลอง ปฏิบัติ ฝึกการใช้ทฤษฎี โดยผ่านการสังเกต การทดลอง ภายใต้สภาพที่ควบคุมไว้

อรทัย วิเศษสกุล (2534 : 11) ได้ให้ความหมาย การสอนแบบปฏิบัติการว่าเป็นการสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง เพื่อมุ่งให้นักเรียนมีเสรีภาพทางความคิด และได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า หาความรู้จากกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง โดยมีครูให้คำแนะนำ ปรีक्षा และบทปฏิบัติการเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีครูให้คำแนะนำปรีक्षा

เปรมจิตร์ บุญสาย (2541 : 145) กล่าวว่า การสอนแบบปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้จากการทดลองด้วยตนเอง เพื่อมุ่งให้นักเรียนได้มีเสรีภาพทางความคิด และได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

อรอุมา ละมุล (2541:14) ; ฐาปนีย์ เมธิพกุล (2542 : 47) ; สุรพล วิหคไพบูลย์ (2543 : 24) และ สมเกียรติ แก้วจรัสสุขสันติ (2544 : 25) ได้ให้ความหมาย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปความสำคัญได้ ดังนี้ ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชุดกิจกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการ นักเรียนได้มีโอกาสปฏิบัติการทำงานร่วมกันในขณะที่ทำการทดลอง มีโอกาสที่จะได้สัมผัสและรู้จักวิธีใช้อุปกรณ์ของวิทยาศาสตร์ โดยครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงให้คำปรึกษาและแนะนำอย่างใกล้ชิด

จากความหมายต่างๆ ดังกล่าว สรุปได้ว่า ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนหรือ กิจกรรมการทดลอง หรือกิจกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง มีโอกาสปฏิบัติการทำงานร่วมกันในขณะที่ทำกิจกรรมการทดลองหรือกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดยมีครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงคอยแนะนำให้คำปรึกษาและช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

5.2 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ ฮอฟสไตน์ และลูเนตตา (Hofstein and Lunetta. 1982 : 203) และ แอนเดอร์สัน (Anderson. 1976 : 60-79) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในกิจกรรมของมนุษย์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางสติปัญญา
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดแบบวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อปลูกฝังให้นักเรียนเกิดความสนใจ เจตคติ ความพึงพอใจ ความมีใจกว้าง ละความอยากรู้อยากเห็น
4. เพื่อพัฒนานักเรียนทางด้านความสามารถทางการปฏิบัติ
5. เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรักวิชา และเลียนแบบบทบาทของนักวิทยาศาสตร์
6. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทั้งทางด้านความรู้สึกรักวิชาซึ่งต่อความมีระเบียบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทางด้านความเข้าใจในธรรมชาติของทฤษฎีและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

5.3 ความสำคัญและประโยชน์ของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

5.3.1 ความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

กิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังที่ วินเซนต เอ็น ลูเนตตา และคณะ (Vincent N.Lunetta and et.al 1981 : 22-25) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ ช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญา ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1976 : 59-60) ได้กล่าวเกี่ยวกับ ความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ไว้ สรุปได้ว่า การทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้มีการเรียนรู้ถึงวิธีการคิดอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันช่วยให้เกิดความรู้สึกรักวิชาซึ่งต่อบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ ช่วยให้เข้าใจถึงขอบข่ายของวิชาวิทยาศาสตร์

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2524 : 95-96) และ เออร์วิน (Irwins. 1986 : 321) สรุปความสำคัญของการสอนแบบปฏิบัติการเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

- 1) ความสำคัญในแง่การศึกษา การสอนแบบฝึกปฏิบัติทำให้การศึกษาเป็นการศึกษาที่สมบูรณ์ผสมผสานกันระหว่างทฤษฎีและปฏิบัติ เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนเรียนจากของจริง และลงมือทำด้วยตนเอง ผู้เรียนจะรู้ว่สิ่งที่เรียนเป็นอย่างไร มีปัญหาอะไร บางครั้งจะแก้ปัญหาด้วยตนเองพร้อมกันไปแล้วแต่รูปแบบของการฝึกปฏิบัติ ถือเป็นการให้ประสบการณ์ตรง (Direct experiences) กับผู้เรียน

2) ความสำคัญในแง่ของผู้เรียนผู้สอน การสอนแบบฝึกปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ดีมีประสิทธิภาพ และบรรลุวัตถุประสงค์ในแง่การนำไปใช้ ในขณะที่ผู้สอนมีโอกาสเห็นผลการสอนของตนในทันทีว่าหลังการสอนแล้วผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้หรือไม่ นอกจากนั้นผู้เรียนและผู้สอนยังได้มีโอกาสได้ให้ผู้ติชม (Feedback) ในทันที ซึ่งเป็นการส่งผลให้การเรียนรู้อีกด้วย

จะเห็นได้ว่า กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้เข้าใจเนื้อหา ข้อเท็จจริง หลักการและข้อสรุปต่างๆ ของวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้ได้เรียนรู้ถึงวิธีการคิดอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนา เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกของนักเรียนอีกด้วย

5.3.2 ประโยชน์ของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

น้อมฤดี จงพยุหะ และคณะ (2535 : 35-36) ; สุเทพ อุตสาหะ (2526 : 68) และ บุญชม ศรีสะอาด (2528 : 278-279) ได้สรุปประโยชน์ของกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง ได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ด้วยการกระทำและปฏิบัติจริง มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนอย่างแจ่มแจ้ง

2) ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต มีความคิด มีเหตุผล มีการพิสูจน์ทดลอง มีความสามารถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

3) ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นหมู่คณะ

4) นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เรียกร้องความสนใจและความตั้งใจของนักเรียนได้เรียน นักเรียนสนุกสนานและพอใจในการเรียน

5) เป็นการฝึกการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

6) เป็นการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์

7) ผู้สอนมีอิสระที่จะให้ความช่วยเหลือและการสอนแก่ผู้เรียนที่ต้องการความช่วยเหลือ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2534 : 141) ได้สรุปประโยชน์ของการสอนแบบทดลองไว้ว่า

1) นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

2) นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน และได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง

3) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์เหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง

4) ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและจดจำได้นาน

5) ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่า การสอนแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีประโยชน์คือ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทั้งวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีความสนุกสนาน สนใจใฝ่หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

5.4 การเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

5.4.1 บทบาทของครูในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการทดลอง เพื่อค้นพบข้อเท็จจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ในขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองครูมีบทบาทสำคัญ ซึ่ง ฮอฟ (Hoff, 1950 : 173-175) ได้กล่าวเกี่ยวกับ บทบาทของครูไว้ว่า “ครูทำหน้าที่เป็นผู้คอยดูแลช่วยเหลือนักเรียนเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ โดยครูอยู่ในห้องที่นักเรียนทำการทดลองตลอดเวลาและควรยืนอยู่ในตำแหน่งที่นักเรียนทุกคนสามารถมองเห็นได้ทั่วถึง”

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 5-6) กล่าวว่า บทบาทของครู มีอยู่ 3 ตอน ด้วยกัน คือ

ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนทดลอง (Pre-Lab Discussion)

ครูจะต้องเตรียมคำถามต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นคิด สงสัย หรือแนะนำแนวทางเพื่อให้ นักเรียนได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไป ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ

ตอนที่ 2 การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment period)

ครูจะต้องคอยดูแลให้คำแนะนำต่างๆ อย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุนและเป็นที่ปรึกษาอยู่ด้วย ไม่ปล่อยให้ นักเรียนปฏิบัติการทดลองลำพัง

ตอนที่ 3 การอภิปรายผลการทดลอง (Post-Lab discussion)

ครูจะต้องเตรียมคำถามต่างๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้สรุป เป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่างๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย

ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ครูจึงมีบทบาทเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือ และคอยสนับสนุนให้นักเรียนสนใจและตั้งใจทำปฏิบัติการทดลอง ครูไม่ควรมีบทบาทมากเกินไป ควรปล่อยให้ นักเรียนได้ทำการทดลองค้นคว้าด้วยตนเอง

5.4.2 ประเภทการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สำหรับการให้นักเรียนทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปอาจจัดได้ 2 แบบ คือ

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured laboratory)

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory)

สวัณท์ นิยมคำ (2517 : 142-144) กล่าวเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการทดลองแบบสำเร็จรูป และการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางไว้ดังนี้

1. การทดลองแบบสำเร็จรูป (Structured laboratory)

การทดลองแบบนี้ครูกำหนดปัญหา บอกวิธีการแก้ปัญหาและอื่นๆ ไว้เสร็จ นักเรียนเพียงแต่ทำตามคำชี้แจงในคู่มือการทดลอง (Lab direction)

2. การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured laboratory)

การทดลองแบบนี้ นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบโดยครูกำหนดปัญหาให้ เพื่อได้แนวทางแล้วจึงแยกย้ายกันทำการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาอภิปรายหน้าชั้นอีกครั้งหนึ่ง การทดลองแบบนี้เป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางด้านความคิด ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อนแล้วจึงลงมือทำการทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลอง ครูอยู่ในฐานะเป็นผู้เลี้ยง ซึ่งการวางแผนการทดลองประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐานและการสร้างแบบการทดลอง ตามลำดับ

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางเป็นการส่งเสริมสมรรถภาพทางความคิด ซึ่งเป็นแนวทางการทดลองที่ควรนำมาปฏิบัติ โดยเริ่มต้นจากการทดลองแบบสำเร็จรูปก่อนแล้วค่อยๆ ลดการกำหนดแนวทางของครูเรื่อยๆ จนในที่สุดนักเรียนสามารถที่จะแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

การทดลองแบบนี้ควรให้นักเรียนวางแผนการทดลองก่อน แล้วจึงลงมือทำการทดลองตามแบบที่กำหนดไว้ การวางแผนการทดลองของครูอยู่ในฐานะเป็นพี่เลี้ยง การวางแผนการทดลองประกอบด้วย กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีการที่เหมาะสมที่จะทำการทดสอบสมมติฐานและสร้างแบบการทดลอง

การทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางนี้ตรงตามเจตนารมณ์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) เพราะเป็นการส่งเสริมความคิดขั้นสูงสุด การทดลองที่ยังไม่ทราบคำตอบล่วงหน้าเรียกว่า Open-ended experiment

สำหรับขั้นตอนการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 รูปแบบนั้น สุวิมล เขียวแก้ว (2527 : 85-86) ได้เสนอไว้ ดังนี้

ขั้นตอนของการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบกำหนดแนวทาง

- 1) ครูเสนอวิธีการรวบรวมข้อมูล หรือใช้วิธีการตามที่ระบุไว้ในแบบเรียน
- 2) นักเรียนลงมือปฏิบัติการ เพื่อรวบรวมข้อมูลตามวิธีการที่ได้รับการเสนอแนะ
- 3) นักเรียนจัดทำตารางแสดงข้อมูล เขียนกราฟ ตามที่ระบุไว้ในบทปฏิบัติการ
- 4) นักเรียนตอบคำถามของครู โดยใช้ข้อมูลจากการทดลอง
- 5) นักเรียนและครูช่วยกันรวบรวมคำตอบ เพื่อสรุปเป็นความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสิ่งที่ศึกษา

ขั้นตอนของการทำปฏิบัติการแบบไม่กำหนดแนวทาง

- 1) ครูตั้งปัญหา หรืออาจจะให้นักเรียนเลือกปัญหาที่อยากศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่อาจคาดหมายผลการศึกษาล่วงหน้า
- 2) นักเรียนช่วยกันนิยามปัญหาอย่างชัดเจน
- 3) นักเรียนเสนอวิธีการทดลอง โดยอาจจะใช้เวลาระยะหนึ่งในการค้นคว้า เพื่อวางแผนการทดลอง ซึ่งอาจจะกำหนดวิธีการค้นคว้าที่เป็นไปได้ประมาณ 2-3 วิธี
- 4) นักเรียนทำการทดลองโดยสามารถปรับระยะเวลาได้
- 5) นักเรียนสังเกตและสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งผลการทดลองอาจจะมีคำตอบที่ถูกต้องได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ
- 6) การทดลองอาจก่อให้เกิดปัญหาในการแสวงหาคำตอบต่อไปนอกชั้นเรียน
- 7) นักเรียนปรึกษาเกี่ยวกับผลการทดลองกับเพื่อนๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดความภาคภูมิใจในผลงานของเขา
- 8) ครูอาจตั้งคำถามในตอนท้าย เพื่อให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้ และใช้หลักเกณฑ์เหล่านี้ทำนายผลการทดลองที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนการสอนแบบการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 แบบ ดังกล่าวมีความแตกต่างกัน โดยในการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบกำหนดแนวทางนักเรียนจะได้รับคำแนะนำหรือบอกให้ทราบถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และการจัดกระทำข้อมูล ส่วนการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบไม่กำหนดแนวทางนักเรียนจะได้รับคำแนะนำเพียงเล็กน้อยหรืออาจจะไม่ได้รับคำแนะนำเลย นักเรียนจะมีเสรีภาพที่จะศึกษาปัญหาที่กำหนดให้ หรือปัญหาที่นักเรียนมีความสนใจแนวทางของตนเอง

5.4.3 ลักษณะของบทปฏิบัติการ

ลักษณะของบทปฏิบัติการที่ใช้กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้

1. ชื่อบทปฏิบัติการ เป็นส่วนที่บอกให้ทราบถึงลักษณะที่ต้องการให้ฝึกปฏิบัติ
2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายและความสำคัญของกิจกรรมปฏิบัติการ โดยกล่าวให้เห็นภาพกว้าง ๆ ของการปฏิบัติการนั้น ๆ
3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการปฏิบัติการนั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วย 2 ประการ คือ
 - 3.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป เป็นส่วนที่บอกถึงจุดมุ่งหมายปลายทาง
 - 3.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เป็นส่วนที่ชี้แจงให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่กำหนดโดยสังเกตและวัดได้ และเป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวัง
4. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือมโนคติของการปฏิบัติการนั้น ๆ เป็นการอธิบายให้ผู้สอนทราบว่าอะไรเป็นสาระสำคัญที่ผู้เรียนควรจะได้รับและเข้าใจจากการปฏิบัติการ
5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการปฏิบัติการ
6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุระยะเวลาโดยประมาณค่า ปฏิบัติการนั้นควรจะใช้เวลานานน้อยเพียงใด
7. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการปฏิบัติการ เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ขั้นตอนการดำเนินการดังกล่าวมีดังนี้

- 7.1 ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเริ่มการปฏิบัติการทดลอง
- 7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการทดลอง คิด ตัดสินใจ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงออกในการจัดทำกิจกรรม ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม ตลอดจนแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดประสบการณ์
- 7.3 ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสนำเสนอประสบการณ์ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและแม่นยำ ฝึกให้รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีความใจกว้าง ซึ่งจะพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปด้วย
- 7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ผู้สอนและผู้เรียนประมวลข้อความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติการทดลองและอภิปราย นำมาสรุปหาสาระและใจความสำคัญ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและสังคมต่อไป

8. การประเมิน ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบผู้เรียนหลังจบการปฏิบัติการทดลองแต่ละการทดลอง แล้วว่ามีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนหรือปฏิบัติการทดลองเพียงใด

9. ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้ความรู้กับผู้อ่าน ซึ่งประกอบด้วยคำเฉลยของแบบทดสอบปฏิบัติการความรู้เพิ่มเติมในแต่ละบท

ในการสร้างบทปฏิบัติการเพื่อให้เป็นแนวทางในการทดลองปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั้น อาจมีรูปแบบแตกต่างกันไปตามระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน อาจจะมีบางส่วนที่ผู้เรียนต้องค้นคว้าเอง ศึกษาเพิ่มเติมเองหรือแม้กระทั่งออกแบบการทดลองเอง ส่วนประกอบของบทปฏิบัติการจึงอาจจะลดลงไปหรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา

จากแนวทางดังกล่าว ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่เป็นการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบกำหนดแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรมและการทดลอง คือ กำหนดวิธีปฏิบัติการทดลองไว้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้ในบทปฏิบัติการ โดยมีครูอยู่ในฐานะคอยแนะนำให้คำปรึกษาและช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

6. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์จะต้องประสบปัญหาหรืออุปสรรคอยู่เสมอ ปัญหาบางอย่างก็ง่ายแต่บางครั้งก็มีความซับซ้อนยากที่จะแก้ไขถูกต้องเหมาะสม ซึ่งแบบแผนหรือวิธีการจัดปัญหาก็แตกต่างกันออกไป อาจขึ้นอยู่กับความยากง่ายของปัญหา ประสบการณ์และทัศนคติของแต่ละบุคคล จึงไม่มีการแปลกอะไรเลยที่บุคคลบางจำพวกไม่สามารถแก้ไขปัญหาของตนได้ ในขณะที่บุคคลบางกลุ่มประสบความสำเร็จอย่างงดงาม เป็นต้นว่านักวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้พบกับปัญหาที่ท้าทายความคิดและความสามารถต่างไปจากปัญหาของชาวบ้าน และเป็นผลให้เกิดการค้นพบและเกิดสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ มากมาย (อำนาจ รุ่งรัศมี, 2525 : 10)

การแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนต้องใช้ในชีวิตประจำวัน คนทุกคนจึงเป็นนักแก้ปัญหาแต่มีได้หมายความว่าทุกคนเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี หรือวิธีในการแก้ปัญหา ในบางครั้งเมื่อเกิดปัญหาหรือความยุ่งยากขึ้น คนบางคนอาจแก้ปัญหานั้นด้วยการเลือกทางออกแรกที่เกิดขึ้น หรือทางออกที่ง่ายที่สุด ซึ่งอาจจะไม่ใช่ทางเลือกที่ได้ผลดีที่สุด ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลดีที่สุดนั้นควรจะมีความรู้ในการแก้ปัญหา ได้รับการฝึกหัดในการแก้ปัญหา และนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย เช่น ระดับความสามารถของเขารับปัญหา การเรียนรู้การรู้จักการคิดแบบมีเหตุผล ประสบการณ์เดิม เป็นต้น (สุภาพร เสี่ยงเรืองแสง, 2540 : 55-56)

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2540 : 103) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องราว หรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวน สร้างความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล โดยพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏและหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาก่อความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน การคิดแก้ปัญหาจึงเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นในภาวะสังคมปัจจุบัน ซึ่งในระบบการศึกษาจำต้องให้ความสำคัญในการพัฒนาฝึกฝนเยาวชนในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะการคิดแก้ปัญหาให้มาก

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541 : 91) กล่าวถึง ปัญหาว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์หรือสิ่งที่พบแต่ยังไม่ทราบคำตอบหรือยังไม่ทราบว่า จะดำเนินการอย่างไรได้ทันที หรือเมื่อมีความสนใจต่อสิ่งนั้นๆ แต่ยังไม่มองเห็นแนวทางการดำเนินการ

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 154) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การขบคิดเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ หรือเหตุการณ์หรือสิ่งที่มีสาระหรือประเด็นเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่สามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพื่อหาคำตอบได้ทันที

ครูลิค และรูดนิค (Kulik and Rudnick, 1993 : 6) ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการที่บุคคลจะใช้ประสบการณ์ ทักษะ ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้า มาใช้เพื่อหาข้อสรุปหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ โดยกระบวนการเริ่มต้นตั้งแต่การมองเห็นปัญหาไปจนถึงการลงข้อสรุป ได้มาจากการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน และนักเรียนจะต้องวิเคราะห์ได้ว่านำความรู้ที่ได้เรียนมาไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างไร

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด พิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ โดยใช้ประสบการณ์และทักษะความรู้ที่เรียนรู้มาก่อนเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือสิ่งที่มีสาระหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่สามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพื่อหาคำตอบได้ทันที สามารถฝึกได้ทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน และเนื่องจากการดำเนินชีวิตของมนุษย์จะต้องพบกับปัญหาต่างๆ อยู่ตลอดเวลา ผู้สอนจึงควรฝึกนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาที่ดี

6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล

สโตลล์เบิร์ก (Stollberg, 1956 : 225-228) ได้ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีแก้ปัญหา นั้นผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเป็นเอกลักษณ์บุคคล การแก้ปัญหาจึงไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับอาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มี นอกจากการแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะทางสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปัญหานั้น

มอร์แกน (Morgan, 1978 : 154-155) สรุปว่า วิธีแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ

1. สถิติปัญญา (Intelligence) ผู้ที่มีสติปัญญาดี จะแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการที่จะทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ความพร้อมในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
4. การเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม (Function Fixedness)

ชม ภูมิภาค (2516 : 59) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาแต่ละบุคคลนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การจูงใจ จากการสังเกตทั่วไป จะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์เป็นอันมาก และการที่นำเอาประสบการณ์มาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ เนื่องมาจากเหตุ 3 ประการ คือ

1. บุคคลมักจะมีพัฒนาการคิดรวบยอดและระบบของการเข้ารหัสสิ่งต่าง ๆ เอาไว้ เพื่อเอาไปใช้ในโอกาสข้างหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสปัญหาต่าง ๆ ที่ได้แก้มานั้น จะช่วยในการแก้ปัญหาใหม่
2. การพัฒนาของแนวโน้มแห่งการตอบสนอง แนวการตอบสนองที่ได้รับการเสริมแรงจะก่อตัวเป็นนิสัยและมักจะเกิดขึ้นเมื่อพบปัญหาใหม่ โดยบุคคลจะแก้ปัญหามาตามที่ได้ปฏิบัติมา จะพยายามแล้วพยายามอีกเมื่อแนวโน้มนั้นไม่สามารถแก้ได้จริง ๆ บุคคลจะเริ่มคิดและเปลี่ยนแนวใหม่
3. การพัฒนาเทคนิคในการแก้ปัญหา เมื่อบุคคลได้แก้ปัญหามาก ๆ คนเราก็มักมีความชำนาญในการแก้ปัญหาต่าง ๆ มากขึ้น นอกจากนี้เทคนิคของการแก้ปัญหานั้นยังสอนกันได้

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคลนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สถิติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม

6.3 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยขั้นตอนต่างๆ หลายขั้นตอน มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

ทบทวนมหาวิทยาลัย (2525 : 232-234) เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหา สิ่งสำคัญในขั้นนี้ คือ ความสนใจที่มีต่อสิ่งที่พบเห็น ซึ่งเกิดจากความอยากรู้อยากเห็น และทักษะการสังเกต
2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า สมมติฐาน

3. การทดลอง เป็นการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. การสรุปผลการทดลอง เป็นการแปลความ อธิบายความหมายของข้อมูลที่ได้กับสมมติฐานที่ตั้ง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 :12) ระบุว่า การแก้ปัญหา มี 5 ขั้นตอน

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นตอนในการตั้งปัญหาหรือค้นพบปัญหา ว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร

2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นตอนในการพิจารณาดูว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ขั้นเสนอทางแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหา แล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบ (Verification) หมายถึง ขั้นตอนในการเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบวิธีการที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าเห็นว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ก็ต้องมีการเสนอวิธีการแก้ปัญหานี้ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นการประยุกต์ใช้ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไป เมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

เวียร์ (Weir, 1974 : 18) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนในการเสนอปัญหา
2. ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นตอนในการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
4. ขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์

นอกจากนั้น เวียร์ (Weir, 1974 : 16-18) ได้กล่าวถึง หลักการแก้ปัญหา 6 ประการ ซึ่งจะช่วยให้สามารถช่วยในการแก้ปัญหาได้ สามข้อแรกนั้นเป็นการป้องกันและหลีกเลี่ยงไม่ให้มุ่งความสนใจในทิศทางที่ผิด ส่วนอีกสามข้อหลัง คือ เพื่อหาวิธีการแก้ไข ช่วยให้เป็นไปในทิศที่ถูกต้อง ดังนี้

หลักการข้อที่ 1 เริ่มต้นการวิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร ทบทวนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งได้รูปแบบที่ครอบคลุมเรื่องทั้งหมด ต่อไปคือการแยกแยะปัญหาที่แท้จริงจากสิ่งที่เห็นได้ง่าย จากนั้นให้โยงปัญหาที่ใกล้เคียง ๆ ตัวเข้ากับปัญหาทั้งหมด ซึ่งบางครั้งอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นที่แฝงอยู่ในปัญหา หลักการข้อนี้ก็คือ การหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ย่อยๆ และความเหมาะสมในกลุ่มของเหตุการณ์นั้นๆ

หลักการข้อที่ 2 การตัดสินใจในการนิยามปัญหา (Suspended Judgement) ซึ่งหลักการข้อนี้จะช่วยคลี่คลายข้อสงสัยที่ติดอยู่ในใจ ซึ่งลักษณะของปัญหาส่วนใหญ่ คือ เรื่องของการให้ความหมายของคำ (Semantic) บ่อยครั้งที่ใช้เวลามากกว่าครึ่งหนึ่งของการแก้ปัญหา คือ การให้ความหมายที่คำนึงถึงความเหมาะสมของคำ มากกว่าความเป็นจริง ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงปัญหานี้ได้โดยการสร้างนิสัยของการระมัดระวัง การนิยามความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

หลักการข้อที่ 3 การเรียบเรียงเหตุการณ์ต่าง ๆ ของปัญหา ผู้ศึกษาอาจจะพบว่ามีความยุ่งยากในการตัดสินใจในความสัมพันธ์ของปัญหา เช่น ปัญหา B และ C ว่าอะไรสูงกว่ากัน เมื่อได้รับข้อมูลว่า A สูงกว่า B และ A สูงกว่า C จะเห็นความยุ่งยากจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หากนำปัญหานี้มาจัดรูปให้อยู่ในแบบของตรรกศาสตร์ ซึ่งเทียบได้ว่า B สูงกว่า A และ A สูงกว่า C

หลักการข้อที่ 4 ถ้าพบว่าไม่มีทางหาคำตอบจากวิธีการเดิมให้หาวิธีการใหม่ โดยการไต่ตรองหนทางที่เป็นไปได้ และกำหนดตัวเลือกจากหนทางที่เป็นส่วนใหญ่ๆ ของปัญหาทั้งหมด ถ้ามีตัวเลือกมากก็จะสามารถหาหนทางแก้ไขปัญหาลดข้อได้

หลักการข้อที่ 5 ให้หยุดพักเมื่อติดขัดหรือพบปัญหาอุปสรรค เวयर (Weir) กล่าวถึง โคห์เลอร์ ที่ได้กล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหาซึ่งบ่อยครั้งที่ปัญหาวิ่งมาหาเขา โดยที่เขาไม่ได้เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ เลย ความคิดใหม่อาจเกิดขึ้นในขณะที่กำลังอาบน้ำและโกนหนวดในตอนเช้า ซึ่งชาวอังกฤษเคยบอกว่าเรามักพูดคุยกันอยู่เสมอๆ เรื่อง 3Bs ซึ่งได้แก่ Bus, Bath และ Bed ซึ่งสถานที่ทั้ง 3 คือ บนรถเมล์ ในห้องน้ำ และบนเตียงนอน เป็นสถานที่ที่เราจะค้นพบสิ่งที่ยิ่งใหญ่ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

หลักการข้อที่ 6 ปรึกษาปัญหากับผู้อื่น ควรมีการอภิปรายกับคนอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดแนวคิดต่างๆ ที่อาจมองข้ามไป ซึ่งการอภิปรายปัญหาลดข้อจนวิธีต่าง ๆ นี้จะช่วยในการแก้ปัญหาได้สำเร็จเป็นอย่างมาก

โดยทั่วไปหลักการเหล่านี้สามารถลดลงได้เหลือเพียง 2 ประการคือ พิจารณาก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ และทดลองด้วยวิธีการอื่น ถ้าพบว่ากำลังติดอยู่ในอุปสรรคที่แก้ไขไม่ได้ เพื่อปรับปรุงช่องทางการแก้ไขปัญหาคควรเปิดใจให้กว้างเพื่อรับความคิดใหม่ๆ และอย่าเสียเวลากับการทำอะไรซ้ำๆ เมื่อสิ่งเหล่านั้นมองไม่เห็นทางสำเร็จ

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่า มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายอย่าง มีระบบ แบบแผน มีเหตุผล มีขั้นตอนที่เหมาะสม ซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ ความสามารถในการแก้ปัญหามีความจำเป็นและสำคัญสำหรับทุกคน เพราะจะต้องนำไปใช้ในชีวิตประจำวันที่เป็นประสบการณ์จริง ๆ ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา จึงเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ทุกคนได้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และชาญฉลาด สำหรับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสนใจและนำมาสร้างเป็นเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ ขั้นตอนในการแก้ปัญหตามวิธีของเวयर (Weir) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

6.4 การเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันออกไป เพราะคนเราจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นมีสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการจูงใจหรือไม่เพียงพอ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และเราจะเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นก็ไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่างๆ อันที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนดีขึ้น (กมล เฟื่องฟูง, 2534 : 46-47)

มังกร ทองสุตติ (2522 : 5-10) กล่าวถึง การเรียนการสอนที่ครูจะช่วยให้เด็กนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีการที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นและจะช่วยให้เรามีหนทางในการแก้ไขมากขึ้น ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้นครูและนักเรียนต้องเผชิญปัญหาย่อยตลอดเวลา

2. ฝึกให้เด็กมีการทดลองอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบโดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอ นั้น อาจจะหาแนวทางต่างๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้ง ครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้าก็ให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยการทดสอบค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่างๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบมีลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของมนุษย์ ผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น Schwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อำนาจการวิเคราะห์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์ วิเคราะห์ปัญหานั้นออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ทดสอบสมมติฐาน

4.5 การประเมินผล

การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะช่วยให้เราแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางสามารถนำไปใช้ได้กับทุกสาขาวิชาบางทีเรียกวิธีการนี้ว่า การแก้ปัญหา โดยวิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method) หรือวิธีการแห่งปัญญา (The Method of Intelligence)

วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรจะฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถจะนำไปใช้ในโอกาสได้อีกด้วย นอกจากนั้นครูจะได้แนะนำหรือหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

1. ฝึกให้อำนาจการวิเคราะห์-สังเคราะห์

2. ฝึกให้อำนาจออกความเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วยุให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดจะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้นกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูจะต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจจะออกความเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องได้

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2541 : 91-92) กล่าวว่า สภาพการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา นั้น อาจจะส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างกัน ซึ่งอาจจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐาน สภาพสังคม ประสบการณ์ คุณลักษณะด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนด้วย ฉะนั้นครูจึงควรอย่างยิ่งที่จะต้องจัดสภาพการณ์ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ กล่าวคือ

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ๆ และวิธีการแก้ปัญหาได้หลายๆ วิธี มาให้นักเรียนฝึกฝนแก้ปัญหาใหม่มาก ๆ

2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนนั้น ควรเป็นปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน เป็นปัญหาที่ไม่พันวิสัย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของนักเรียน

3. การฝึกแก้ปัญหาที่นั้น ครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้แนะให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาให้ชัดเจนก่อนว่า ปัญหาเกี่ยวกับอะไร และถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดแก้ปัญหาแต่ละปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหาใหญ่ได้นั่นเอง

4. จัดบรรยากาศของการเรียนการสอน หรือจัดสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียนให้เป็นไปในทางเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว นักเรียนก็จะเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรบ้างในบทบาทต่างๆ

5. ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอยู่เสมอ

6. การฝึกแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาใดๆ ก็ตาม ครูไม่ควรจะบอกวิธีแก้ปัญหาให้ตรงๆ เพราะถ้าบอกให้แล้ว นักเรียนอาจจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์ของการคิดของตนเองเท่าที่ควร

สภาพของการแก้ปัญหา (Condition for Problem Solving) ไม่ว่าจะแก้ปัญหาได้มากน้อยเพียงไร อาจจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในการแก้ปัญหา คือ

1. สภาพภายใน เป็นลักษณะที่นักเรียนมีความฉับไวทางสติปัญญา (Intelligence Fluency) มีความรวดเร็วในการพิจารณาความแตกต่าง มีความรวดเร็วในการตั้งสมมติฐานและมีความสามารถที่จะระลึกเกี่ยวกับหลักการ ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว สิ่งเหล่านี้จะเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

2. สภาพภายนอก ได้แก่ การสื่อความหมายซึ่งเป็นเงื่อนไขอีกประเภทหนึ่ง ช่วยในการแก้ปัญหาของนักเรียน การสื่อความหมายในที่นี้คือ การสอน การใช้ภาษา การถามคำถาม สิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาโดยตรง

3. พฤติกรรม เป็นลักษณะเฉพาะที่นักเรียนสามารถสร้างแนวการให้หลักเกณฑ์ที่ซับซ้อนเพื่อแก้ปัญหาใหม่ โดยอาศัยการเชื่อมโยงความคิดต่างๆ เข้าด้วยกัน แล้วสรุปเป็นหลักการแก้ปัญหาแต่ละครั้งไว้ เพื่อถ่วงโยงการแก้ปัญหาครั้งนี้ไปใช้ใหม่ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การฝึกให้เด็กได้ทำงานและมีการทดลองอยู่เสมอโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในแก้ปัญหาที่ดีขึ้น และผู้สอนควรจัดสถานการณ์ใหม่ๆ บรรยากาศของการเรียนการสอนและสิ่งแวดล้อมที่ยืดหยุ่น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอยู่เสมอ จะเป็นสภาพการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผู้เรียนให้คิดแก้ปัญหา

6.5 เครื่องมือวัดและประเมินผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542:163-187) ได้กล่าวเกี่ยวกับตัวอย่างเครื่องมือวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ตัวอย่างเครื่องมือทั่วไป

1.1 ตัวอย่างเครื่องมือประเภทแบบทดสอบ

ตัวอย่างเครื่องมือแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือที่มีความสอดคล้องกับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือเริ่มต้นด้วยการกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้ตอบระบุปัญหา สมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน และการสรุปผลจากตัวเลือกต่างๆ ของแต่ละขั้นตอน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1

วิชัยได้จัดห้องใหม่โดยนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน เพื่อให้เกิดความสวยงามและสดชื่น เมื่อเขาตื่นนอนในเช้าของวันรุ่งขึ้น พบว่า ร่างกายอ่อนเพลีย และปวดศีรษะ

1. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้
 - ก. ในห้องมีก๊าซออกซิเจนอยู่อย่างหนาแน่น
 - ข. ร่างกายอ่อนเพลียและปวดศีรษะ
 - ค. การนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน
 - ง. วิสัยต้องการจัดห้องใหม่
2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
 - ก. ในห้องมีก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สมดุล
 - ข. อากาศในห้องไม่เพียงพอในการหายใจ
 - ค. ต้นไม้ที่นำมาจัดในห้องเป็นต้นไม้ใหญ่
 - ง. เวลากลางคืนต้นไม้คายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร
 - ก. นำต้นไม้ออกไปจากห้อง
 - ข. เลือกต้นไม้ไว้บางต้นเพื่อให้ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณที่สมดุล
 - ค. ควรเลือกต้นไม้เล็ก ๆ เช่น ไม้เลื้อยมาจัดแทนต้นไม้ใหญ่
 - ง. เปิดไฟดวงเล็ก ๆ ให้ต้นไม้สังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้ก๊าซออกซิเจน
4. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้น่าจะเกิดผลเช่นไร
 - ก. ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณที่สมดุล
 - ข. หายจากการอ่อนเพลียและปวดศีรษะเพราะต้นไม้ไม่คายก๊าซพิษ
 - ค. ห้องสวยงามและสดชื่น เพราะต้นไม้เล็ก ๆ ไม่ทำให้ในห้องนอนมีก๊าซหนาแน่นเกินไป
 - ง. มีปริมาณก๊าซเพียงพอในการหายใจ

ที่มา : ญญฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 164 ; อ้างอิงมาจาก ยุพาพันธ์ มินวงษ์. 2541 : 201.

1.2 ตัวอย่างเครื่องมือประเภทตรวจสอบ

เครื่องมือประเภทแบบตรวจสอบนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้สังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกจริง ในสถานการณ์ที่กำหนดให้มีการปฏิบัติตามแนวคิดของแฟลนเดอร์ (ญญฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 167 ; อ้างอิงมาจาก Flander. 1970) มีชื่อเรียกเฉพาะว่า “แบบสังเกตพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา” เป็นเครื่องมือที่ใช้สังเกตพฤติกรรมตามกรอบที่กำหนดทุกช่วงเวลาสั้น (ในที่นี้คือ ทุก 3 วินาที) เป็นระยะเวลาต่อเนื่องช่วงหนึ่ง (ในที่นี้คือ 5-8 นาที) พฤติกรรมที่กรอบกำหนดของการแก้ปัญหาที่ใช้ในแบบตรวจสอบนี้มี 9 พฤติกรรม ปรับขยายจาก Beyer (1987) ดังนี้

1. ระบุเทคนิคในการแก้ปัญหาขั้นตอนเดียว (Single step problem solving techniques : Tc) หมายถึง ชี้แจงหรือตอบคำถามด้วยการระบุเทคนิคการแก้ปัญหาแบบขั้นตอนเดียวตามปัญหาที่ผู้สอนนำมาถาม
2. ระบุปัญหาที่ต้องแก้ไขแบบหลายขั้นตอน (Define the problem : Dp) หมายถึง ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอ
3. เสนอทางแก้หลายทาง (Invent strategies : St) หมายถึง ระบุทางแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ

4. เลือกทางเลือกที่เห็นว่าดีที่สุด (Select : SI) หมายถึง เลือกที่จะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด ระหว่างทางเลือกต่าง ๆ

5. ออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา (Design : Ds) หมายถึง อธิบายขั้นตอนในการ แก้ปัญหาตามวิธีการที่คิดว่าดีที่สุด

6. เลือกการออกแบบที่ดีที่สุดมาใช้ (Select and implement : m) หมายถึง ใช้วิธีที่ดีที่สุด มาแก้ปัญหา

7. สรุปผลการแก้ปัญหา (Draw the result : Rs) หมายถึง แจ้งว่าแก้ปัญหาได้หรือไม่

8. ประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluation : Ev) หมายถึง ประเมินว่าปัญหาได้รับการแก้ไข หรือยัง หรือได้รับการแก้ไขไปแล้วมากน้อยเพียงใด

9. ทบทวนกระบวนการในการแก้ปัญหา (Review : Rv) หมายถึง อธิบายว่ากระบวนการ ในการแก้ปัญหามีข้อบกพร่องหรือไม่ ถ้ามีข้อบกพร่องจะดำเนินการอย่างไรต่อไป

เพียงสังเกตว่าในการใช้แบบสังเกตดังกล่าวมีข้อแนะนำให้กระทำกับผู้เรียนคราวละไม่เกิน 3 คน ซึ่ง มีความหมายในทางปฏิบัติว่าไม่ควรสังเกตผู้เรียนคราวละมากๆ หรือโดยทั่วทั้งห้องเรียน ทางออกต่อการนี้จึง ควรเป็นดังนี้

1. ทำการสังเกตผู้เรียนแบบหมุนเวียนกันคราวละกลุ่มย่อยๆ (ประมาณ 3 คน) โดยใช้รูปแบบให้ ผู้เรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดต่อหน้าครูในลักษณะสังเกต ประกอบสัมภาษณ์

2. ฝึกให้ผู้เรียนสังเกตกันเองแบบประกบคู่ แล้วผลัดกันสังเกตและบันทึกในลักษณะสลับบทบาท

3. สถานการณ์ที่นำมาให้ผู้เรียนแก้ปัญหาควรใช้เวลาไม่มากเกินไปกล่าวคือ ควรอยู่ระหว่าง 5-8 นาที

4. เพื่อให้การสังเกตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นควรมีการบันทึกและเสียงด้วยวิดิทัศน์ หรือบันทึกเสียง ด้วยแถบบันทึกเสียงด้วย

2. ตัวอย่างเครื่องมือของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เครื่องมือวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีมีลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทเขียนตอบที่กำหนดประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้ ผู้ตอบขบคิดแก้ปัญหา แล้วตอบคำถามตามประเด็นที่กำหนดให้ส่วนการให้คะแนนพิจารณาจากองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ การแก้ปัญหาและการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่าง (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 169 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ม.ป.ป. : 3)

ปัญหา : มีสารเคมี 4 ชนิด มีแลกรระบุว่าสาร 1-4 โดยทราบเพียงว่าสารในขวดใดขวดหนึ่งเหล่านี้เป็นสาร Na_2CO_3 , H_2SO_4 , KNO_3 และ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ แต่ไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นชนิดใด ให้ออกแบบและดำเนินการ ตรวจสอบสารเหล่านี้ตามรายละเอียดต่อไปนี้

1. แผนการทดสอบและเหตุผลประกอบการเลือกวิธีเหล่านั้น

2. ผลที่คาดว่าจะสังเกตได้

3. การทำการทดลองเพื่อทดสอบ

4. การลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผลเพื่อระบุชนิดของสาร

แนวทางการให้คะแนน

พิจารณาจากการแก้ปัญหา (สามารถแสดงวิธีแก้ปัญหาและสรุปผลการแก้ปัญหาได้) และการใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สามารถสังเกตและรวบรวมข้อมูลได้อย่างครบถ้วน) ประกอบกัน

จากตัวอย่างเครื่องมือและแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามวิธีของเวียร์ (Weir) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา
- ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
- ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

โดยลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะคำถามการสมมติสถานการณ์ปลายเปิด (Open Form) ประเภทเขียนตอบ ลักษณะเป็นเรื่องใกล้ตัวพบเห็นในชีวิตประจำวันโดยนักเรียนสามารถบอกขั้นตอนการแก้ปัญหาแต่ละสถานการณ์ได้ และแต่ละขั้นตอนจะเป็นอิสระต่อกัน จำนวน 8 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มี 4 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมี 1 ข้อย่อย จำนวน 32 ข้อ โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 2, 1 และ 0 คะแนน

7. เอกสารเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

7.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพราะเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญ ที่จะช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่สิ้นสุดและยังช่วยให้เข้าใจถึงหลักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐานที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ (สุนันท์ สังข์อ่อง. 2523 : 339 ; ธีรวุฒิ พัทธกันชน. 2533 : 22) ดังนั้น เจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงแตกต่างจากเจตคติทั่วไป เพราะเจตคติทั่วๆ ไปเป็นความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แต่เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์หรือบุคคลได้กระทำเพื่อให้ได้ความรู้ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

กูลด์ (Gauld. 1982 : 109) ได้กล่าวไว้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แรงจูงใจในการนำเอาความรู้ และทักษะในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือความเต็มใจที่จะนำเอาวิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 12) ได้ให้ความหมาย เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด การกระทำ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่นๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 1-3) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดเห็นหรือท่าทีที่แสดงต่อเนื้อหาวิชา และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ส่วนที่เกิดจากการใช้ความรู้และส่วนที่เกิดจากการใช้ความรู้

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2540 : 2) ได้ให้ความหมาย การมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนมีความรู้ที่ก่อให้เกิดกิจนิสัยและคุณสมบัติที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ซึ่งได้แก่ ความเป็นคนช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความเพียรพยายาม ความซื่อสัตย์ และความรอบคอบ

ศิริภรณ์ เม่นมัน (2543 : 57) ได้ให้ความหมาย เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ อันได้แก่ การเป็นคนมีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีความซื่อสัตย์ มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ มีความใจกว้างและยอมรับความคิดเห็นใหม่ๆ เพื่อนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพ และนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากแนวคิดต่างๆ ที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านคุณลักษณะนิสัยของบุคคล หรือแนวโน้มพฤติกรรมของบุคคล ที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งได้แก่ ความเป็นคนช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความใจกว้าง ความเพียรพยายาม ความซื่อสัตย์ และความรอบคอบ

7.2 ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อผู้เรียนมาก ได้มีนักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษากล่าวถึงความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

กูลด์ (Gauld. 1982 : 111-121) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ควรได้มีความรู้เกี่ยวกับพลังแรงขับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน ดังนั้น เจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

1) ในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในงานทางวิทยาศาสตร์ และลอกเลียนแบบการทำงานเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตจริงด้วย 2) นอกจากการลอกเลียนแบบเจตคติทางวิทยาศาสตร์มาเป็นของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำไว้แล้ว เจตคติทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นลักษณะของบุคคล ที่ทุกคนจะต้องมีและนำไปใช้ในการดำรงชีวิตด้วย

ลัดดาวัลย์ กันหสุวรรณ (2521 : 27) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ควรสร้างให้มีขึ้นใน ตัวเด็ก เพราะเจตคติทางวิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้คนมีเหตุผล รู้จักวิธีแก้ปัญหา มีระเบียบวินัยและมีใจกว้าง

สุภาสิณี สุภธีระ (2535 : 27) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะช่วยพัฒนา เจตคติอันพึงปรารถนาให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก เช่น ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น ซื่อสัตย์ต่อตนเอง ต่อเพื่อนร่วมงานต่อสังคม ไม่ย่อท้อต่อการแก้ปัญหา ดังนั้นเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ควรสร้างขึ้นในตัวเด็ก

ศิริภรณ์ เม่นมั่น (2543 : 57) กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ คือ ช่วยให้เกิด การแสวงหาความรู้ ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์ ไม่ย่อท้อต่อการแก้ปัญหา

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ คือ เป็นสิ่งที่ช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหา ความรู้ ช่วยพัฒนาให้คนมีเหตุผล รู้จักวิธีแก้ปัญหา มีระเบียบวินัย มีความซื่อสัตย์ มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ดังนั้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้อยู่ในตัวเด็ก เพื่อให้เด็กปรับตัวให้อยู่ในสังคมที่เจริญไปด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

7.3 ลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 55) ได้แบ่ง เจตคติที่เกิดขึ้นเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. เจตคติทางบวก เป็นความพร้อมที่ตอบสนองในลักษณะของความพึงพอใจและเห็นด้วย อาจทำให้ บุคคลอยากกระทำ อยากได้ หรืออยากไกลสิ่งนั้น

2. เจตคติทางลบ เป็นความพร้อมที่ตอบสนองในลักษณะของความไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย อาจทำ ให้บุคคลไม่ยอมกระทำ ไม่อยากได้ หรือไม่ยอมไกลสิ่งนั้น

ตาราง 2 เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในทางบวกและทางลบ

เจตคติทางบวก	เจตคติทางลบ
1. กฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องการประมาณที่ใกล้ความจริง และเปลี่ยนแปลงได้	1. กฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงไม่ได้
2. การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในทางวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัยการสังเกต ทดลอง เป็นพื้นฐาน ซึ่งบางครั้งก็ไม่สามารถอธิบายได้	2. การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติในทางวิทยาศาสตร์ นั้นอยู่ในวิสัยที่ทำได้ทุกเมื่อ ดังนั้นจึงสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องได้ทั้งหมด
3. ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องมีความซื่อสัตย์ทางปัญญา โดยถือผลการสังเกตทดลองตามที่เกิดขึ้น โดยปราศจากอคติ ซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้อื่น แต่พร้อมที่จะเปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อมีหลักฐานเพียงพอ	3. ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับผู้อื่น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทราบความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ และข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์
4. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ มุ่งก่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คุณค่าสำคัญ จึงอยู่ที่การสร้างทฤษฎี	4. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ มุ่งพัฒนาเทคโนโลยี คุณค่าสำคัญจึงอยู่ที่การประยุกต์ทฤษฎี
5. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้น ถ้าได้รับการสนับสนุนจากคนทั่วไป อันที่จริงคนทั่วไปสามารถเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้น จึงควรให้เขาตระหนักถึงลักษณะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	5. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้น เพียงใดหรือไม่ั้น ไม่จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากคนทั่วไป อันที่จริงคนทั่วไปไม่สามารถเข้าใจวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงไม่จำเป็นที่จะต้องให้เขาตระหนักถึงลักษณะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดี หรือการทำงานที่ต้องใช้ความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์ก็ดีเป็นที่น่าสนใจ และมีคุณค่าต่อชีวิต ดังนั้นการทำงานด้านวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่พึงปรารถนา	6. การเป็นนักวิทยาศาสตร์ก็ดี หรือการทำงานที่ต้องใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ก็ดีเป็นสิ่งที่น่าเบื่อหน่าย งานที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เหมาะสำหรับคนที่มีความสติปัญญาสูง ซึ่งมีความเต็มใจที่จะใช้เวลาส่วนใหญ่เพื่องานนั้น

ที่มา : คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย.

(2525). ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. หน้า 55.

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เจตคติที่เกิดจากการใช้ความรู้ในแนวทางวิทยาศาสตร์และที่เกิดจากความรู้สึกสามารถแบ่งออกได้ 2 ทาง คือ ทางบวก และทางลบ โดยทางบวกจะเป็นลักษณะของการแสดงออกในทางที่พึงพอใจ เห็นด้วยหรือพร้อมที่จะปฏิบัติตามด้วยความเต็มใจ ส่วนเจตคติทางลบจะเป็นลักษณะของการแสดงออกในลักษณะที่ไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วยหรือคัดค้านไม่ร่วมมือ

7.4 ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยเอื้ออำนวยต่อการแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์หลายท่านกล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่จะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

คอสโลว์ และเนย์ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2524 : 31-34 ; อ้างอิงจาก Kozlow and Nay.n.d.) ได้กำหนดโครงสร้างของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่าครอบคลุมคุณลักษณะ 6 ประการ คือ

1. การใคร่ครวญไตร่ตรอง
2. การมีขอบเขตในการใช้ข้อตัดสินใจ
3. การยึดถือในประจักษ์พยาน
4. ความซื่อตรง
5. ความเป็นปรนัย
6. ความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็น

แฮนนี่ (Haney. 1969 : 198-204) ได้กำหนดลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1.1 ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึง ความพอใจที่จะเผชิญกับปัญหาใหม่ๆ เป็นคนที่มีลักษณะชอบซัก ชอบคิด และริเริ่มสิ่งใหม่ ๆ

1.2 ความมีเหตุผล (Rationality) หมายถึง การใช้เหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยไม่เชื่อสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่างๆ

1.3 มีความรอบคอบในการลงข้อสรุป หรือตัดสินใจ หรือความรอบคอบ (Suspended Judgment) หมายถึง การไม่รีบตัดสินใจหรือลงข้อสรุปโดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ

2. เจตคติเกี่ยวกับการยอมรับความคิดเห็นใหม่ ๆ ได้แก่

2.1 ความมีใจกว้าง (Open-Mindedness) หมายถึง ความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตน

2.2 การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Mindedness) หมายถึง ความพยายามที่จะหาข้อมูลสนับสนุนหลักฐานอ้างอิงต่าง ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ รู้จักโต้แย้ง และหลักฐานสนับสนุนความคิดเห็นตนเอง

2.3 มีความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง การเป็นปรนัย หรือความถูกต้องเที่ยงตรงในการรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การตีความหมายโดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง

2.4 ความซื่อสัตย์ (Honesty) หมายถึง ความถูกต้องในการรายงานผลการศึกษาโดยปราศจากอคติ ความรู้สึกส่วนตัว หรือปราศจากอิทธิพลของสังคม เศรษฐกิจและบ้านเมือง

3. เจตคติที่เกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล ได้แก่ การยอมรับในข้อจำกัด (Humility) หมายถึง การยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้ ความจริง ที่ค้นพบวันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ในวันข้างหน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 1-3) ได้กำหนดคุณลักษณะและพฤติกรรมบ่งชี้ที่แสดงถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 7 ด้าน มีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 3 คุณลักษณะและพฤติกรรมบ่งชี้ของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะ	ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรมบ่งชี้
1.ความอยากรู้อยากเห็น	1.1 ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะใช้เป็นวิธีในการแก้ปัญหาได้ 1.2 มีความใส่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ และปัญหาใหม่ ๆ อยู่เสมอ 1.3 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่าง ๆ 1.4 ชอบทดลองค้นคว้า 1.5 ชอบสนทนา ชักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น
2. ความรับผิดชอบและความพยายาม	2.1 ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย 2.2 เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ 2.3 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา 2.4 เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียต่อส่วนรวม 2.5 ทำงานเต็มความสามารถ 2.6 ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้รับคำตอบ 2.7 ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว 2.8 มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา
3. ความมีเหตุผล	3.1 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ 3.2 เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่าง ๆ 3.3 พยายามอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในแง่เหตุและผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3.4 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล 3.5 หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น 3.6 ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ 3.7 เสาะแสวงหาหลักฐาน หรือข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย
4. ความมีระเบียบและรอบคอบ	4.1 ยอมรับความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น 4.2 เห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบ 4.3 นำวิธีการหลาย ๆ วิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง 4.4 มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ 4.5 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน 4.6 มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน 4.7 ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง 4.8 ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย

ตาราง 3 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรมบ่งชี้
5. ความซื่อสัตย์	5.1 เสนอความจริง ถึงแม้จะเป็นเหตุผลที่แตกต่างจากผู้อื่น 5.2 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง 5.3 บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง 5.4 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง
6. ความใจกว้าง	6.1 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น 6.2 ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง 6.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ 6.4 ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูล
7. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	7.1 เห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกับผู้อื่น 7.2 เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น 7.3 ประพฤติและปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม 7.4 เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตัว 7.5 รู้จักบทบาทของตนที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม 7.6 รู้จักขอความร่วมมือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2538). เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเพื่อเตรียมวิทยากรแกนนำ. หน้า 1-3.

จากแนวคิดต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่าคุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วยคุณลักษณะดังนี้ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะเอื้อต่อการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรปลูกฝังลักษณะที่ดีเหล่านี้ให้กับผู้เรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 7 ด้าน ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

7.5 แนวทางการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนนั้นเป็นหน้าที่โดยตรงของครูผู้สอน แนวทางในการดำเนินการและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นมีผู้เสนอไว้หลายท่านดังต่อไปนี้

คาปิเออร์ และไรลีย์ (Kapier and Riley. 1985 : 181-186) ; ดิเรก ฤกษ์ห่วย (2522 : 91) ได้เสนอแนะวิธีการที่ครูสามารถใช้เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ก่อนจะพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน ครูควรได้วิเคราะห์ก่อนว่าทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์อะไรบ้างที่จะพัฒนาให้แก่ผู้เรียน

2. ควรจะให้นักเรียนได้ทราบและทำความเข้าใจถึงความหมายของทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละลักษณะ ให้แจ่มชัดเสียก่อน

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน โดยครูอาจสร้างสถานการณ์ที่ให้นักเรียนมีโอกาสใช้กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งได้แก่ เข้าใจปัญหาและกำหนดตัวปัญหาได้ วิเคราะห์ปัญหาให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง รวบรวมข้อมูล จัดกระทำและตีความหมายจากข้อมูล ลงข้อสรุปและรายงานผลให้ผู้อื่นทราบ

ในขณะที่ให้นักเรียนฝึกใช้กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าว ครูควรชี้ให้นักเรียนเห็นลักษณะของทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียนขณะทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหานั้น

4. ครูอาจเสนอแนะแบบอย่างของผู้ที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนอาจศึกษาเป็นตัวอย่างได้ เช่น ครู พ่อแม่ เพื่อน นักเรียน นักวิทยาศาสตร์ ฯลฯ

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับอิสระเต็มที่ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนักเรียนจะได้ฝึกใช้ความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นผลด้านทัศนคติแก่ตัวนักเรียน

6. ในการสอนแต่ละครั้ง ครูควรมุ่งมั่นที่การพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนที่ละลักษณะ

7. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม เพื่อจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มและเป็นการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ในบางลักษณะ

8. เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย การฝึกปฏิบัติจริง หรือได้พบสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เป็นจริง

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 57-58) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าใน หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 และ 2524 มีการกำหนดจุดประสงค์ที่ตรงกันข้อหนึ่งว่า “เพื่อให้เกิดเจตคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์” เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่โดยตรงของครูวิทยาศาสตร์ที่จะต้องพยายามปลูกฝังให้นักเรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนมีแนวทางปฏิบัติได้ดังต่อไปนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลองให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปได้ในเวลาเดียวกัน

2. การมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทุกการทดลองควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และในขณะที่นักเรียนทำการทดลองนั้นครูต้องคอยดูแลหรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง และจะได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะนั้นด้วย

3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี เช่น ขณะที่นักเรียนเรียนเรื่องการลำเลียงในสิ่งมีชีวิตในหัวข้อที่ว่าทำไมจึงต้องมีการย่อยอาหาร ในบทเรียนนี้ครูควรตั้งคำถามนักเรียนว่า

3.1 ทำไมแพทย์จึงแนะนำให้คนไข้กินอาหารอ่อน เช่น ข้าวต้ม โจ๊ก

3.2 นักเรียนเคยเห็นแพทย์ให้กลูโคสทางเส้นเลือดกับคนไข้ไหม ทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น

4. ในขณะที่การสอนควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาประสบการณ์หลายๆ ด้าน หรือฝึกประสาทสัมผัสหลายๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพื่อเร้าใจให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น การให้ความเอาใจใส่ของครู ฯลฯ เหล่านี้ จะเป็นพลังสำคัญส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาเจตคติได้

5. ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะของเจตคติแต่ละลักษณะความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน และวัยของนักเรียนกับให้มีการพัฒนาเจตคตินั้นๆ ด้วย

6. นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นปัญหาสังคม เช่น ปัญหาการจราจรติดขัดในกรุงเทพฯ แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหาดังกล่าวจากการตั้งข้อสังเกตของนักเรียนเองหรือนักเรียนอาจจะประมวลจากประกาศของทางราชการ หรือจากสื่อมวลชนก็ได้เพื่อฝึกแนวคิดของนักเรียนครูควรเสนอกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่

6.1 กำหนดตั้งปัญหา

6.2 ตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อเพื่อหาคำตอบ

6.3 ทำการทดลอง

6.4 รวบรวมข้อมูล

6.5 จัดกระทำและตีความหมายข้อมูล

6.6 สรุป

หลังจากได้มีการสรุปเรื่องนี้แล้ว ครูควรอภิปรายเพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นว่าขั้นตอนจะมีลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปพัฒนากับตนเองได้

7. เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจศึกษาหรือเลียนแบบอย่างได้ เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครู บิดา มารดา เป็นต้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่อนักเรียน ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในแนวทางต่างๆ รวมถึงการทำงานควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม เพื่อเป็นการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

7.6 การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นมีรูปแบบต่างๆ หลายวิธี (อเนก เพียรอนุกุลบุตร. 2524 : 113) ได้แก่

1. การถามโดยตรง เป็นวิธีที่ง่ายและตรงที่สุด มีข้อเสียคือ ผู้ถามอาจไม่ได้คำตอบหรือผู้ตอบอาจบิดเบือนคำตอบเพราะเกิดความเกรงกลัวต่อการแสดงความเห็น วิธีแก้ทำได้โดยการสร้างบรรยากาศให้ผู้ตอบรู้สึกเป็นอิสระ และให้ผู้ตอบแน่ใจว่าคำตอบของเขาเป็นความลับ

2. การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่มีในขณะนั้น แต่มีผู้โต้แย้งว่าพฤติกรรมของคนไม่อาจแสดงถึงเจตคติได้

3. การสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างข้อความที่เป็นข้อคิดเห็นต่อสิ่งเร้าที่ต้องการวัดเจตคติ มาตราวัดเจตคติที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการศึกษาและวิจัยมาตราหนึ่งคือมาตราวัดเจตคติของลิเคิร์ท (Likert) ผู้สร้างขึ้นมาคือ เรนีส ลิเคิร์ท (Rensis Likert) มาตรานี้ประกอบด้วยข้อความที่เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหลาย ๆ ข้อความมีทั้งข้อความที่เป็นทั้งทางด้านบวกและด้านลบ เมื่อผู้ตอบอ่านข้อความแล้วให้ถือว่าตนมีความรู้สึกตรงกับข้อความที่ระบุไว้หรือไม่ และอยู่ในระดับใด หลักในการสร้างมาตราวัดเจตคติของ ลิเคิร์ท โดยสรุปมีดังนี้

8. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

8.1 ความหมายของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การนำเสนอ (Initiates) เป็นการใช้ข้อเท็จจริง ความรู้ การออกความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและระเบียบวิธีที่พิจารณาได้ว่าเป็นความริเริ่มด้วยตนเอง แสดงความคิด และการบรรยาย และผลงาน (Product) เป็นสิ่งที่เกิดจากการกระทำทั้งโดยตรงและโดยอ้อม (สมบุรณ์ ชิตพงศ์.2523 : 86)

การนำเสนอผลงาน เป็นการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงาน อาจกระทำได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ซึ่งเป็นแสดงให้ผู้อื่นทราบถึงกระบวนการและขั้นตอนต่าง ๆ ของการศึกษาค้นคว้า อาจมีอุปกรณ์หรือสื่อประกอบการอธิบาย มีการสาธิตประกอบหรือแสดงในรูปแบบอื่น ๆ เช่นการรายงานปากเปล่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ จันทรชัย หึงประยูร (2524 : 38) ที่กล่าวว่า การเสนอผลงานสามารถเสนอได้ 2 วิธี คือ เสนอด้วยการทดลอง และเสนอด้วยการบรรยาย จากแนวการจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน การพูดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นกิจกรรมหนึ่งซึ่งควรจัดให้มีขึ้นทั้งนี้ เพื่อฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการใช้ภาษาไทยบรรยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เข้าใจง่าย ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กว้างขวางยิ่งขึ้น (สมหมาย วัฒนะศิริ. 2533 : 73)

ยงยุทธ ยุทธวงศ์ (2527 : 19) ได้กล่าวไว้ว่า การเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญของการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เพราะศาสตร์นี้ไม่สามารถจะอยู่ได้ลอยๆ โดยตัวของมันเอง ต้องมีการสื่อสาร การถ่ายทอด และสั่งสมความรู้ความเข้าใจต่อ ๆ กันไป ซึ่งทำได้หลายรูปแบบ

ดังนั้น ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมในการเสนอผลงานที่ได้จากการศึกษา ให้ผู้อื่นเข้าใจถึงผลงานนั้น ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของ การเขียนรายงาน การรายงาน และผลงานที่ผู้เรียนได้ทำการศึกษา

8.2 การเขียนรายงาน

การเขียนรายงาน เป็นการสื่อความหมายเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิด วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ข้อมูล ผลที่ได้ตลอดจนข้อสรุปและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ๆ และตรงไปตรงมา ซึ่งมีหัวข้อที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 17-18) ได้เสนอว่า การเขียนรายงาน ควรมีหัวข้อต่อไปนี้ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้ทำ จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน วิธีดำเนินการ อธิบายขั้นตอน ผลการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูล สรุปและข้อเสนอแนะ เอกสารอ้างอิง

นอกจากนี้ การเขียนรายงานอาจมีหัวข้อย่อยแตกต่างกันบ้าง แต่สิ่งที่ผู้เขียนควรคำนึงถึง คือ การเขียนรายงานควรมีความชัดเจน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและครอบคลุมประเด็นที่สำคัญ ๆ ทั้งหมด

8.2.1 เกณฑ์ในการพิจารณาการเขียนรายงาน

เอกสารการประกวดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (สมหมาย วัฒนะศิริ. 2533 : 67-68 ; ยังอิงมาจาก เอกสารประกวดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2530 : 261-264) ได้กล่าวไว้ว่า ในการเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์อาจพิจารณาจากรายละเอียด ดังนี้

1. ความถูกต้องของแบบฟอร์ม ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออกอย่างชัดเจน
2. การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอน
3. การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างดี

4. การแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

5. การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ อย่างต่อเนื่อง และเป็นระเบียบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความละเอียดถี่ถ้วน ความตั้งใจจริงในการทดลองและรวบรวมข้อมูล

6. การอภิปรายการทดลองอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

8.2.2 หลักทั่วไปของการเขียน

การเขียนที่จะก่อให้เกิดประสิทธิผลนั้นผู้เขียนต้องมีความสามารถในการเขียน เช่น ทราบวิธีการเขียน รูปแบบต่าง ๆ อย่างถูกต้อง มีศิลปะในการใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสมกับกาลเทศะและฐานะของบุคคล สื่อความหมายได้ตรงตามต้องการ ซึ่งประสิทธิภาพในการเขียนจะอำนวยความสะดวกและผลสำเร็จได้ตามเจตจำนงของผู้เขียนนั้น ผู้เขียนต้องอาศัยหลักการในการเขียน คือ

1. การคิด ซึ่งจิตรา แสงพลสิทธิ์ และคนอื่น ๆ (2520 : 270) กล่าวว่า หลักสำคัญของการเขียนชิ้นงานใดก็ตามย่อมประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ ความคิดและการถ่ายทอดความคิด

ความคิด เป็นจุดกำเนิดที่ทำให้เกิดงานเขียน ความคิดหรือความสนใจของผู้เขียนจะเนียบแหลม ลึกซึ้ง มีคุณค่าสาระมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับพื้นฐานการศึกษา ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

การถ่ายทอดความคิด เป็นการนำเอาความคิดออกมาเสนอผู้อ่านโดยใช้ภาษาเขียนเป็นสื่อ

2. การเขียน จัดเป็นขั้นที่ 2 ของงานเขียนที่มีผลมาจากการคิด การเขียนเป็นการแสดงความคิด ความรู้สึกไปสู่ผู้อ่าน ซึ่งมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การใช้คำ ถือเป็นความสำคัญอันดับแรกของการเขียน ผู้เขียนจะต้องมีความรู้เรื่องคำ จึงจะสามารถเลือกสรรถ้อยคำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับเรื่องได้ เพราะคำแต่ละคำมีความหมายเฉพาะตัว มีโอกาสและความเหมาะสมต่างกันออกไป

2.2 ประโยค คือ กลุ่มคำซึ่งประกอบกันเป็นข้อความ มีภาคประธานและภาคแสดง โดยปกติประโยคในภาษาไทยมีการเรียงลำดับ ประธาน กริยา กรรม ส่วนขยาย จะอยู่หลังส่วนที่มันขยายประโยคจะมีน้ำหนักชัดเจน หรือคลุมเครือก็ขึ้นอยู่กับวิธีเรียงคำเข้าประโยค

2.3 ย่อหน้า ในการเขียนย่อหน้านั้น ผู้เขียนจะต้องสื่อสารอย่างมีความมุ่งหมายที่แน่นอน เสนออะไรต่อผู้อ่านในย่อหน้านั้นๆ ย่อหน้าที่ดีจะช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจความคิดของผู้เขียน สามารถแยกขั้นตอน และติดตามดำเนินเรื่องไปตามลำดับได้สะดวก

2.4 ท่วงทำนองการเขียน หรือลีลาสนทนา คือ การเลือกสรรถ้อยคำและเรียบเรียงถ้อยคำ วลี ประโยค ให้ความหมายตรงตามความต้องการ มีลักษณะเฉพาะตนหรือเป็นแบบแผนของแต่ละบุคคล ท่วงทำนองการเขียนที่ดีต้องมีลักษณะ ดังนี้

2.4.1 ความชัดเจน สามารถใช้ถ้อยคำภาษาหรือความหมายได้หลายทาง

2.4.2 ความกระชับของถ้อยคำ สามารถเลือกคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับความ ต้องการมากที่สุด

สรุปได้ว่าการเขียนนั้น ต้องอาศัยความคิด และความคิดนั้นต้องแจ่มแจ้งต่อเนื่องโดยอาศัยความรู้ในเรื่องที่จะเขียน และมีหลักการเลือกสรรถ้อยคำ ประโยค รูปแบบ และท่วงทำนองการเขียนที่เหมาะสมตรงตามความต้องการที่จะเสนอแก่ผู้อ่าน การเขียนนั้นจึงจะมีประสิทธิภาพ

8.3 การพูด

8.3.1 องค์ประกอบของการพูด

สุภาวดี แสงพลสิทธิ์ และคนอื่นๆ (2526 : 9-13) กล่าวว่า วัฏจักรของการพูดที่สมบูรณ์ประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ผู้พูด คือ ผู้ที่แสดงความสามารถถ่ายทอดความรู้สึก ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ทศนคติ ตลอดจนความคิดเห็นของตนเองไปสู่ผู้ฟัง โดยการใช้เสียง กิริยาท่าทางและบุคลิกภาพของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เนื้อเรื่องที่พูด เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการพูดทุกครั้ง ผู้พูดที่มีความสามารถจะต้องเลือกพูดในเรื่องที่ตนถนัด เพราะมีความรู้ในเรื่องนั้นจริงๆ และก่อนพูดก็ต้องมีการเตรียมเรื่องให้พร้อม มีสำเนาเนื้อเรื่อง และบทสรุป จะทำให้ผู้ฟังเข้าใจดีขึ้น
3. ผู้ฟัง คือ ผู้รับการสื่อความหมาย ผู้พูดจะประสบผลสำเร็จได้ดี ถ้ารู้จักผู้ฟังว่าผู้ฟังในการพูดแต่ละครั้งนั้นเป็นใคร อายุ เพศ การศึกษา และสถานการณ์ทางสังคมเป็นอย่างไร เพราะสิ่งเหล่านี้เมื่อต่างกันก็จะทำให้ผู้ฟังมีความเข้าใจและต้องการในสิ่งต่าง ๆ ต่างกันอีกด้วย
4. เครื่องมือสื่อความหมาย หมายถึง สิ่งที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้สึก ความคิด ของผู้พูดไปสู่ผู้ฟัง เช่น เสียง กิริยาท่าทาง การเน้นหรือย้ำข้อความเพื่อให้ผู้ฟังมองเห็นภาพพจน์ได้ชัดเจน และรวมทั้งความกระตือรือร้นในการพูดด้วย
5. ความมุ่งหมายในการพูด และผลที่เกิดจากการพูดในแต่ละครั้ง ผู้พูดจะต้องวางจุดมุ่งหมายในการพูดทุกครั้ง และสามารถวัดผลการพูดว่าได้ตรงตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ จากการแสดงออกของผู้ฟัง เพราะนักจิตวิทยาการศึกษาได้กล่าวว่า บุคคลจะแสดงออกก็ต่อเมื่อได้มีสิ่งเร้า ฉะนั้น ผู้พูดจึงเป็นสิ่งเร้าเพื่อให้ผู้ฟังแสดงออก เพื่อไปสู่จุดมุ่งหมายที่ผู้พูดต้องการนั่นเอง

8.3.2 ลักษณะการพูดที่ดี

การพูดทุกครั้งควรจะพูดให้ดี ไม่ใช่ดีแต่พูด แต่การพูดให้ดีนั้นต้องมีการเตรียมตัวให้พร้อม ตามองค์ประกอบของการพูดดังนี้

1. การพูดที่มีความมุ่งหมายดี ผู้พูดจะต้องทราบแน่ชัดว่าพูดเพื่ออะไร เพราะจะได้เตรียมการพูดให้ถูกต้อง ความมุ่งหมายในการพูดมีสองประการ คือ
 - 1.1 ความมุ่งหมายทั่วไป จะเหมือนกันหมดในการพูดทุกครั้ง ไม่ว่าจะพูดสั้นหรือยาว คือ ให้ผู้ฟังสนใจและตั้งใจฟัง เข้าใจ ประทับใจ และถูกใจในเรื่องที่พูดดี
 - 1.2 ความมุ่งหมายเฉพาะสำหรับการพูดแต่ละครั้ง เพื่อจะได้จัดข้อความ ถ้อยคำ และวิธีการพูดให้สอดคล้องกันไป เช่น พูดเพื่อให้ข่าวสารความรู้ เพื่อให้ความบันเทิงหรือเพื่อเกลี้ยกล่อม เป็นต้น
2. มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้ การพูดควรให้พอดีกับเวลาที่กำหนดให้ พูดจบก่อนเวลาที่กำหนดดีกว่าพูดเกินเวลา การพูดเน้น และได้ความสำคัญครบถ้วนตามที่ต้องการในเวลาดีกว่า เร่งพูดให้หมดทุกถ้อยกระทางตามที่เตรียมไปให้จบก่อนเวลาเพื่อเอาใจผู้ฟัง เพราะการพูดเร่งเกินไป ผู้ฟังย่อมไม่รู้เรื่อง และเวลาที่กำหนดให้ยังสั้นเท่าไรก็ต้องมีการเตรียมตัวมากขึ้นเท่านั้น
3. การใช้ถ้อยคำ ถ้อยคำที่ใช้มีอยู่ 3 ชั้น คือ
 - 3.1 การพูดถ้อยคำที่เป็นจริง นับเป็นเบื้องต้นที่สุดของการพูด ต้องเน้นความจริงเพียงเฉพาะการพูดเพื่อถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ และความรู้สึกนึกคิดอย่างจริงจังในขณะที่พูดเท่านั้น เมื่อมีการเรียนรู้มากขึ้นก็จะได้ทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ มากขึ้นเป็นลำดับไป และการพูดจากใจจริงนี้ จะเป็นสิ่งช่วยสร้างบุคลิกภาพของผู้พูดให้มีชีวิตชีวาเป็นธรรมชาติ

3.2 การพูดด้วยถ้อยคำที่มีประโยชน์ คือ นอกจากจะพูดจากใจจริงแล้วก็ควรเป็นประโยชน์แก่ผู้ฟัง อย่าให้เสียเวลาของผู้ฟังไปด้วยการพูดเพื่อเจ้อ เป็นต้น การพูดที่มีประโยชน์นั้นจะต้องพูดในแง่เสนอข้อแนะนำในทางสร้างสรรค์ และก่อให้เกิดความคิดไปในทางข้างหน้าไม่ใช่พูดแบบยอมรับการวิเคราะห์สิ่งที่เกิดขึ้นแล้ว

3.3 การพูดด้วยถ้อยคำที่เป็นที่พอใจแก่ผู้ฟัง เมื่อผู้พูดสามารถกำหนดถ้อยคำอันเกิดจากใจจริง และมีประโยชน์ดีแล้ว ก็จะต้องใช้ชั้นเชิงความสามารถเพื่อพูดให้ผู้ฟังเกิดความรู้ความเข้าใจตามที่ต้องการ หรือสามารถโน้มน้าวให้ผู้ฟังเห็นคล้อยตามได้เป็นที่สุด

4. มีบุคลิกภาพ การพูดก็เหมือนกับการเรียงความ แต่ต่างกันที่การพูดผู้ฟังจะมีโอกาสได้เห็นตัวผู้พูด ได้เห็นท่าทางกิริยาอาการแสดงออก ฉะนั้น จึงมีข้อแนะนำหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการแสดงออก เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกใช้และปรับปรุงให้สอดคล้องกับอุปนิสัย และความเหมาะสมของแต่ละคน คือ ทุกคนจะต้องเป็นตัวของตัวเองในการพูด แต่ก็ควรเป็นตัวของตัวเองตามหลักเกณฑ์ที่ได้ปรับปรุงแล้ว โดยตั้งจุดประสงค์ของการปรับปรุงตัวไว้ดังนี้

4.1 เพื่อให้การพูดเป็นแบบธรรมชาติ ไม่ประหม่าและมีความจริงใจน่าเชื่อถือ

4.2 เพื่อช่วยให้ผู้ฟังเข้าใจแจ่มแจ้งยิ่งขึ้น โดยการใช้ท่าทาง

4.3 เพื่อช่วยในการเน้น โดยใช้ น้ำเสียง ท่าทาง สีหน้า แววตา เป็นต้น

4.4 เพื่อช่วยให้เกิดความหลากหลายในการพูด ทั้งมือ ท่าทาง น้ำเสียงแสดงประกอบ สลับกันไปมาไม่จำเจ

4.5 เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้พูดกับผู้ฟังให้เกิดขึ้น โดยเฉพาะการประสานสายตา และการทำท่าทางที่เป็นการเรียกร้องความสนใจ

8.3.3 การใช้ท่าทางทางหน้า

1. การแสดงสีหน้า สร้างอารมณ์ บรรยากาศและความสัมพันธ์กับคนฟังจะต้องแสดงความรู้สึกจริงใจ คือ สามารถประสานตากับผู้ฟังโดยตรงไปตรงมา

2. การวางท่าเป็นหลักให้ดี คือ จะยืนหรือนั่งก็ตามจะต้องเป็นไปตามสบายไม่แข็งขันตัว และไม่ปล่อยตัวจนตัวห่อหรือโง่งนเอนเอียง

3. การเคลื่อนไหว เปลี่ยนอารมณ์ ความสัมพันธ์และเรื่องจะทำให้ผู้ฟังเกิดความสนใจแต่ต้องเป็นไปอย่างเหมาะสม ไม่เคลื่อนไหวมากเกินไปจนผู้ฟังเวียนศีรษะ

4. การแสดงท่าทาง คือ การใช้มือประกอบการพูดหรือเน้นเพื่อให้จริงจังกระจ่างชัด

8.3.4 หลักเกณฑ์ในการวิจารณ์การพูด

พิสมัย ถิทะแก้ว (2524 : 82-83) ได้กล่าวว่า การพิจารณาการพูดต้องดูหลาย ๆ ด้านดังนี้

1. การแสดงออกขณะที่พูด ให้สังเกตพิจารณาบุคลิกภาพทั่ว ๆ ไป อันรวมถึงการแต่งกาย และการเดินออกมาปรากฏตัวก่อนพูดด้วย ท่าทางการพูดด้วยความมั่นใจ และพูดเป็นไปแบบธรรมชาติเพียงไร มีความสามารถในการสร้างบรรยากาศให้เหมาะสมกับเรื่องราว มีความกระตือรือร้นที่จะพูดและการพูดคล่องตัวหรือไม่ อย่างไร

2. เสียง ให้พิจารณาเรื่องระดับเสียง กระแสเสียง ติลลของเสียง (การเล่นเสียง) เหมาะสมกับเรื่องราวอย่างไร น้ำเสียงชัดเจนหรือไม่ การออกเสียงถูกต้องหรือผิดอย่างไร

3. ภาษา ให้พิจารณาเกี่ยวกับการใช้ภาษาพูด ใช้ถ้อยคำกระชับรัดกุมแต่ได้ความเด่นเกินความลึกหรือกำกวม วลีไปเวียนมา ซ้ำซาก หรือติดอยู่กับคำบางคำ พุดคำที่ไม่มีมีความหมายอยู่เกือบตลอดเวลา ภาษาที่ใช้เหมาะกับโอกาสและประทับใจผู้ฟังเพียงไร

4. เนื้อหาสาระ เรื่องที่พูดนั้นมีจุดมุ่งหมายอย่างไรหรือไม่ ความคิดหลักที่น่าเสนอชัดเจนถูกต้องตามความเป็นจริงเพียงไร ผู้พูดได้เสนอแนวคิดเชิงสร้างสรรค์หรือไม่ ผลความที่นำมาประกอบเรื่องที่จะพูดเหมาะสม สอดคล้องกันดีเพียงใด

5. การเรียบเรียงเรื่อง การเปิดประโยคทักทายผู้ฟังนั้นดึงดูดความสนใจผู้ฟังได้แค่ไหน การเกริ่นนำเข้าสู่เรื่อง เข้าใจ น่าสนใจหรือไม่ การโยงเนื้อเรื่องไปสู่ความคิดหลักนั้นสับสนหรือไม่ และการลำดับเรื่องราวความคิดเป็นไปตามลำดับดีเพียงไร การสรุปเรื่องที่พูดได้เหมาะสมหรือไม่อย่างไร และการปิดประโยคตรึงใจผู้ฟังได้หรือไม่

6. อากัปกริยาท่าทาง ท่าทางประกอบขณะนั้นเป็นไปตามธรรมชาติและเหมาะสมกับบรรยากาศเพียงไร เช่น การใช้มือ ใช้ศีรษะประกอบการพูด เพื่อบ่งชี้ความหมาย การแสดงออกทางสีหน้าแววตา เป็นไปตามเรื่องที่พูดเพียงไร และขณะพูดมีการประสานสายตากับผู้ฟังหรือไม่

8.4 โครงการงานวิทยาศาสตร์

8.4.1 ความหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2528 :13) ให้ความหมายของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีหลักเกณฑ์และต้องสำเร็จในตัวเอง ผู้ศึกษาจะต้องมีความละเอียดรอบคอบ มีการศึกษาและบันทึกผลที่ได้จากการศึกษาไว้ตามลำดับทุกครั้ง การวางรูปแบบโครงการงานวิทยาศาสตร์ควรจะต้องดำเนินการล่วงหน้าให้รัดกุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 1) ให้ความหมายของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การทำโครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครูหรือผู้ทรงคุณวุฒิตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้า ดำเนินการ วางแผน ออกแบบ ประดิษฐ์ สืบค้น ทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการแปลผล และการเสนอผลงาน

สรุปได้ว่า โครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรืองานวิจัยเล็กๆ ของนักเรียนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือการแก้ปัญหา หรือข้อสงสัยของนักเรียนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ควบคุมอย่างใกล้ชิด

8.4.2 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มาฆะ ทิพย์ศิริ (2543 : 5) ได้กล่าวถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ มี 5 ขั้นตอน คือ

- 1) ปัญหาหรือข้อสงสัยที่นักเรียนพบเห็น
- 2) สมมติฐาน หรือคำตอบชั่วคราว
- 3) กำหนดวิธีที่ดีที่สุดในการตอบปัญหา ซึ่งอาจทำได้โดยการสังเกต หรือการทดลอง
- 4) เก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้อาจจะขัดแย้งกับสมมติฐาน หรือสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก็ได้
- 5) นำข้อมูลที่ได้มาสร้างองค์ความรู้ใหม่

ในการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์นั้น เราอาจลำดับขั้นตอนได้ดังนี้ คือ

เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ จะให้นักเรียนเริ่มตอบปัญหาหรือข้อสงสัยนั้น ซึ่งเราจะเขียนว่าสมมติฐาน หรือคำตอบชั่วคราว

เมื่อได้คำตอบชั่วคราวแล้ว ก็จะเริ่มกำหนดจุดมุ่งหมายของการตอบปัญหา และกำหนดวิธีการที่ดีที่สุดในการตอบปัญหา ซึ่งอาจทำได้ 2 วิธี คือ

1. โดยการสังเกตและรวบรวมข้อมูล

2. โดยการทดลอง เพื่อยืนยันผลหลังจากการสังเกต หรือทดลองแล้ว นักเรียนจะเป็นผู้รวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์

ถ้าข้อมูลที่ได้นับสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก็ใช้ข้อมูลที่ได้เป็นรากฐานในการสำรวจความรู้ใหม่ต่อไป แต่ถ้าข้อมูลที่ได้เกิดขัดแย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ก็ต้องตั้งสมมติฐานใหม่

เงื่อนไขการทำงานของนักเรียน มีดังนี้

1. นักเรียนจะต้องเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นหรือชี้แนะ
 2. นักเรียนจะต้องเป็นวางแผนแก้ปัญหา และตั้งสมมติฐานเอง
 3. นักเรียนดำเนินการทดลอง ศึกษาค้นคว้าตามที่ได้อวางแผนไว้โดยมีครูเป็นผู้ดูแลอย่างใกล้ชิด
 4. นักเรียนจะต้องเป็นผู้รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
 5. หลังจากทำงานเสร็จแล้ว ครูจะต้องเป็นผู้หาสถานที่ให้นักเรียนเสนอผลงาน
- 8.4.3 ขอบเขตเนื้อหาของโครงงานวิทยาศาสตร์

ขอบเขตเนื้อหาโครงงานวิทยาศาสตร์ ควรจะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรเป็นเรื่องง่าย ๆ ของนักเรียน เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้ความสามารถ

โครงงานวิทยาศาสตร์ ถ้าแบ่งตามวิธีการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา หรือแบ่งตามวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 7-29) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 7-17) และ มาชะ ทิพย์ศิริ (2543 : 7-8) ได้แบ่งโครงงานวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจรวบรวมข้อมูล เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทที่ตอบปัญหาหรือข้อสงสัย โดยการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล ไม่จำเป็นต้องจัดหรือกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง นักเรียนจะทำงานโดยใช้ทักษะการสำรวจ ทักษะการรวบรวมข้อมูล เพื่อให้เห็นความสำคัญของเรื่องหรือปัญหาที่นักเรียนสงสัยนั้น ในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลทำได้หลายแบบ เช่น การออกไปเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยเก็บเป็นภาพถ่าย หรือบันทึกข้อมูล หรือเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการอีกครั้งหนึ่งก็ได้ ตัวอย่างโครงงานประเภทนี้ ได้แก่ การสำรวจชนิดของพืชในห้องถื่น การสำรวจสัตว์ในห้องถื่น การสำรวจวงจรชีวิตของแมลง ฯลฯ

โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทนี้เป็นโครงงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเพื่อตอบคำถามเพื่อรู้เท่านั้น การนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้น้อยและจุดอ่อนของโครงงานประเภทนี้อยู่ตรงที่ไม่ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปร

2. โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง ลักษณะเด่นของโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง คือ ต้องมีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่ออีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยมีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการศึกษาไว้ หรืออาจกล่าวได้ว่า โครงงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลองจะต้องมีการกำหนดตัวแปร ได้แก่

- ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ คือ สิ่งที่เราต้องการจะศึกษา
- ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องการจะวัดหรือผลการทดลอง
- ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งที่ไม่ต้องการจะศึกษา เป็นสิ่งที่เราต้องควบคุมไว้ให้คงที่

มีฉะนั้น จะมีผลทำให้ตัวแปรตามคลาดเคลื่อน

ตัวอย่าง เช่น ต้องการจะศึกษาว่า แสงสีอะไรเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า อาจจะกำหนดสีของแสงนั้น 5 สี ได้แก่ แดง ม่วง เขียว เหลือง และน้ำเงิน โดยการออกแบบการทดลองต้องมีการปลูกผักคะน้า 5 แปลง แต่ละแปลงให้แสงแต่ละสีจากที่กล่าวข้างต้น

- ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ คือ สีของแสง
- ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโต ซึ่งอาจใช้เกณฑ์วัดความสูง นับจำนวนใบ ชั่งน้ำหนัก
- ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ พันธุ์ผักคะน้า ปริมาณน้ำที่รด ดิน ระยะห่างระหว่างต้น ขนาด

ของแปลง จำนวนต้นต่อแปลง

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นลักษณะของโครงการประเภทการทดลอง ซึ่งโครงการประเภทนี้ทำกันอย่างแพร่หลายมาก ข้อดีของโครงการประเภทนี้จะมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ขั้นตอน คือ ตั้งแต่การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง รวบรวมข้อมูล และสรุปผล นอกจากนั้นโครงการประเภททดลองเป็นโครงการที่ ผูกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรอีกด้วย ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ

3. โครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นการนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ซึ่งอาจคิดประดิษฐ์ใหม่ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ โครงการนี้จะรวมถึงแบบจำลองได้ เช่น เครื่องพ่นยาอัตโนมัติ เครื่องอบกล้วย หุ่นยนต์ใช้งานในบ้าน เป็นต้น

4. โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททฤษฎี เป็นการเสนอทฤษฎี หรือหลักการ หรือแนวความคิดใหม่ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบายก็ได้ โดยผู้เสนอจะต้องกำหนดตกลงขึ้นมาแล้วนำเสนอ

8.4.4 คุณค่าของโครงการวิทยาศาสตร์

การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากจะมีคุณค่าทางด้านการฝึกให้นักเรียนมีความรู้ ความชำนาญและมีความมั่นใจในการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้น หรือค้นหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง แล้วยังให้คุณค่าในด้านอื่นๆ อีก คือ

1. สร้างความสำนึกและความรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง
2. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาและแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจ
4. ช่วยให้นักเรียนแสดงความสามารถพิเศษของตนเองออกมา
5. สร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนอยากเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น
6. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครู นักเรียน และชุมชน

8.5 การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ชวาล แพรัตกุล (2520 : 379-405) ให้ความหมายของการประเมินค่าไว้ว่า หมายถึง การตีราคาสິงต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าดี-เลว หรือเหมาะสมเช่นไร หลักเกณฑ์การประเมินค่าประกอบด้วย 3 ประการ ดังนี้

1. ลักษณะการของการประเมินค่า ได้แก่ การติชม รวบยอดว่าเรื่องใดดี เลว เหมาะสม ควรไม่ควร หรือการวินิจฉัยตัดสินชี้ขาดขั้นสุดท้ายว่าเรื่องนั้นมีความถูกต้องตรงเป้าหมายเพียงใด เชื่อถือได้หรือไม่ได้ หรือสอดคล้องขัดแย้งกับสิ่งใด รวมถึงการวิจารณ์และแสดงความคิดเห็นต่อเหตุการณ์ และการกระทำต่าง ๆ ว่าควรประพฤติปฏิบัติเช่นนั้นหรือไม่

2. สิ่งที่ยิบมาตีราคา ได้แก่ รูปร่าง ลักษณะที่เป็นรูปธรรมหรือคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรม เช่น วินิจฉัยความถูกต้องเหมาะสมต้งามของคุณลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุสิ่งของให้ประเมินสภาพ และฐานะของเหตุการณ์นั้น ๆ วิธีปฏิบัติและวิธีใช้ในการแก้ไข

3. การตีราคาอย่างมีหลักเกณฑ์ หมายความว่า ในการติชมเรื่องใดสิ่งใดก็ตามจำเป็นที่เราจะต้องมีเกณฑ์หรือมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งสำหรับใช้ในการวินิจฉัยสิ่งเหล่านั้นก่อนเสมอ

จะเห็นว่า การประเมินค่าเป็นการตีราคาสິงต่าง ๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นมีคุณค่าเหมาะสมเพียงใด หลักเกณฑ์การประเมินค่าอาศัยลักษณะของการประเมินค่าจากสิ่งที่ยิบยกมาประเมินและต้องประเมินอย่างมีหลักเกณฑ์หรือคำนึงถึงมาตรฐานในสิ่งที่จะประเมิน ในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ จะวัดพฤติกรรมตั้งแต่การเลือกรูปแบบจนถึงขั้นเสนอผลงานโดยใช้หลักการปฏิบัติจริง ซึ่งในการวัดการปฏิบัติงานจริงนี้มีสิ่งที่จะวัด 2 ประการ คือ ความสามารถและทักษะในการปฏิบัติกับการวัดพฤติกรรมของนักเรียน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลการปฏิบัติงาน สามารถแยกเป็น 2 ส่วน คือ วิธีการ (Procedure) และผลงาน (Product)

วิธีการ (Procedure) คือ ชุดหรือลำดับขั้นตอนของการกระทำของนักเรียน ส่วนผลงาน (Product) ก็คือ ผลงานจากการปฏิบัติตามวิธีการนั้น ตัวอย่าง เช่น การพิมพ์ดีด วิธีการ ได้แก่ การนั้น การวางนิ้วบนแป้นให้เหมาะสมก่อนเริ่มพิมพ์ การจับตาดูอยู่ที่สิ่งพิมพ์มากกว่าตัวอักษรบนแป้น การเคาะแป้นแต่ละนิ้ว เป็นต้น ส่วนผลงานคือ สิ่งตีพิมพ์ได้ ในการวัดวิธีการเช่น วิธีการใช้เครื่องมือในการทดลอง วิธีการแก้ปัญหาผู้วัดจะต้องใช้เวลาในการสังเกตการปฏิบัติทุกขั้นตอนจะต้องตั้งจุดมุ่งหมายไว้ว่าจะดูอะไรบ้าง โดยเน้นประสิทธิภาพและความแม่นยำของการดำเนินงาน ขณะประเมินจะต้องใช้ผู้ถูกประเมินอยู่ในสภาวะที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด คือ ปกติวิสัยแล้วเขาจะปฏิบัติอย่างไร ส่วนการวัดผลงาน เป็นการวัดที่เป็นอัตนัยมาก และงานแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์ในการประเมินต่างกันไป ซึ่งจะต้องมีมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ยอมรับในระดับหนึ่งๆ การตั้งเกณฑ์หรือมาตรฐานจะต้องคำนึงถึงอายุของนักเรียน ระดับบุคลิกภาพและประสบการณ์ของนักเรียน การตัดสินผลงานต้องเลือกเกณฑ์ให้เหมาะสมกับผลงานของนักเรียน ไม่ควรเปรียบเทียบผลงานที่ผลิตโดยผู้มีวิชาชีพ

2. การวัดทางด้านพฤติกรรมของนักเรียนนอกจากอยากรู้ว่านักเรียนคิดอย่างไรนักเรียนรู้สึกอย่างไร นักเรียนปฏิบัติได้อย่างไรแล้ว ยังมีพฤติกรรมของนักเรียนบางอย่างที่ต้องวัดด้วย เช่น ขณะที่อยู่ในห้องเรียน นักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไร นักเรียนมีความตั้งใจในการทำงาน มีความรับผิดชอบให้ความร่วมมือ มีความสนใจ มีวินัยในตนเองหรือไม่

วิธีสังเกตการปฏิบัติงานจริง อาจจะใช้วิธีการต่อไปนี้

1. การสังเกตโดยตรง (Direct Observation) การสังเกตโดยตรงจากผู้สอนทำให้ได้ข้อมูลที่ถือว่า นักเรียนมีความรอบรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่ การสังเกตอาจจะต้องเลือกว่า จะสังเกตตามโครงร่างที่กำหนดไว้หรือไม่ต้องมีโครงร่าง

2. การสัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุด ทำให้รู้สาเหตุการณที่เกิดขึ้นในตอนที่ทำท่านเกิดขึ้นในตอนที่ทำท่านไม่ได้สังเกตด้วยตนเองนั้นเป็นอย่างไร การสัมภาษณ์ สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง เช่น อาจสัมภาษณ์ความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างที่อยู่ในสถานการณ์เดียวกัน

3. การเขียนรายงาน (Self - Reprot) เป็นการให้นักเรียนเขียนรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมของตนเอง เหมือนการสัมภาษณ์ เพียงแต่ไม่มีคนคอยตั้งคำถามเท่านั้นเอง

4. นักเรียนสังเกตกันและกัน (Peer Review) การเก็บข้อมูลโดยวิธีการนี้จะขอให้นักเรียนสังเกตซึ่งกันและกัน แล้วรายงานผลการสังเกตโดยการวิจารณ์เปรียบเทียบ ประโยชน์ของเทคนิคนี้ คือ ช่วยประหยัดเวลานักเรียนบางคนสามารถปฏิบัติงานได้ดีถ้ามีอิสระไม่ถูกรบกวน ประโยชน์อีกประการคือ นักเรียนสามารถจะเรียนรู้ว่า การที่เขาทำสิ่งต่าง ๆ โดยที่คนอื่นเฝ้าดูเขายังจะใช้ทักษะหรือพฤติกรรมเหมือนเดิมหรือไม่

8.5.1 เครื่องมือประเมิน

ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสังเกต จะต้องเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ การสังเกตที่ดีจึงต้องมีเครื่องมือต่าง ๆ เหล่านี้ประกอบด้วย

1.. แบบสำรวจรายการ (Check List) ประกอบด้วย รายการที่แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน กิจกรรมต่าง ๆ หรือพฤติกรรมที่ผู้สังเกตทราบ ว่า การกระทำหรือพฤติกรรมต่าง ๆ เกิดขึ้นตามรายการที่กำหนดไว้หรือไม่เท่านั้น แต่ไม่ช่วยในการพิจารณาคุณภาพหรือจำนวนครั้งของการกระทำที่เกิดขึ้น เครื่องมือนี้มีประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลของขบวนการ หรือวิธีการที่ได้แบ่งแยกการกระทำ การแสดงหรือการปฏิบัติต่าง ๆ ออกอย่างชัดเจน เช่น การทดลองเคมี การใช้เครื่องยนต์ เป็นต้น

2. มาตรฐานค่า (Rating Scale) การวัดความสามารถและทักษะในการปฏิบัติงานกับพฤติกรรมของนักเรียนจะใช้การสังเกตของครูเข้าร่วมการเก็บข้อมูล ซึ่งก็มีข้อบกพร่องที่เกิดจากการสังเกตของครู คือ มีโอกาสที่จะมีระดับของความปรนัยต่าง ๆ ความลำเอียง หรือความประทับใจ อาจมีอิทธิพลต่อการสังเกตได้ เครื่องมือที่จะช่วยให้การสังเกตมีความเป็นปรนัยมากขึ้น ได้ข้อมูลอย่างเป็นระบบดีขึ้น ก็คือ “มาตรฐานค่า” (Rating Scale) ซึ่งตามปกติจะประกอบด้วยพฤติกรรมที่จะตัดสินและมาตราที่จะใช้ตัดสินว่าอยู่ในระดับใด ซึ่งจะมีผลเพียงไรขึ้นอยู่กับมาตรฐานค่าว่ามีการสร้างไว้ดีเพียงไร และใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมเพียงไร

มาตราประมาณค่าแม้จะมีข้อจำกัดอยู่มากมายหลายข้อ แต่ก็สามารถเป็นเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงลักษณะของมาตราประมาณค่า มีการเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียนหรือลักษณะความสามารถกับมาตรฐานที่ตั้งไว้ก่อนแล้วว่าระดับสูง กลาง ต่ำ หมายถึง พฤติกรรมอะไร หรือต้องมีลักษณะความสามารถอย่างไร ซึ่งส่วนใหญ่จะตั้งไว้ในใจ จึงเสมือนจัดตำแหน่งนักเรียนบนมาตรฐานคงที่ตามตัวที่มีอยู่ก่อนแล้ว มาตราประมาณค่าแบบนี้มีข้อดีตรงที่สามารถเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มได้ เพราะใช้ผู้ประมาณค่าคนเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน และสามารถใช้กับกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ แต่ก็มีข้อจำกัดเหมือนกัน เช่น ผู้ประมาณค่าต้องฝึกฝนมาพอสมควร จึงจะใช้ได้เหมาะสม ต้องรู้และระลึกอยู่เสมอว่ากำลังประมาณค่าคุณสมบัติใด บางทีมาตรฐานเปลี่ยนไป ดังนั้น เมื่อใช้หลายคนประมาณค่านักเรียนกลุ่มเดียวกัน หรือนำค่าประมาณมาเปรียบเทียบกัน ต้องตั้งเกณฑ์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันสำหรับมาตราประมาณค่าและระดับของมาตรฐานประมาณค่าทั้งแบบ 3,5,7 ระดับ แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1. มาตรฐานค่าแบบตัวเลข (Numerical Rating Scale) เป็นแบบง่ายที่สุดผู้สังเกตจะทำเครื่องหมายบนตัวเลข หรือวงกลมรอบตัวเลขที่แทนระดับพฤติกรรม ตามปกติแล้วจะอธิบายความหมายของตัวเลขไว้ก่อนในตอนต้นและใช้ในความหมายเดียวกันหมดทุกมาตราอาจใช้กี่ระดับก็ได้ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระหว่าง 3-9 ระดับ และมักใช้จำนวนนี้เพื่อให้ค่าตรงทางแทนค่าเฉลี่ยของมาตรานั้น

2. มาตรฐานค่าแบบพรรณนา (Descriptive Rating Scale) แบบนี้จะเขียนคำบรรยายบอกระดับของคุณลักษณะนั้น ๆ ไว้ว่าเป็นอย่างไร ระดับคุณลักษณะมักจะเขียนเป็นจำนวน 3,5,7 ระดับ เมื่อเลือกว่าคุณลักษณะของสิ่งนั้นตรงกับระดับใด ก็บันทึกเครื่องหมายลงที่ระดับนั้น

3. มาตรฐานค่าแบบกราฟ (Graphic Rating Scale) แบบนี้จะถามคุณลักษณะใดก็จะเขียนคุณลักษณะนั้นไว้ แล้วมีระดับความเข้ม ความถี่ โดยแบ่งเป็นช่วงระดับ แล้วมีคำบรรยายอยู่ข้างใต้ด้วย ผู้วัดจะต้องพิจารณาว่า นักเรียนมีคุณลักษณะตรงกับช่วงระดับใดก็บันทึกสรุปในช่วงนั้น ซึ่งต่างจากมาตราประมาณค่าแบบตัวเลขตรงที่ใช้ค่าต่าง ๆ แบบรหัส

8.5.2 การสร้างมาตรฐานค่า

การสร้างมาตรฐานค่าก็เช่นเดียวกับการสร้างเครื่องมือวัดอื่นๆ ที่มุ่งใช้ค่าวัดหรือค่าที่กะประมาณไว้เป็นค่าที่มีความเที่ยงตรง และเชื่อมั่นได้สูงเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดและยังมีความสัมพันธ์อื่นๆ ประกอบอีก ความเป็นปรนัย ใช้สะดวกเหมาะสมกับสิ่งที่กะประมาณค่ามีความคลาดเคลื่อนน้อย ข้อเสนอแนะที่สำคัญมีดังนี้

1. ชี้แจงจุดมุ่งหมายในการสอนในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สังเกตได้ ถ้ากำหนดจุดประสงค์การเรียนการสอนให้เป็นเชิงพฤติกรรมได้ ก็จะช่วยให้อาสาสมัครนิยามตัวแปร ที่ประมาณค่าได้ชัดเจน ในรูปของนิยามเชิงปฏิบัติการได้ง่ายขึ้น และนำไปสร้างมาตรฐานค่าได้สะดวกขึ้น

2. เลือกลักษณะที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จ เลือกวัดทักษะหรือตัวแปรย่อยที่เป็นตัวกำหนดความสำเร็จหรือล้มเหลวในกิจกรรมนั้น กล่าวคือ ต้องเลือกตัวแปรสำคัญนั้นเองตามปกติจะเลือกตัวแปรย่อยๆ แล้วคัดเลือกให้เหมาะสมกับจุดประสงค์กับกลุ่มเวลา เครื่องมือ ฯลฯ และพยายามเลือกตัวแปรที่สังเกตได้ง่ายกว่าตัวแปรที่สังเกตยาก

3. นิยามตัวแปรที่เลือกไว้ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้ เมื่อเลือกตัวแปรได้แล้วนิยามตัวแปรที่วัดเหล่านั้นออกมาเป็นนิยามที่วัดได้ สังเกตได้ คือ เป็นนิยามเชิงพฤติกรรมเชิงปฏิบัติการ (Operational Definition) ของตัวแปรที่เลือกไว้

4. กำหนดค่าน้ำหนักของตัวแปร ตัวแปรที่เลือกมาประเมินค่ามีน้ำหนักของความสำคัญต่างกัน ดังนั้น การให้น้ำหนักคะแนนมักใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5. เลือกและสร้างมาตรฐานค่าตามแบบที่เหมาะสม ขึ้นต่อนิยามและกำหนดน้ำหนักตัวแปร คือ เลือกและสร้างด้วยแบบที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

5.1 จะนำค่าที่ได้จากการประมาณค่าไปใช้อย่างไร

5.2 ความสามารถของผู้ที่ประมาณค่าในการใช้เครื่องมือที่ง่ายหรือไม่เพียงไร

5.3 ตัวแปรที่จะตัดสินมีลักษณะอย่างไร แคบ กว้าง สังเกตได้ยากง่ายเพียงไร

5.4 สถานการณ์ที่ประมาณค่า เช่น กลุ่มเล็กใหญ่

5.5 เครื่องมืออุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกในการประมาณค่า

6. เลือกจำนวนระดับของมาตรฐานค่า การเลือกใช้จำนวนชั้นของมาตรฐานค่าขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแปรว่าสามารถจำแนกได้ละเอียดเพียงตรงเพียงไร ส่วนใหญ่ใช้ระหว่าง 3 ระดับ ถึง 9 ระดับ และใช้จำนวนนี้ เพื่อมีจุดกลางเป็นจุดหลักในการพิจารณาได้

7. ทดลองใช้และปรับปรุงมาตรฐานประมาณค่า ก่อนที่จะนำมาตรฐานค่าไปใช้จริง ในฐานะเป็นเครื่องมือวัดต้องนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งเป็นตัวแทนของประชาชนที่จะใช้กับมาตรฐานค่า แล้วจัดข้อบกพร่องปรับปรุงให้สามารถใช้ได้ดีแล้วนำไปทดลองใหม่กับกลุ่มใหญ่ วิเคราะห์เชิงสถิติถึงค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น หรือออกเกณฑ์ปกติ

8. ประเมินการใช้อยู่เสมอ ทุกครั้งที่นำไปใช้ในชั้นเรียน หรือสถานการณ์อื่นต้องใช้ให้เหมาะสมกับกลุ่มประชากรของมาตรฐานค่า นั้น เช่น ถ้าเป็นมาตรฐานสำหรับนักเรียนก็ย่นนำไปใช้กับระดับวิทยาลัย เป็นต้น และทุกครั้งควรเก็บข้อมูลค่าวิเคราะห์ทางสถิติต่าง ๆ เช่น ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนและค่าสถิติอื่น ๆ เพื่อประเมินมาตรฐานและนำไปสู่การปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ทันเหตุการณ์ขึ้น

8.5.3 แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัย ของ ภาวดี เกตุ (2541 : 194-200) เรื่อง ผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้กล่าวถึง การสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ประเมินความสามารถของนักเรียน ดังนี้

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินมาตรฐานค่า (Rating Scale) โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการประเมินเป็นมาตรฐานค่าตัวเลข 3 ระดับ คือ 3, 2 และ 1 โดยทำการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ 1) การเขียนรายงาน 2) การรายงาน และ 3) ชิ้นงาน ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างรายละเอียดของการให้คะแนนการเขียนรายงาน

จุดประสงค์ของการทดลอง

3 คะแนน ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาจากวัสดุที่เลือกใช้ได้สมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน

2 คะแนน ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาจากวัสดุที่เลือกใช้โดยขาดความสมบูรณ์ ถูกต้องชัดเจนในบางส่วน

1 คะแนน ระบุสิ่งที่ต้องการศึกษาจากวัสดุที่เลือกใช้ได้สมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจนน้อยมาก

ตัวอย่างรายละเอียดของการให้คะแนนการรายงาน

การจัดระบบการรายงาน

3 คะแนน การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจน มีความต่อเนื่อง

2 คะแนน การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อที่ขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องในบางส่วน

1 คะแนน การรายงานมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อที่ขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องเป็นส่วนใหญ่

ตัวอย่างรายละเอียดของการให้คะแนนชิ้นงาน

วัสดุที่เลือกใช้

3 คะแนน เลือกวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลองได้เหมาะสม สอดคล้องกับงานที่กำหนดให้ทำ

2 คะแนน เลือกวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลองได้เหมาะสม สอดคล้องกับงานที่กำหนดให้ทำน้อย

1 คะแนน เลือกวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลองไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกับงานที่กำหนดให้ทำ

การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของ สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 72-73) ทำการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ลักษณะ คือ 1) การเขียนรายงาน และ 2)การนำเสนอผลงาน ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีเกณฑ์การพิจารณาการให้คะแนน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างรายละเอียดของการให้คะแนนการเขียนรายงาน

ชื่อเรื่อง

3 คะแนน เมื่อชื่อเรื่องมีความชัดเจนสอดคล้องกับสถานการณ์

2 คะแนน เมื่อชื่อเรื่องมีความชัดเจนแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

1 คะแนน เมื่อชื่อเรื่องไม่มีความชัดเจนและไม่สอดคล้องกับสถานการณ์

ตัวอย่างรายละเอียดของการให้คะแนนการนำเสนอผลงาน

การยกตัวอย่างประกอบ

3 คะแนน การพูดมีการยกตัวอย่างประกอบ ซึ่งสอดคล้องกับเรื่องที่พูดอย่างชัดเจน

2 คะแนน การพูดมีการยกตัวอย่างประกอบ แต่ไม่ชัดเจน

1 คะแนน การพูดไม่มีการยกตัวอย่างประกอบ

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นว่า การประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินทางด้านทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงานทั้งในส่วนที่เป็นวิธีการและในส่วนที่เป็นผลงาน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ 3 ลักษณะ คือ 1) การเขียนรายงาน ตามแบบรายงานผลการทดลอง 2) การนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) โครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัย ดัดแปลง มาจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของสุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 152-159) และภาวดี เกตุกุ (2541 : 194-200) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 3,2 และ 1 คะแนน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

เปรมจิตร บุญสาย (2541 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาหลักสูตรวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง พื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง โดยสร้างบทปฏิบัติการพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพ ได้ 5 สาขา 20 บทปฏิบัติการ แยกเป็นสาขาเทคโนโลยีการหมัก 7 บทปฏิบัติการ สาขาเทคโนโลยีของเสีย 3 บทปฏิบัติการ สาขาเทคโนโลยีการสร้างแหล่งวัตถุดิบใหม่ 4 บทปฏิบัติการ สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม 4 บทปฏิบัติการ และสาขาวิศวกรรมเอมไซม์ 2 บทปฏิบัติการ นำบทปฏิบัติการทั้ง 20 บทปฏิบัติการไปทดลองสอนเป็นเวลา 1 ภาคเรียน โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 90 คน ของโรงเรียนปรางจินดาราชบุรี อำเภอปรางค์กู่ จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีผลการเรียนด้านพุทธิพิสัย (ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ด้านจิตพิสัย (เจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะทั่วไป คุณลักษณะเพื่อพัฒนาอาชีพ คุณลักษณะเพื่อพัฒนาสังคม และคุณลักษณะเพื่อพัฒนาสุขภาพ) และด้านทักษะพิสัย (ทักษะปฏิบัติการทดลอง) ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง และนักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนทุกด้านดังกล่าวสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรเดิมของ สสวท.

สมเกียรติ แก้วจรัสสุสันติ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีสภาวะแวดล้อม เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีในผัก สำหรับหลักการวิทยาศาสตร์ บัณฑิตของสถาบันราชภัฏ แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสอน คือ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยการณในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการเคมีสภาวะแวดล้อมกับคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการเคมีสภาวะแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า บทปฏิบัติเคมีสภาวะแวดล้อม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 87.76/86.73 และเมื่อ นักศึกษาได้เรียนวิชาปฏิบัติการเคมีสภาวะแวดล้อมแล้วมีผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

ชลิตา พันธุ์อ่อน (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาหมัก แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสอน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก และมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 87.90

ทวิช แจ่มจรัส (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น : กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสอน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 30 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียนด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 86.75 และเจตคติต่อบทปฏิบัติการอยู่ในระดับดี

งานวิจัยในต่างประเทศ

ไซแมนสกี และแมททิวส์ (Shymansky and Matthews. 1974 : 16-68) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการสอน 2 วิธี คือ วิธีที่ครูเป็นผู้วางแผนกับวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนที่มีต่อพฤติกรรมของนักเรียนที่มหาวิทยาลัยฟลอริดา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนวิทยาศาสตร์เกรด 5 จำนวน 52 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งสอนโดยครูคนเดียวกัน ใช้สื่อการสอนเหมือนกันทุกประการ แต่แตกต่างกันที่พฤติกรรมการสอนของครู โดยกลุ่มที่ครูใช้วิธีที่ครูวางแผนเป็นการสอนแบบทางตรง ส่วนกลุ่มที่ครูใช้วิธีที่นักเรียนคนวางแผน เน้นการสอนแบบทางอ้อม ระหว่างครูทำการสอนทั้ง 2 กลุ่ม จะมีการสังเกตโดยตรง โดยใช้เครื่องมือสังเกตปฏิสัมพันธ์การเรียนการสอน SCAS ในช่วง 5 สัปดาห์แรก จากนั้นทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยตรงโดยผู้สังเกต 9 คน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ในช่วงหลัง การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนใช้นักเรียนเพียง 6 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีพฤติกรรมที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการแบบทางอ้อม มีความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีแบบทางตรง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบทางอ้อมมีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้สูงกว่าอีกด้วย

โอเคบูโกลา (Okebukola. 1985 : 22-231) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับ 11 จำนวน 600 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแบบสังเกตเกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียน แบบสังเกตทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจากแบบวัดเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของ ฮอฟสตัน ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมของนักเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก

X สตรอวิทซ์ และมาโลน (Strawitz and Malone. 1987 : 53-60) ได้ศึกษาความคงทนของความต้องการและความตั้งใจในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักศึกษาหญิงจำนวน 32 คน ในมหาวิทยาลัยลาร์จเชอร์เชอร์ ที่ได้รับการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม จากการสอน 2 วิธี คือ การสอนแบบบรรยายโดยไม่แนะนำการปฏิบัติทักษะกับการสอนแบบให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเองโดยมีแบบฝึกปฏิบัติและทดสอบการปฏิบัติทักษะด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่าการเรียนด้วยตนเองของนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสูงกว่าการเรียนจากครูโดยตรง ส่วนในด้านความคงทนของความตั้งใจนั้น พบว่า วิธีสอนทั้งสองวิธีให้ผลเหมือนกัน

จากการประมวลผลงานวิจัยดังกล่าวที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นให้เด็กคิด ทำและแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสูงขึ้น และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 ดังนั้นครูจึงควรใช้วิธีการจัดกิจกรรมปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีที่เหมาะสม เน้นให้นักเรียนคิด ทำและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดียิ่งขึ้น และเป็นไปอย่างเต็มศักยภาพ

9.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : 113-121) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโคกสำโรงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน กลุ่มละ 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกัน โดยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนสูงกว่า การสอนโดยครูเป็นผู้สอน ความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในห้องเรียนกับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ใกล้เคียงกัน

รัตน์ บัวรา (2540 : 99-106) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชน บางเขน กรุงเทพฯ จำนวน 76 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มละ 38 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สุภาพร เสียงเรืองแสง (2540 : 100-105) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มละ 41 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันในรายสมรรถภาพย่อยคือ ในสถานการณ์ที่ 2 และสถานการณ์ที่ 3 กล่าวคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

มนวิภา อ่อนศรี (2541 : 79-80) ได้ศึกษาผลความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาส่วนกลาง ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกัน โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกประเภทส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ส่วนด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และด้านการตีความหมายข้อมูลและ

ลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะด้านอื่นๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อุษา จินเจนกิจ (2544 : 91-96) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร จำนวน 19 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง มีความสามารถในการแก้ปัญหา และนักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองมีทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

งานวิจัยต่างประเทศ

มานฮาน (Manhan. 1970 : 309-316-A) ได้ศึกษาผลการสอนของครู 2 แบบ คือ การสอนแบบบรรยาย ประกอบการอภิปราย และวิธีสอนแบบแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ในเกณฑ์ในการคัดเลือก คือ ระดับสติปัญญา คุณวุฒิของครูผู้สอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน หลังจากการเรียนการสอนผ่านไป 1 ปี แล้วทำการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี นักเรียนที่อ่อนมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น

นาเบอร์ (Nabor. 1975 : 3241-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 (ป.5-6) โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Education Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Basic Skills Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จอลลี (Jolly. 1999. CD-ROM) ทำการศึกษาผลการใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 (ป.6) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้ใช้วิธีสอนโดยแผนผังมโนทัศน์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทำการทดสอบก่อนเรียนและใช้ทดลอง 4 สัปดาห์ จากนั้นทดสอบหลังเรียน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และไม่พบความแตกต่างระหว่างเพศหญิงและเพศชายในเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหา

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาได้หลายแนวทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาอย่างมีหลักการและเหตุผลอยู่เสมอ เช่น การเรียนจากชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ความรู้ ความสามารถในการด้านการคิด วิเคราะห์ ได้ตรง ประสิทธิภาพที่เกิดขึ้น มาใช้ในการแก้ปัญหา

9.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

บรรรักษ์ แพงถิ่น (2539 : 101) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่อง พืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

อาคม ชื่นดั่ง (2539 : 89-90) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตเรื่อง พืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดการสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ทวีพล จุฑะพล (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาเตาเผาอุณหภูมิสูงขนาดเล็กเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง เซรามิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่าการทดลองกับนักเรียนและนักศึกษาผู้ใหญ่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้น ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองสอน และผลการเรียนหลังการทดลองสอน 4 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย (ทักษะปฏิบัติการทดลอง) จิตพิสัย (เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เซรามิกส์) และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มผู้เรียน 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกับนักศึกษาผู้ใหญ่ไม่แตกต่างกัน

ศิริภรณ์ เม่นมัน (2543 : 84-91) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรณนิยม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจักษ์ จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรณนิยม จำนวน 40 คน กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนแบบปกติ จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ภายหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงขึ้น

สมเกียรติ แก้วจำรัสสุนันติ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาบทปฏิบัติการวิชาเคมีสภาวะแวดล้อม เรื่องการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีในผัก สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันราชภัฏ แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสอน คือ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาเขตกรณีนีพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการเคมีสภาวะแวดล้อมกับคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการเคมีสภาวะแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่าบทปฏิบัติการเคมีสภาวะแวดล้อม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 87.76/86.73 และเมื่อนักศึกษาได้เรียนวิชาปฏิบัติการเคมีสภาวะแวดล้อมแล้วมีผลการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

งานวิจัยต่างประเทศ

จอห์น (John. 1966 : 994-995A) ได้ศึกษา เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีต่างกัน นักเรียนกลุ่มทดลองจะเรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับเอกสารคำแนะนำในวิธีการมองปัญหา แก้ปัญหาแต่ไม่มีการบรรยาย ไม่ใช้ตำรา ไม่มีการกำหนดงานเป็นการบ้าน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมจะเรียนโดยวิธีบรรยายการกำหนดงานมีการบ้าน มีการให้ทำปฏิบัติการบ้าง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 112 คน จัดกลุ่มโดยการจับคู่ตามเพศ คะแนนเฉลี่ย ความถนัดทางการเรียน ความสามารถในการอ่าน ผลการวิจัยกลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในด้านมีเหตุผลไม่เชื่อถือโชคลาง สูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีทักษะในการเรียน การแก้ปัญหา และการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

บิลเลห์ และซาคาไรเดส (Billeh and Zarkhariades. 1975 : 157-161) ได้ศึกษา เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับนักเรียนมหาวิทยาลัย และครูวิทยาศาสตร์ ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามวิธีของ เทอร์สโตน (Thurstone) โดยสร้างข้อความเชิงนิเสธและเชิงนิมานจำนวน 36 ข้อ ไปทำการสอน ผลปรากฏว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับนักศึกษา มหาวิทยาลัย มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ลูคัส (Lucus. 1982 : 805-809) ได้ศึกษา ผลการอบรมในโปรแกรมการสอนอูคูนิยมวิทยาแก่นักเรียนวิทยาศาสตร์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เฟิร์นแบงก์ (Fembank Science Center) ในแง่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการพิจารณาตัวแปร 7 ตัวแปร ได้แก่ คะแนนความรอบรู้ทางวิชาการ ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อศูนย์วิทยาศาสตร์เฟิร์นแบงก์ เจตคติต่อวิชาอูคูนิยมวิทยา ผลสัมฤทธิ์วิชาอูคูนิยมวิทยา เจตคติของครูต่อวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์ วิธีการวิจัยใช้แบบกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง สอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับครู 8 คน และนักเรียนเกรด 6 จำนวน 493 คน โดยครูจะเป็นผู้เลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเอง ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นรวมทั้งผลสัมฤทธิ์ในวิชาอูคูนิยมวิทยาด้วย นักเรียนที่มีความรู้ทางวิชาการสูงหรือมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์สูงจะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงด้วย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า การสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียนการสอน แสดงความคิดเห็น ได้ร่วมกันทำการทดลองหรือกิจกรรมต่างๆ เป็นกลุ่มย่อย ได้ร่วมกันคิดและวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมและปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตามวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้

9.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 88) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนควนเกยสุทริวิทยา อำเภอธวัชบุรี จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัย และกลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู กลุ่มละ 35 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัย กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่าง โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกหัดตามเทคนิคการวิจัย มีค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัย กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกหัดตามเทคนิคการวิจัย มีค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2537 : 162-173) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเซนต์โยเซฟ บางนา จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่าง โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู และความสามารถในการออกแบบเสนอ ผลงานทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน โดยกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ภาวดี เกตุ (2541 : 136-143) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโคกยางวิทยา อำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์กับการสอนโดยครูเป็นผู้สอนแตกต่างกัน โดยที่ค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้แล้ว ยังจะต้องฝึกให้ผู้เรียนสามารถเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมานั้นในรูปของการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สำหรับการวิจัยในตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองศึกษาวิธีการผลิตเห็ดภูฐาน การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน เพื่อนำผลการทดลองไปใช้ในการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทดลองภาคสนาม : ศึกษาวิธีการผลิตเห็ดภูฐาน

1.1 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue Culture) และจากเชื้อวุ้นเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A มีวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

1.1.1 เตรียมอาหารวุ้น P.D.A

นำมันฝรั่งปอกเอาแต่เปลือก ล้างน้ำให้สะอาด หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ 200 กรัม นำมาต้มในน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้สุกกรองเอาแต่น้ำ นำน้ำมันฝรั่งผสมกับวุ้นทำขนม 20 กรัม คนจนเป็นเนื้อเดียวกัน ใส่น้ำตาลเด็กโครส 20 กรัม ลงไปตั้งไฟอ่อน กวนจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน นำมากรอกใส่ขวดแบน ขวดละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดปากขวดด้วยสำลี แล้วปิดทับด้วยกระดาษอีกชั้น นำขวดอาหารวุ้นไปนึ่งในหม้อนึ่งความดัน ที่ระดับ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที นำขวดอาหารวุ้นมาเอียง 45-70 องศา เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวหน้าอาหารวุ้น ทิ้งไว้ให้เย็นหรือแข็งตัว แล้วนำไปเลี้ยงเชื้อเห็ดต่อไป

1.1.2 การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A

1) ให้นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื้อเชื้อ ได้แก่ ดอกเห็ดภูฐาน , ขวดอาหารวุ้น P.D.A, เข็มเขี่ย, ตะเกียงแอลกอฮอล์, สำลี, เอทิลแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 % และไม้ขีดไฟ ใส่ในตู้เชื้อเชื้อที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภายในตู้เรียบร้อยแล้ว

2) ให้สอดมือเข้าไปในตู้และใช้มือที่ถนัดจับเข็มเขี่ยคล้ายกับการจับดินสอ หรือ ปากกา ลนไฟฆ่าเชื้อที่เข็มเขี่ย จากนั้นให้ฉีกดอกเห็ดออกเป็น 2 ส่วน แล้วใช้ปลายเข็มจิกเนื้อเยื่อดอกเห็ดที่อยู่ภายในให้เนื้อเยื่อดอกเห็ดติดมาเป็นชิ้นเล็กๆ ที่ปลายเข็ม เสร็จแล้วให้วางดอกเห็ดลง ใช้มืออีกข้างหนึ่งหยิบขวดอาหารวุ้น พร้อมกับใช้อุ้งมือที่ถือเข็มเขี่ยเขี่ยเชื้อจากสำลีออก โดยไม่ใช้ส่วนของสำลีที่อยู่ในขวดสัมผัสสิ่งใดเลย (ห้ามก้าจากสำลีเด็ดขาด) พร้อมกันนั้นให้ลนไฟที่ปากขวดและสอดเนื้อเยื่อเห็ดที่ติดอยู่ปลายเข็มเข้าไปวางบนอาหารวุ้น เสร็จแล้วให้ดึงเข็มเขี่ยออกมา ลนไฟที่ปากขวดอาหารวุ้นอีกครั้งหนึ่งก่อนปิดจุกสำลี

3) นำขวดอาหารวันที่ผ่านการแช่เนื้อเยื่อแล้ว ไปเก็บไว้ในห้องพักเชื้อ บันทึก

อุณหภูมิ ลักษณะ ความยาว โดยทำการวัดคัมมิของเส้นใยเห็ดภูฐานโดยประมาณ จากจุดกลางของขวดอาหารวันที่วางเนื้อเยื่อของดอกเห็ดภูฐาน และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน

จากผลการทดลองผลปรากฏว่า เส้นใยเห็ดภูฐานเริ่มแพร่กระจายออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดภูฐานในวันที่ 3 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 4 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดภูฐานไปเรื่อยๆ ตามผิวอาหารวัน ในวันที่ 13 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มขวดอาหารวัน และในวันที่ 14-15 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้น มีอุณหภูมิเฉลี่ยมีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส (ดูบทที่ 4 ตอนที่ 1) จากผลการทดลองดังกล่าว จึงนำเส้นใยเห็ดภูฐานที่ได้ไปทดลองเลี้ยงเชื้อบนอาหารวันต่อไป

1.1.3 การเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนอาหารวัน P.D.A (การต่อเส้นใย)

1) ให้นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการแช่เชื้อ ได้แก่ ขวดอาหารวันที่เส้นใยเห็ดภูฐานเจริญขวดอาหารวัน จากการทดลองในข้อ 1.1.2, ขวดอาหารวัน, เข็มเขี่ย, ตะเกียงแอลกอฮอล์, สำลี, เอทิลแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 % และไม่ขัดไฟ ใส่ในตู้แช่เชื้อที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภายในตู้เรียบร้อยแล้ว

2) ทำการแช่เชื้อวันเห็ดภูฐาน โดยใช้วิธีตัดเอาเส้นใยในอาหารวันที่เจริญเต็มขวดแล้วประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร ใส่ลงบนผิวหน้าขวดอาหารวัน P.D.A เปล่าๆ โดยใช้วิธีการเดียวกับการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด

3) นำขวดอาหารวันที่ผ่านการแช่เชื้อวันเห็ดภูฐานแล้ว ไปเก็บไว้ในห้องพักเชื้อ บันทึก

อุณหภูมิ ลักษณะ ความยาว โดยทำการวัดคัมมิของเส้นใยเห็ดภูฐานโดยประมาณ จากจุดกลางของขวดอาหารวันที่วางเชื้อวันเห็ดภูฐาน และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน

จากผลการทดลองปรากฏว่า เส้นใยเห็ดภูฐานเริ่มแพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐานในวันที่ 3 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 4 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐานไปเรื่อยๆ ตามผิวอาหารวัน ในวันที่ 12 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มขวดอาหารวัน และในวันที่ 13-14 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้น มีอุณหภูมิที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส (ดูบทที่ 4 ตอนที่ 1) จากผลการทดลองดังกล่าว จึงนำเส้นใยเห็ดภูฐานที่ได้ไปทดลองเลี้ยงเชื้อบนเมล็ดข้าวฟ่างต่อไป

1.2 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง มีวิธีการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1.2.1 เตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง

นำเมล็ดข้าวฟ่าง 1 กิโลกรัม ล้างน้ำให้สะอาดแช่น้ำไว้ 1 คืน นำไปนึ่งพอสุก ผึ่งลมให้เย็น กรอกใส่ขวดแบน ปิดปากขวดด้วยสำลี แล้วปิดทับด้วยกระดาษอีกครั้ง นำขวดเมล็ดข้าวฟ่างไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่ระดับ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เสร็จแล้วนำมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วจึงนำไปเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานต่อไป

1.2.2 การแช่เชื้อวันเห็ดภูฐาน ลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง

1) ให้นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการแช่เชื้อ ได้แก่ เชื้อเห็ดภูฐานที่เจริญเต็มขวดอาหารวัน P.D.A จากข้อ 1.1.3, ขวดเมล็ดข้าวฟ่าง, เข็มเขี่ย, ตะเกียงแอลกอฮอล์, สำลี, แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 % และไม่ขัดไฟ ใส่ในตู้แช่เชื้อที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภายในตู้เรียบร้อยแล้ว

2) ทำการแช่เชื้อวันเห็ดภูฐาน โดยใช้วิธีตัดเอาเส้นใยในอาหารวันที่เจริญเต็มขวดแล้วประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร ใส่อาหารวันเข้าไปตรงกลางขวดเมล็ดข้าวฟ่าง โดยใช้วิธีการเดียวกับการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด

3) นำขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านการแช่เชื้อวันเห็ดภูฐานแล้ว ไปเก็บไว้ในห้องพักเชื้อ บันทึกอุณหภูมิ ลักษณะ ความยาว โดยทำการวัดรัศมีของเส้นใยเห็ดภูฐานโดยประมาณ จากจุดกลางของขวด เมล็ดข้าวฟ่าง ที่วางเชื้อวันเห็ดภูฐาน และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน

จากผลการทดลองปรากฏว่า เส้นใยเห็ดภูฐานเริ่มแพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐานในวันที่ 4 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 5 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐานไปเรื่อยๆ ตามผิวของเมล็ดข้าวฟ่าง ในวันที่ 12 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายเต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่าง และในวันที่ 13-14 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้น มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส (ดูบทที่ 4 ตอนที่ 1) จากผลการทดลองดังกล่าว จึงนำเส้นใยเห็ดภูฐานที่ได้ไปทดลองเลี้ยงเชื้อบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) ต่อไป

1.3 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร มีวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

1.3.1 การเตรียมวัสดุหมัก

1) สูตรวัสดุหมัก

1.1) สูตร 1 ประกอบด้วย ชี้อ้อยไม่ยางพารา : รำละเอียด :

แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) : แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ) ในอัตราส่วน 50 : 2.5 : 0.5 : 0.1 กิโลกรัม

1.2) สูตร 2 ประกอบด้วย ฟางข้าวสับ : แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) :

มูลโค กระบือ : รำละเอียด ในอัตราส่วน 50 : 1 : 12.5 : 2.5 กิโลกรัม

1.3.2 เตรียมวัสดุหมัก

1) วัสดุหมัก สูตร 1 นำชี้อ้อยไม่ยางพารามาผสมกับรำละเอียด, แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) และ แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ) คลุกให้เข้ากันแล้วเติมน้ำลงไป คลุกให้เข้ากันจนกระทั่งส่วนผสมมีความชื้นพอดี แล้วจึงนำไปบรรจุถุงพลาสติกต่อไป

2) วัสดุหมัก สูตร 2 นำฟางข้าวแห้งสับแช่น้ำให้อิ่มตัวหมักไว้ 1 คืน คลุมด้วยพลาสติก ผสม แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) , มูลโค กระบือ และรำละเอียดให้เข้ากันทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นผสมวัสดุทั้งหมดให้เข้ากัน หมักไว้อีก 3-4 วัน ทำการกลับกองปุ๋ยหมักต่อไปอีก 3-4 วัน คลุมด้วยพลาสติก แล้วจึงนำไปบรรจุถุงพลาสติกต่อไป

วัสดุหมักทั้ง 2 สูตร ผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากโครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพาน อันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดสกลนคร เนื่องจาก วัสดุหมักทั้ง 2 สูตร เป็นวัสดุหมักที่โครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดสกลนคร ใช้เผยแพร่ให้เกษตรกรที่ทำการเพาะเห็ดในจังหวัดสกลนคร

1.3.3 การเชื้อเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่าง ลงบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) ทั้ง 2 สูตร

นำขวดเมล็ดข้าวฟ่างมาแช่ให้เมล็ดข้าวฟ่างกระจายเสียก่อน แล้วถอดจุกสำลีลงไฟฟ้าเชื้อที่ปากขวดและเทหัวเชื้อลงในถุงก้อนเชื้อประมาณ 10-20 เมล็ด ทำเช่นนี้จนกระทั่งครบทุกถุงก้อนเชื้อ นำถุงก้อนเชื้อไปเก็บไว้ในห้องพักเชื้อ บันทึกอุณหภูมิ ลักษณะ ความยาว โดยทำการวัดความยาวเริ่มต้นจากบริเวณคอขวดถุงก้อนเชื้อ จนกระทั่งเส้นใยเจริญถึงจุดกึ่งกลางของกันถุงก้อนเชื้อ และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน

จากผลการทดลองปรากฏว่า เมื่อใช้วัสดุหมักสูตร 1 (ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม) เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่าง ตรงบริเวณคอขวดของถุงก่อนเชื้อในวันที่ 6 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 7 เส้นใยเห็นฐานแพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่างไปเรื่อยๆ ตามผิวของขี้เลื่อยไม้ยางพารา ในวันที่ 35 เส้นใยเห็นฐานแพร่กระจายจนเต็มถุงก่อนเชื้อ และในวันที่ 36-42 เส้นใยเห็นฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้นพร้อมที่จะเกิดต่อไป และเมื่อใช้วัสดุหมักสูตร 2 (ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม) เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่าง ตรงบริเวณคอขวดของถุงก่อนเชื้อในวันที่ 6 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 7 เส้นใยเห็นฐานแพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่างไปเรื่อยๆ ตามผิวของฟางข้าวสับ ในวันที่ 25 เส้นใยเห็นฐานแพร่กระจายจนเต็มถุงก่อนเชื้อ และในวันที่ 26-42 เส้นใยเห็นฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้นพร้อมที่จะเกิดต่อไป (ดูบทที่ 4 ตอนที่ 1)

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า วัสดุหมักสูตร 2 (ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม) ทำให้เส้นใยเห็นฐานแพร่เต็มถุงก่อนเชื้อได้เร็วกว่า วัสดุหมักสูตร 1 (ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม) แต่ระยะเวลาการรัดตัวของเส้นใยเห็นฐาน (พร้อมที่จะเกิดดอก) มีระยะเวลาที่เท่ากัน

จากผลการทดลองดังกล่าว จึงนำถุงก่อนเชื้อ (วัสดุหมัก) ทั้ง 2 สูตร ไปทำการเปิดดอกต่อไป

1.4 ศึกษาปริมาณน้ำหนักของดอกเห็นฐานโดยรวมที่ ได้จากถุงก่อนเชื้อ (วัสดุหมัก)

2 สูตร จากการเปิดดอกเห็นฐาน มีวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

นำถุงก่อนเชื้อเห็นฐาน ที่เส้นใยเจริญเต็มถุงก่อนเชื้อจากข้อ 1.3 ทั้ง 2 สูตร ไปเปิดดอกในโรงเรือนสำหรับเปิดดอก ทำการรดน้ำวันละ 2-3 ครั้ง (เช้า-เย็น) โดยรักษาระดับความชื้นประมาณ 70-85 % จนกระทั่งเห็นฐานเกิดดอก เก็บผลผลิตเป็นระยะเวลา 1 เดือน บันทึกปริมาณน้ำหนักของดอกเห็นฐานโดยรวม แต่ละถุงก่อนเชื้อ อุณหภูมิ และความชื้น

จากผลการทดลองปรากฏว่า วัสดุหมักสูตร 1 (ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม) มีปริมาณน้ำหนักของดอกเห็นฐานโดยรวม มากกว่ากว่าวัสดุหมักสูตร 2 (ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม) กล่าวคือ มีปริมาณน้ำหนักของดอกเห็นฐานโดยรวม เฉลี่ยเท่ากับ 93 กรัม/ถุง และ 66 กรัม/ถุง ตามลำดับ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการเกิดดอกอยู่ระหว่าง 27-34 องศาเซลเซียส และมีความชื้นที่มีผลต่อการเกิดดอกอยู่ระหว่าง 65-93 %

อนึ่งวัสดุหมักสูตร 1 (ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม) สามารถเก็บผลผลิตต่อไปได้อีก 1 เดือน ส่วนวัสดุหมักสูตร 2 (ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม) สามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 1 เดือน

ดังนั้น จากการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วัสดุหมักสูตร 1 (ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม) ไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 (เรื่อง การผลิตเห็นฐาน)

หมายเหตุ : 1. ก่อนทำการศึกษการผลิตเห็นฐาน ผู้วิจัยได้เข้ารับการอบรมการเพาะเห็ด ณ โครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดสกลนคร

2. การทดลองศึกษาวิธีการผลิตเห็นฐานภาคสนามครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี ของโครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดสกลนคร

2. การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

2.1.1 ตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง มีวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

นำน้ำกลั่น, น้ำแป้ง และน้ำเห็ดภูฐาน ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ในปริมาณหลอดละ

2 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดสารละลายไอโอดีน จำนวน 3 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด เขย่าหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง

จากผลการทดลองปรากฏว่า น้ำเห็ดภูฐานหลังทดสอบกับสารละลายไอโอดีน ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับน้ำแป้ง หลังทดสอบกับสารละลายไอโอดีน เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นสีม่วงอ่อน และน้ำกลั่นไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่า ไม่มีสารอาหารประเภทแป้งในเห็ดภูฐาน (ดูบทที่ 4 ตอนที่ 1)

2.1.2 ตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล มีวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

นำน้ำกลั่น, สารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1 % และน้ำเห็ดภูฐาน ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ในปริมาณหลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดสารละลายเบเนดิกต์ จำนวน 5 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด เขย่าหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด นำหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด ที่หยดสารละลายเบเนดิกต์ ไปต้มในน้ำร้อนในบีกเกอร์ เป็นเวลา 2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง

จากผลการทดลองปรากฏว่า น้ำเห็ดภูฐาน หลังทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นสีน้ำตาลอ่อน แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1% หลังทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นสีน้ำตาลเข้ม มีตะกอนสีเหลือง และน้ำกลั่นไม่เปลี่ยนเป็นน้ำตาล แสดงว่า มีสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ดภูฐาน (ดูบทที่ 4 ตอนที่ 1)

2.1.3 ตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน มีวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

นำน้ำกลั่น, นํ้านม, ไข่ขาว และน้ำเห็ดภูฐาน ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ในปริมาณหลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดสารละลายไบยูเรต จำนวน 3 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 4 หลอด เขย่าหลอดทดลองทั้ง 4 หลอด สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง

จากผลการทดลองปรากฏว่า น้ำเห็ดภูฐาน หลังทดสอบกับสารละลายไบยูเรต เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นสีน้ำเงินอมม่วง แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับนํ้านม หลังทดลองกับสารละลายไบยูเรต เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นสีม่วงอ่อน มีตะกอนสีขาวขุ่น, ไข่ขาว เปลี่ยนจากของเหลวใสเป็นสีม่วงเข้ม และน้ำกลั่นไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่า มีสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ดภูฐาน (ดูบทที่ 4 ตอนที่ 1)

2.1.4 ตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี มีวิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

นำน้ำมะนาว ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ในปริมาณหลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดสารละลายไอโอดีน จำนวน 1 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด เขย่าจนได้ของเหลวสีน้ำเงิน หยดสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1 % ลงในหลอดทดลองที่ 1 จนกระทั่งน้ำแป้งสุกผสมสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี บันทึกจำนวนหยดที่ใช้ ทำการทดลองซ้ำแต่ใช้น้ำกลั่น น้ำมะนาว และน้ำเห็ดภูฐาน แทนสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1 % โดยเดิมในหลอดที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง

จากผลการทดลองปรากฏว่า น้ำเห็ดภูฐาน จำนวน 30 หยด เปลี่ยนสีของน้ำแป้งสุกผสมสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1 % จำนวน 20 หยด และน้ำมะนาว จำนวน 30 หยด เปลี่ยนสีของน้ำแป้งสุกผสมสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี และเมื่อทดสอบกับน้ำกลั่น จำนวน 150 หยด พบว่า ไม่เปลี่ยนสีของน้ำแป้งสุกผสมสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า เห็ดภูฐาน มีสารอาหารประเภทน้ำตาล, โปรตีน และวิตามินซี แต่ไม่มีสารอาหารประเภทแป้ง

ดังนั้น จากการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลการตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง, น้ำตาล, โปรตีน และวิตามินซี ไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 (เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน)

2.2 ศึกษาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

2.2.1 วิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของแหนมเห็ดภูฐาน มีวิธีดำเนินการทดลองดังนี้

นำเห็ดภูฐาน 1 กิโลกรัม ฉีกเป็นฝอยเล็กๆ หนึ่งให้สุก ผสมเกลือป่น 15 กรัม ข้าวเหนียวหนึ่งสุกบด 40 กรัม และกระเทียมปอกเปลือกบดละเอียด 40 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน บรรจุใส่ถุงพลาสติก ทิ้งไว้ 3 วัน บันทึกลักษณะทางกายภาพของแหนมเห็ดภูฐาน ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบในการสังเกตลักษณะทางกายภาพ ผู้วิจัยใช้ผู้สังเกต 5 คน

วิธีการทำแหนมเห็ดภูฐาน ผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากวิธีการทำแหนมเห็ดนางฟ้า ของกลุ่มสตรีอาสาพัฒนา และกลุ่มแปรรูปเห็ดนางฟ้า ตำบลท่าวัน จังหวัดเพชรบุรี

จากผลการทดลองปรากฏว่า ลักษณะทางกายภาพของแหนมเห็ดภูฐาน มีสีขาว มีกลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นเปรี้ยวของกรด มีรสชาติเปรี้ยวและเค็มเล็กน้อย มีเนื้อสัมผัสนุ่ม เนื้อแยกออกจากกันเป็นชั้นๆ ตามเนื้อเห็ดที่ฉีกเป็นฝอย และผู้สังเกตมีความชอบโดยรวม

2.2.2 วิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน

โดยนำเห็ดภูฐานบด 150 กรัม ผสมกับแป้งมัน 500 กรัม น้ำเดือด 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร เกลือป่น 10 กรัม พริกไทยป่น 15 กรัม กระเทียมปอกเปลือกบด 20 กรัม นวดให้เข้ากัน เติมน้ำธรรมดาระหว่างนวด นวดจนแป้งนิ่มกลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปนึ่งจนแป้งสุก ทิ้งไว้ 1 คืน หั่นแป้งให้เป็นแผ่นบางๆ ตากแดดให้แห้ง และนำมาทอด บันทึกลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ก่อนและหลังทอด ได้แก่ สี ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบ ในการสังเกตลักษณะทางกายภาพ ผู้วิจัยใช้ผู้สังเกต 5 คน

วิธีการทำข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากวิธีการทำข้าวเกรียบปลา ของโครงการส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากสัตว์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวิทยา

จากผลการทดลองปรากฏว่า ลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐานก่อนทอด แผ่นข้าวเกรียบเห็ดภูฐานมีสีคล้ำออกน้ำตาลใส มีลักษณะชั้นข้าวเกรียบบางแผ่นหนา บางแผ่นบาง แต่ไม่สม่ำเสมอ มีเนื้อข้าวเกรียบเหนียวแข็ง บางแผ่นมีรอยแตก และลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐานหลังทอด แผ่นข้าวเกรียบมีสีเหลืองอมน้ำตาล มีลักษณะชั้นข้าวเกรียบพองกรอบ แต่บางแผ่นยังพองไม่สม่ำเสมอ บางแผ่นแข็ง มีเนื้อสัมผัสกรอบ มีรสชาติดี กลมกล่อม ได้รสของพริกไทย รากผักชี และผู้สังเกตมีความชอบโดยรวม

ดังนั้น จากการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลวิธีการแปรรูป และการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ ของแหนมเห็ดภูฐาน และข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนานาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 (เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน)

หมายเหตุ : การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สำหรับการวิจัยในตอนที่ 2 ผู้วิจัยนำผลการทดลองในตอนที่ 1 มาดำเนินการพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังกล่าว ได้จัดทำเอกสาร 2 ชุด คือ 1) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 2) คู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พัฒนาโดยนำผลการทดลองในตอนที่ 1 มาใช้เป็นข้อมูลดำเนินการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย หลักสูตร จุดประสงค์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ และคำอธิบายรายวิชา จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) และศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมาย มาตรฐานหลักสูตร และการจัดหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ จากเอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2542 รวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเห็ดภูฐาน การผลิตเห็ด การตรวจสอบสารอาหาร และการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด เพื่อใช้ประกอบในการกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ การวัดและประเมินผล ของการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

1.2 วิเคราะห์จุดมุ่งหมาย และกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน เพื่อนำมากำหนดจุดมุ่งหมาย และกิจกรรมของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น

1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.4 สร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 บทปฏิบัติการ ได้แก่

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

ซึ่งการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2, 3 และ 4 ผู้วิจัยได้สร้างโดยนำผลการทดลองในตอนที่ 1 มาใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของการสร้าง ดังนี้

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน สร้างจากผลการทดลองภาคสนาม : การผลิตเห็ดภูฐาน

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สร้างจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ส่วนที่ 1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน สร้างจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ส่วนที่ 2 ศึกษาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

โดยในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) ใจความสรุปประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3) แนวคิด หรือหลักการ 4) จุดประสงค์ 5) วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี 6) วิธีดำเนินการ 7) แบบบันทึกรายงานผลการทดลอง และ 8) แบบฝึกหัดท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1.5 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษา ปริญญาโท แล้วนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี ซึ่งประกอบด้วย ผู้สอนวิชาชีพวิทย์ และวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ผศ.กัลยา เล็กสกุล คณะวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รศ.อนันต์ ปานสุวัชร ผศ.ดร.สระบุรี ไชยมงคล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสกลนคร และอาจารย์ดอกไม้ ตะติยะรัตน์ หมอวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล และ นักวิชาการเกษตรเกี่ยวข้องกับการเพาะเห็ด จำนวน 1 ท่าน ได้แก่ นายสมพงษ์ อังไขรัมย์ หัวหน้าโครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงแก้ไข สรุปได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 สรุปการแก้ไขข้อเสนอแนะ/ปรับปรุงของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุง จากผู้เชี่ยวชาญ	การแก้ไขของผู้วิจัย
1. ภาพประกอบมีขนาดเล็ก เห็นไม่ชัดเจน	- ปรับภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. เนื้อหาค่อนข้างมาก ไม่เหมาะสมกับเวลา ควรเพิ่มเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละบทปฏิบัติการ	- ปรับเวลาให้เหมาะสมกับเนื้อหา
3. ควรเพิ่มคำถามท้ายบทปฏิบัติการที่ชักนำให้อภิปรายและครอบคลุมเนื้อหา	- ปรับข้อคำถามให้มีการอภิปราย และครอบคลุมเนื้อหา
4. ปรับปรุงตารางบันทึกผลการทดลองให้มีความเหมาะสม เช่น ตารางบันทึกการแพร่ของเส้นใยเห็ด และช่วงเวลา	- ปรับตารางบันทึกผลการทดลองให้มีความเหมาะสมทุกบทปฏิบัติการ
5. ปรับปรุงการเขียนรายงาน การนำเสนอ และการจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามแบบ สสวท.	- ปรับปรุงให้เป็นไปตามแบบของ สสวท.

และในการนี้ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับ ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หลักการ จุดประสงค์ เวลาที่ใช้ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี วิธีดำเนินการ แบบรายงานผลการทดลอง และแบบฝึกหัด ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ การประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ใช้แบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ภาคผนวก ฉ) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้ลักษณะการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนมีความหมาย ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

และนำคะแนนการประเมินคุณภาพพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย โดยให้ความหมายของค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

ซึ่งผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เกี่ยวกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก (ภาคผนวก ก)

1.6 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่มๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อนำข้อบกพร่องต่างๆ มาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ทดลองสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. คู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การสร้างคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการเรียนการสอน โดยดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กลุ่มสาระการเรียนรู้ และคู่มือประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่จัดขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 จัดทำคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละบทประกอบด้วย 1) ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 3) จุดประสงค์การเรียนรู้ 4) เวลาที่ใช้ 5) วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี 6) การเตรียมตัวล่วงหน้า 7) อภิปรายก่อนการทดลอง 8) ตัวอย่างผลการทดลอง 9) อภิปรายหลังการทดลอง 10) แนวการตอบคำถามท้ายบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 11) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.3 นำคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาเรียบร้อยแล้วในตอนที่ 2 ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษาผลการเรียน 3 ด้าน คือ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

3.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 60 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 1 ห้องเรียน (จำนวน 30 คน) ได้จากการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยดำเนินการ ดังนี้

1. แบ่งประชากรออกตามห้องเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน
2. จับฉลากห้องเรียนจากประชากร 2 ห้องเรียน มา 1 ห้องเรียน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ตัวแปรอิสระ	ได้แก่ การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
3.2.2 ตัวแปรตาม	ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ซึ่งประกอบไปด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 4 บทปฏิบัติการ ได้แก่ 1) เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น 2) เรื่อง การเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก 3) เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และ 4) เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ในช่วงโมฆิระจำนวน 14 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ รวม 42 คาบ คาบละ 50 นาที รายละเอียดของการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 การแบ่งช่วงเวลาในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ลำดับ	จำนวนคาบ	บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	การประเมินผล
ก่อนเรียน			- ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
1	3	1. การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น	- ประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
2-10	27	2. การเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก	- ประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
11	3	3. การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน	- ประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
12-14	9	4. การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน	- ประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - ประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
หลังเรียน			- ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้

ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนประกอบด้วย เครื่องมือในการประเมิน 3 แบบด้วยกัน ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์
3. แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือประเมินดังกล่าวข้างต้น ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ศึกษาค้นคว้าจากตำรา เอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี ความหมาย และขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประเภทเขียนตอบ โดยการกำหนดสถานการณ์ปลายเปิด ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของเวียร์ (Weir) จำนวน 12 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มี 4 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมี 1 ข้อย่อย ดังนี้ 1) ขั้นตอนในการตั้งปัญหา 2) ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นตอนในการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตอนในการตรวจสอบผลลัพธ์

1.3 กำหนดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน โดยแบ่งระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 2, 1 และ 0 คะแนน

2 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามเป็นไปตามเงื่อนไขและแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ และตรงประเด็นคำถาม

1 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวข้อง หรือมีแนวโน้มแต่ยังไม่สมบูรณ์

0 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามไม่เป็นไปตามเงื่อนไขและแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ และไม่ตรงประเด็นคำถาม

1.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี ซึ่งประกอบด้วย ผู้สอนวิชาชีพวิทย์ฯ และวิทยาศาสตรฯ ได้แก่ ผศ.กัลยา เล็กสกุล คณะวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รศ.อนันต์ ปานสุขวัชร ผศ.ดร.สระบุรี ไชยมงคล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสกลนคร และอาจารย์ดอกไม้ ตะตียะรัตน์ หมดวิชาวิทยาศาสตรฯ โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล และผู้สอนวิชาการวัดและประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 1 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ความสอดคล้องที่ต้องการวัด ความถูกต้องทางด้านภาษา ของแบบทดสอบโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ค)

1.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดงมะไฟวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร จำนวน 100 คน แล้วนำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนและนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ และทำการคัดเลือกข้อสอบไว้ตามค่าดัชนีต่อไปนี้

1.6 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P_E) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .02 ขึ้นไป จำนวน 8 สถานการณ์ๆ ละ 4 ขั้นตอนๆ ละ 1 ข้อย่อย รวมทั้งหมด 32 ข้อ (ภาคผนวก ง)

1.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่คัดเลือกมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.95 (ภาคผนวก ง)

1.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษาค้นคว้าจากตำรา เอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาการวัดผลและประเมินผลด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3 สร้างแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสำรวจรายการ (Check List) ครอบคลุมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 7 ด้าน ได้แก่ 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความรับผิดชอบและความพยายาม 3) ความมีเหตุผล 4) ความมีระเบียบและรอบคอบ 5) ความซื่อสัตย์ 6) ความใจกว้าง และ 7) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.4 กำหนดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน มีเกณฑ์การพิจารณาจากพฤติกรรมหรือลักษณะบ่งชี้ของแต่ละคุณลักษณะว่านักเรียนมีคุณลักษณะนั้นอยู่ในระดับใด โดยแบ่งระดับการให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ คือ 5,4,3,2 และ 1 คะแนน

5 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินค่อนข้างมาก

3 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินค่อนข้างน้อย

1 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินน้อยที่สุด

ในการประเมินแต่ละครั้ง ไม่จำเป็นต้องประเมินครบทุกลักษณะ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนควรได้รับการประเมินอย่างน้อย 2-3 ครั้ง

2.5 นำแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคุณลักษณะกับพฤติกรรมบ่งชี้ (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ค)

2.6 นำแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมาย และความสำคัญของการประเมินค่า การเขียนรายงานการรายงานด้วยวาจา และผลงาน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดรูปแบบของการประเมิน โครงสร้างของข้อคำถาม และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3 สร้างแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยแยกเป็นแบบประเมินการเขียนรายงาน การรายงานด้วยวาจา และผลงาน ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของ สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 152-159) ภาวดี เกตุกุล (2541 : 194-200) และ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบบพหุมาตรา มีระดับคุณลักษณะ 3 ระดับ ได้แก่ 3, 2 และ 1 คะแนน ซึ่งแบบประเมินแต่ละแบบมีรายละเอียดพิจารณารายการ ดังนี้

3.3.1 การเขียนรายงาน พิจารณาจากรายการ ดังนี้ 1) ความถูกต้องของแบบฟอร์ม 2) การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ 3) การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ 4) การแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ 5) การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง 6) สรุปผลการทดลอง 7) การอภิปรายผลการทดลอง และ 8) การจัดกระทำข้อมูล

3.3.2 การรายงานด้วยวาจา พิจารณาจากรายการ ดังนี้ 1) การจัดระบบการรายงาน 2) การใช้ภาษา 3) การใช้ลีลาของเสียง 4) การใช้ลีลาท่าทางประกอบ 5) การใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ 6) การสื่อความหมายข้อความ และ 7) การตอบคำถาม

3.3.3 ผลงาน พิจารณาจากรายการ ดังนี้ 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2) กำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐาน 3) ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบ 4) การออกแบบการทดลอง 5) อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 6) การดำเนินการทดลอง 7) การดำเนินการทดลอง 8) การจัดกระทำข้อมูล และ 9) การแปลความหมายข้อมูลและการสรุปผลของข้อมูล

3.4 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท และให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมิน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ค)

ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมิน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข (ภาคผนวก ค)

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินให้มีความชัดเจนและเหมาะสมกับการประเมินตามที่คุณเชี่ยวชาญแนะนำ ดังนี้

1. ปรับการประเมินจาก การเขียนรายงาน, การรายงานด้วยวาจา และผลงาน เป็นการประเมินโดยการเขียนรายงานตามแบบรายงานผลการทดลอง, การนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และโครงงานวิทยาศาสตร์

2. กำหนดรายละเอียดของระดับคุณลักษณะแต่ละระดับเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าแบบพรรณา มีระดับคุณลักษณะ 3 ระดับ ได้แก่ 3,2 และ 1 (ภาคผนวก จ) ซึ่งแบบประเมินแต่ละแบบมีรายละเอียดพิจารณา ดังนี้

2.1 การเขียนรายงานตามแบบรายงานผลการทดลอง พิจารณาจากรายการ ดังนี้ 1) การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ 2) การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ 3) การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง และ 4) สรุปผลการทดลอง

2.2 การนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากรายการ ดังนี้ 1) การจัดระบบการนำเสนอ 2) การใช้ภาษา 3) การใช้ลีลาของเสียง 4) การใช้ลีลาท่าทางประกอบ 5) การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ และ 6) การตอบคำถาม

2.3 โครงงานวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากรายการ ดังนี้ 1) การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ 2) การนำเสนอผลงาน 3) ความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงาน และ 4) แผนผังการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์

3. เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในขั้นตอนการทดลองสอนมีแบบแผนการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 มีรูปแบบเป็นกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 60-61) ดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

			กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
			E	T ₁	X	T ₂
เมื่อ	E	แทน	กลุ่มตัวอย่าง			
	T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์			
	X	แทน	การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน			

2. ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4 มีรูปแบบเป็นกลุ่มเดียว ทดสอบหลังการทดลอง (One Shot Case Study) (ด้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2538 : 249) ดังตาราง 7

ตาราง 7 แบบแผนการวิจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4

	กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
	E	-	X	T
เมื่อ	E	แทน	กลุ่มตัวอย่าง	
	X	แทน	การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน	
	T	แทน	การทดสอบหลังเรียน โดยแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์	

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อผู้บริหารโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร เพื่อขอความร่วมมือในการวิจัย
2. ทำการเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง 2 สัปดาห์ โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำคะแนนที่ได้เป็นข้อมูลคะแนนทดสอบก่อนเรียน
3. ทำการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และเก็บข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมทางด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเก็บข้อมูลความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ขณะที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำกิจกรรมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
4. เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือ วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กระทำโดยการคำนวณค่าเฉลี่ยจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.40 คือ มีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี ขึ้นไป (จากมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ เมื่อ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง 2 หมายถึง พอใช้ 3 หมายถึง ปานกลาง 4 หมายถึง ดี และ 5 หมายถึง ดีมาก)

1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความเที่ยงของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.3 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1.4 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

2. การทดสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$), S.D. แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับคะแนนเฉลี่ยเกณฑ์พิจารณา

2.2 วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test dependent

2.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนโดยค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$), S.D. แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ กระทำโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) ของความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137)

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

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

1.2 หาค่าคะแนนแปรปรวน (Variance) ของความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และคะแนนแบบประเมินและแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 142)

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

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

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้การคำนวณค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างระหว่างคุณลักษณะกับพฤติกรรมบ่งชี้ที่ต้องการวัด ของแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยคำนวณจากสูตร (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 234-235)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคุณลักษณะกับพฤติกรรมที่บ่งชี้ หรือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญของข้อคำถามทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.3 หาค่าความยากง่าย (Difficulty index : P_E) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index : D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199-200)

$$P_E = \frac{S_u + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าความยากง่าย
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

$$D = \frac{S_u - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) โดยคำนวณจากสูตร (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 226)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	K	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือ
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับค่าคะแนนเฉลี่ยเกณฑ์พิจารณา

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย การนี้กลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent sample) โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2540 : 165)

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

เมื่อ	$\sum D$ แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้บทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ กับคะแนนก่อนใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
	$\sum D^2$ แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กับคะแนนก่อนใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
	N แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
	t แทน	ค่าใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบที่ t-distributions

3.3 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4 โดยหาค่าเฉลี่ยของคะแนนประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ขณะ เรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蕈 โดยแบ่งการดำเนินการศึกษาค้นคว้าได้เป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนานั้นไปทดลองสอน

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยวิเคราะห์ผลตามการดำเนินการศึกษาค้นคว้า ซึ่งได้ผลดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สำหรับการวิจัยในตอน ที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาวิธีการผลิตเห็ด姑蕈 การตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蕈 และการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑蕈 ผลการทดลองปรากฏผล ดังนี้

1. การทดลองภาคสนาม : ศึกษาวิธีการผลิตเห็ด姑蕈

1.1 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ด姑蕈 โดยการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด姑蕈 (Tissue Culture) และจากเชื้อวันเห็ด姑蕈 (การต่อเส้นใย) เลี้ยงบนอาหารวัน P.D.A ปรากฏผลดังตาราง 8 และ 9

ตาราง 8 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการแยกเนื้อเยื่อจาก
ดอกเห็ดภูฐาน (Tissue Culture) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A

วันที่	ความยาวของเส้นใย โดยประมาณ (cm)*	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มเขียนเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐานลงบนอาหารวุ้น P.D.A	↑ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-30 °C ↓
2	-	-	
3	0.1	เริ่มมีเส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายผ้าบางๆ) แพร่กระจายออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดภูฐาน เห็นเส้นใยไม่ชัดเจน	
4	0.5	เส้นใยสีขาวเริ่มหนาขึ้นเรื่อยๆ มองเห็นเส้นใยชัดเจน แพร่กระจายไปตามอาหารวุ้น P.D.A	
5	1.0		
6	2.0		
7	2.0		
8	2.2		
9	2.8		
10	3.0		
11	3.5		
12	4.0		
13	5.0	เส้นใยสีขาวรัดตัวกันหนาและแน่น แพร่กระจายเต็ม ขวดอาหารวุ้น P.D.A มองไม่เห็นผิวหน้าอาหารวุ้น P.D.A	
14	5.0		
15	5.0		

หมายเหตุ * วัดความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐานโดยใช้วิธีของ โครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนา
ภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ทำการวัดความยาว
ของเส้นใยเห็ดภูฐานโดยทำการวัดครึ่งของเส้นใยเห็ดภูฐาน จากจุดกลางของขวดอาหารวุ้น
P.D.A ที่วางเนื้อเยื่อของดอกเห็ดภูฐาน

จากตาราง 8 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการแยกเนื้อเยื่อ
จากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue Culture) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดภูฐาน
ในวันที่ 3 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 4 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดภูฐานไป
เรื่อยๆ ตามผิวอาหารวุ้น ในวันที่ 13 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มขวดอาหารวุ้น P.D.A และในวันที่
14-15 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้น มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง
25-30 องศาเซลเซียส

ตาราง 9 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย) บนอาหารวัน P.D.A

วันที่	ความยาวของเส้นใย โดยประมาณ (cm)*	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มเขียนเชื้อวันเห็ดภูฐาน ลงบนอาหารวัน P.D.A	↑ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-30 °C ↓
2	-	-	
3	0.5	เริ่มมีเส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายผ้าบางๆ) แพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐาน เห็น เส้นใยไม่ชัดเจน	
4	1.0	เส้นใยสีขาวเริ่มหนาขึ้น มองเห็นเส้นใยชัดเจน แพร่กระจายไปตามอาหารวัน P.D.A	
5	1.5	เส้นใยสีขาว มีความยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ แพร่กระจายไปตามอาหารวัน P.D.A	
6	2.0		
7	3.0		
8	4.2		
9	5.4		
10	6.0		
11	6.5		
12	7.0	เส้นใยสีขาวรัดตัวกันหนาและแน่น แพร่กระจาย เต็มขวดอาหารวัน P.D.A มองไม่เห็นผิวหน้า อาหารวัน P.D.A	
13	7.0		
14	7.0		
15	7.0		

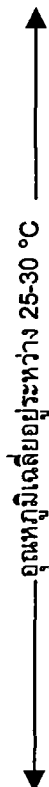
หมายเหตุ

* วัดความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐานโดยใช้วิธีของ โครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนา
ภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ทำการวัดความยาว
ของเส้นใยเห็ดภูฐานโดยทำการวัดรัศมีของเส้นใยเห็ดภูฐาน จากจุดกลางของขวดอาหารวัน
P.D.A ที่วางเชื้อวันเห็ดภูฐาน

จากตาราง 9 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวัน
เห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย) บนอาหารวัน P.D.A เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดภูฐานในวันที่
3 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 4 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐานไปเรื่อยๆ ตาม
ผิวอาหารวัน ในวันที่ 12 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มขวดอาหารวัน P.D.A และในวันที่ 13-14
เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่น มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง 25-30
องศาเซลเซียส

1.2 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง

วันที่	ความยาวของเส้นใยโดยประมาณ (cm)*	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มเชื้อเชื้อวันเห็ดภูฐาน ลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง	 อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-30 °C
2	-	-	
3	-	-	
4	0.5	เริ่มมีเส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายฝ้ายบางๆ)	
5	1.0	แพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐาน แพร่ไปตามเมล็ดข้าวฟ่าง เห็นเส้นใยไม่ชัดเจน	
6	2.0	เส้นใยสีขาว หนาขึ้นเล็กน้อย มองเห็นเส้นใย	
7	3.0	ชัดเจน แพร่กระจายออกไปเรื่อยๆ ตาม	
8	3.6	เมล็ดข้าวฟ่าง	
9	4.0	เส้นใยสีขาว มีความยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ	
10	4.0	มองเห็นเส้นใยชัดเจน แพร่กระจายออกไปเรื่อยๆ	
11	5.0	ตามเมล็ดข้าวฟ่าง เกือบเต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่าง	
12	6.0	เส้นใยสีขาวแพร่กระจายเต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่าง	
13	6.5	มีความหนาของเส้นใยเพิ่มมากขึ้น	
14	7.0	เส้นใยสีขาวรัดตัวกันหนาแน่นเต็ม	
15	7.0	ขวดเมล็ดข้าวฟ่าง (มองเห็นเส้นใยสีขาวชัดเจน)	

หมายเหตุ * วัดความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐานโดยใช้วิธีของ โครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ทำการวัดความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยทำการวัดรัศมีของเส้นใยเห็ดภูฐานจากจุดกลางของขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่วางเชื้อวันเห็ดภูฐาน

จากตาราง 10 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐานในวันที่ 4 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 5 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐานไปเรื่อยๆ ตามผิวเมล็ดข้าวฟ่าง ในวันที่ 12 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่าง และในวันที่ 13-14 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้น มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส

1.3 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร ปรากฏผลดังตาราง 11 และ 12

ตาราง 11 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 ที่เลี้ยงไม่ย่ำงพาราผสมอาหารเสริม

วันที่	ความยาวของเส้นใย โดยประมาณ (cm)*	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มเขียนเมล็ดข้าวฟ่างลงบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 ขี้เลื่อยไม่ย่ำงพาราผสมอาหารเสริม	↑ อุณหภูมิเลี้ยงอยู่ระหว่าง 25-34 °C ↓
2	-	-	
3	-	-	
4	-	-	
5	-	-	
6	0.7	เส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายผ้าบางๆ) มอง	
7	1.5	เห็นเส้นใยยังไม่ชัดเจน แพร่กระจายออกจาก เมล็ดข้าวฟ่างบริเวณขอบของถุงก้อนเชื้อ	
8	2.3	- เส้นใยสีขาว ยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ มองเห็นได้ชัดเจน แพร่กระจายออกไปตาม ขี้เลื่อยไม่ย่ำงพารา - บริเวณที่เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐานแพร่ผ่าน ขี้เลื่อยจะมีสีขาวของเส้นใยเห็ดปนสีเหลืองอ่อน ของขี้เลื่อย	
9	2.9		
10	3.6		
11	4.5		
12	5.0		
13	5.8		
14	6.7		
15	7.5		
16	8.1		
17	9.1		
18	9.7		
19	10.0		
20	10.8		
21	11.8		
22	12.3		
23	13.1		
24	14.0		
25	14.7		

ตาราง 11 (ต่อ)

วันที่	ความยาวของเส้นใย โดยประมาณ (cm)*	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
26	15.4	- เส้นใยสีขาว ยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ มองเห็นได้ชัดเจน แพร่กระจายออกไปตามซี่เลื่อยไม่ยั้งพารา - บริเวณที่เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐานแพร่ผ่านซี่เลื่อยจะมีสีขาวของเส้นใยเห็ดปนสีเหลืองอ่อนของซี่เลื่อย	↑ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-34 °C ↓
27	16.1		
28	16.5		
29	17.8	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่กระจายเต็มด้านข้างของถุงก่อนเชื้อ แต่ยังไม่แพร่กระจายลงไปยังก้นถุง ถุงก่อนเชื้อมีสีขาวปนเหลืองอ่อน	
30	18.6		
31	20.4		
32	21.4	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่กระจายลงไปยังก้นถุงก่อนเชื้อ	
33	22.5		
34	23.0		
35	23.0	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่เต็มก้นถุงก่อนเชื้อ ถุงก่อนเชื้อมีสีขาวของเส้นใยเห็ดปนสีเหลืองอ่อนของซี่เลื่อย	
36	23.0		
37	23.0		
38	23.0		
39	23.0		
40	23.0		
41	23.0		
42	23.0		

หมายเหตุ

- * วัดความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐานโดยใช้วิธีของ โครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ทำการวัดความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยทำการวัดความยาวเริ่มต้นจากบริเวณคอขวดถุงก่อนเชื้อ จนกระทั่งถึงจุดกึ่งกลางของก้นถุงก่อนเชื้อ
- มีหนูกัดแทะกระดาษปิดปากถุงก่อนเชื้อ กินเมล็ดข้าวฟ่างภายในถุงก่อนเชื้อ
 - มีราเขียว และราสีส้มแพร่ปนกับเส้นใยเห็ดภูฐาน

จากตาราง 11 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก่อนเชื้อ สูตร 1 ซี่เลื่อยไม่ยั้งพาราผสมอาหารเสริม เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่าง ตรงบริเวณคอขวดของถุงก่อนเชื้อในวันที่ 6 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 7 เส้นใยเห็ดภูฐาน แพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่างไม่เรื่อยๆ ตามผิวของซี่เลื่อยไม่ยั้งพารา ในวันที่ 35 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มถุงก่อนเชื้อ (วัสดุหมัก) และในวันที่ 36-42 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาและแน่นขึ้นพร้อมที่จะเกิดดอกต่อไป มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง 24-34 องศาเซลเซียส

ตาราง 12 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจาก เมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม

วันที่	ความยาวของเส้นใย (cm)	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างลงบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม	↑ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-34 °C ↓
2	-	-	
3	-	-	
4	-	-	
5	-	-	
6	0.1	เส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายผ้าบางๆ)	
7	1.0	มองเห็นเส้นใยยังไม่ชัดเจน แพร่กระจายออกจาก เมล็ดข้าวฟ่างบริเวณคอขวดของถุงก้อนเชื้อ	
8	1.9	- เส้นใยสีขาว ยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ มองเห็นได้ชัดเจน แพร่กระจายออกไปตาม ฟางข้าวสับ - บริเวณที่เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐานแพร่ผ่าน ฟางข้าวสับจะมีสีขาวของเส้นใยเห็ดปน สีเหลืองอ่อนของฟางข้าว	
9	3.0		
10	4.0		
11	4.7		
12	6.0		
13	7.0		
14	8.0		
15	8.6		
16	9.7		
17	10.9		
18	11.7		
19	12.3		
20	13.3		
21	14.4		
22	15.0		
23	16.3		
24	17.5	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่กระจายเต็มด้าน ข้างของถุงก้อนเชื้อ แต่ยังไม่แพร่กระจายลงไปยัง	
25	18.5	ก้นถุง ถุงก้อนเชื้อมีสีขาวของเส้นใยเห็ดปน สีเหลืองอ่อนของฟางข้าว	

ตาราง 12 (ต่อ)

วันที่	ความยาวของเส้นใย (cm)	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
26	19.5	เส้นใยสีขาวของเห็ด姑蘇ฐาน แพร่กระจายลงไปยัง ก้นถุงก่อนเชื้อ	อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-34 °C
27	20.4		
28	21.1		
29	22.2		
30	23.0	เส้นใยสีขาวของเห็ด姑蘇ฐาน แพร่เต็มก้น ถุงก่อนเชื้อ ถุงก่อนเชื้อมีสีขาวของเส้นใยเห็ด ปนสีเหลืองอ่อนของฟางข้าว	
31	23.0		
32	23.0		
33	23.0	เส้นใยสีขาวของเห็ด姑蘇ฐาน แพร่เต็มถุงก่อนเชื้อ เส้นใยรัดตัวกันหนาและแน่น มองเห็นสีขาวของ เส้นใยได้อย่างชัดเจน ถุงก่อนเชื้อมีสีขาวของ เส้นใยเห็ดปนสีเหลืองอ่อนของฟางข้าว	
34	23.0		
35	23.0		
36	23.0		
37	23.0		
38	23.0		
39	23.0		
40	23.0		
41	23.0		
42	23.0		

หมายเหตุ

- * วัดความยาวของเส้นใยเห็ด姑蘇ฐานโดยใช้วิธีของ โครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนา
ภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ทำการวัดความยาวของ
เส้นใยเห็ด姑蘇ฐาน โดยทำการวัดความยาวเริ่มต้นจากบริเวณคอขวดถุงก่อนเชื้อ จนกระทั่ง
ถึงจุดกึ่งกลางของก้นถุงก่อนเชื้อ
- มีหนูกัดแทะกระดาษปิดปากถุงก่อนเชื้อ กินเมล็ดข้าวฟ่างภายในถุงก่อนเชื้อ
 - มีราเขียว และราสีส้มแพร่ปนกับเส้นใยเห็ด姑蘇ฐาน

จากตาราง 12 ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ด姑蘇ฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อ
เห็ด姑蘇ฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก่อนเชื้อ สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจาก
เมล็ดข้าวฟ่างบริเวณคอขวดของถุงก่อนเชื้อในวันที่ 6 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 7 เส้นใยเห็ด姑蘇ฐานแพร่
กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่างไปเรื่อยๆ ตามผิวของฟางข้าวสับ ในวันที่ 25 เส้นใยเห็ด姑蘇ฐานแพร่กระจายจนเต็ม
วัสดุหมัก (ถุงก่อนเชื้อ) และในวันที่ 26-42 เส้นใยเห็ด姑蘇ฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้นพร้อมที่จะเกิดดอกต่อไป มีอุณหภูมิ
เฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ด姑蘇ฐานอยู่ระหว่าง 24-34 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ถุงก่อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม ทำให้
เส้นใยเห็ด姑蘇ฐานแพร่เต็มถุงก่อนเชื้อได้เร็วกว่า ถุงก่อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 แต่ระยะเวลาการรัดตัวของ
เส้นใยเห็ด姑蘇ฐาน (พร้อมที่จะเกิดดอก) มีระยะเวลาเท่ากัน

1.4 ศึกษาปริมาณน้ำหนักรากของดอกเห็ดภูฐานโดยรวมที่ ได้จากถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก)

2 สูตร จากการเปิดดอกเห็ดภูฐาน ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ปริมาณน้ำหนักรากของดอกเห็ดภูฐานโดยรวม ที่ได้จากถุงก้อนเชื้อเห็ดภูฐาน (วัสดุหมัก) ทั้ง 2 สูตร

วัสดุหมัก	เก็บผลผลิตครั้งที่	ปริมาณน้ำหนักรากของดอกเห็ดภูฐาน (กรัม)												อุณหภูมิ(°C)	ความชื้น (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม	ค่าเฉลี่ย		
สูตร 1	1	30	45	15	35	10	35	25	40	60	10	305	93	อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27-34 °C	ความชื้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 65-93 %
	2	50	50	40	20	50	15	10	10	25	50	320			
	3	50	20	15	35	30	55	30	30	30	10	305			
	รวม	130	115	70	90	90	85	65	80	115	70	930			
สูตร 2	1	20	10	10	20	20	20	20	20	20	50	210	66	อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27-34 °C	ความชื้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 65-93 %
	2	15	10	50	40	25	25	25	30	15	10	245			
	3	15	10	25	10	10	25	10	25	50	25	205			
	รวม	50	30	85	70	55	70	55	75	85	85	660			

หมายเหตุ

1. * สูตร 1 : ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม

** สูตร 2 : ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม

2. จากตาราง 13 นำเสนอข้อมูลการเก็บผลผลิตในระยะเวลา 1 เดือน เพื่อเปรียบเทียบ

ความแตกต่างของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเห็ดภูฐาน จากวัสดุหมัก 2 สูตร

3. วัสดุหมัก สูตร 1 : ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม เปิดดอกเห็ดวันที่ 17 เมษายน 2545

เก็บผลผลิตวันสุดท้าย วันที่ 20 มิถุนายน 2545 รวมระยะเวลาประมาณ 2 เดือน

เก็บผลผลิตได้ 5 ครั้ง

4. วัสดุหมัก สูตร 2 : ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม เปิดดอกเห็ดวันที่ 17 เมษายน 2545

เก็บผลผลิตวันสุดท้าย วันที่ 23 พฤษภาคม 2545 รวมระยะเวลาประมาณ 1 เดือน

เก็บผลผลิตได้ 3 ครั้ง

5. ดอกเห็ดภูฐาน เก็บผลผลิตในระยะแรกดอกเห็ดจะอวบน้ำขนาดใหญ่ และเมื่อเก็บผลผลิต

ระยะสุดท้ายขนาดของดอกเห็ดจะเล็กลง

จากตาราง 13 ปริมาณน้ำหนักรากของดอกเห็ดภูฐานโดยรวม จากถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม มีปริมาณน้ำหนักรากของดอกเห็ดภูฐานโดยรวม มากกว่าถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม กล่าวคือ มีปริมาณน้ำหนักรากของดอกเห็ดโดยรวมเฉลี่ย เท่ากับ 93 กรัม/ถุง และ 66 กรัม/ถุง ตามลำดับ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการเกิดดอกอยู่ระหว่าง 27-34 องศาเซลเซียส และมี

ความชื้นที่มีผลต่อการเกิดดอกอยู่ระหว่าง 65-93 %

อนึ่ง ถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม สามารถเก็บผลผลิตต่อไปได้อีก 1 เดือน ส่วนวัสดุหมักสูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม สามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 1 เดือน

2. การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑ฐาน

2.1.1 ตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง ปรากฏผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้งในเห็ด姑ฐาน

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลง หลังทดสอบกับสารละลายไอโอดีน
1	น้ำกลั่น	สีเหลือง ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
2	น้ำแป้ง	สีม่วงอ่อน
3	น้ำเห็ด姑ฐาน	สีขาวขุ่น ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

หมายเหตุ - ทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง พบว่า ผลการทดสอบเหมือนกันทั้ง 2 ครั้ง ดังตาราง

จากตาราง 14 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้งในเห็ด姑ฐาน หลังทดสอบกับสารละลายไอโอดีน พบว่า น้ำเห็ด姑ฐานไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับน้ำแป้ง พบว่า เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นสีม่วงอ่อน และน้ำกลั่น พบว่า ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่า ไม่มีสารอาหารประเภทแป้งในเห็ด姑ฐาน

2.1.2 ตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล ปรากฏผลดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ด姑ฐาน

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลง หลังทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์
1	น้ำกลั่น	ของเหลวสีฟ้าใส
2	สารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1%	ของเหลวสีน้ำตาลเข้ม มีตะกอนสีเหลือง
3	น้ำเห็ด姑ฐาน	ของเหลวสีน้ำตาลอ่อน ใส

หมายเหตุ - ทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง พบว่า ผลการทดสอบเหมือนกันทั้ง 2 ครั้ง ดังตาราง

จากตาราง 15 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ด姑ฐานหลังทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ พบว่า น้ำเห็ด姑ฐานเปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นของเหลวสีน้ำตาลใส แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1 % พบว่า เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นสีน้ำตาลเข้ม มีตะกอนสีเหลือง และน้ำกลั่น พบว่า ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แสดงว่า มีสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ด姑ฐาน

2.1.3 ตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน ปรากฏผลดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ดภูฐาน

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลง หลังทดสอบกับ สารละลายไบยูเรต
1	น้ำกลั่น	ของเหลวสีเขียวใส
2	น้ำนม	ของเหลวสีม่วงอ่อน ตะกอนสีขาวขุ่น
3	ไข่ขาว	ของเหลวสีม่วงเข้ม จับตัวกันเป็นก้อน
4	น้ำเห็ดภูฐาน	ของเหลวสีน้ำเงินอมม่วง

หมายเหตุ - ทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง พบว่า ผลการทดสอบเหมือนกันทั้ง 2 ครั้ง ดังตาราง

จากตาราง 16 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ดภูฐานหลังทดสอบกับสารละลายไบยูเรต พบว่า น้ำเห็ดภูฐานเปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นของเหลวสีน้ำเงินอมม่วง แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับน้ำนม พบว่า เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่น เป็นสีม่วงอ่อน มีตะกอนสีขาวขุ่น, ไข่ขาว พบว่า เปลี่ยนจากของเหลวใสเป็นสีม่วงเข้ม จับตัวกันเป็นก้อน และน้ำกลั่น พบว่า ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่า มีสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ดภูฐาน

2.1.4 ตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี ปรากฏผลดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซีในเห็ดภูฐาน

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	จำนวนหยดของสารที่ทำให้น้ำเบ็งสุกผสมสารละลายไอโอดีน เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี
1	น้ำกลั่น	150 หยด ไม่เปลี่ยนสี
2	สารละลายวิตามินซี	20 หยด เปลี่ยนเป็นไม่มีสี
3	น้ำมะนาว	30 หยด เปลี่ยนเป็นไม่มีสี
4	น้ำเห็ดภูฐาน	40 หยด เปลี่ยนเป็นไม่มีสี

หมายเหตุ 1. ทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง พบว่า ผลการทดสอบเหมือนกันทั้ง 2 ครั้ง ดังตาราง
2. ผลการทดสอบกับน้ำกลั่น พบว่า ไม่เปลี่ยนสีของสารละลาย เลือกบันทึกจำนวนหยดที่ 150 หยด เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่าง

จากตาราง 17 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซีในเห็ดภูฐาน โดยทำการเปรียบเทียบกับจำนวนหยดของสารที่ทำให้น้ำเบ็งสุกผสมสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี พบว่า น้ำเห็ดภูฐาน จำนวน 40 หยด สารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1% จำนวน 20 หยด และน้ำมะนาว จำนวน 30 หยด เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มี แสดงว่า มีสารอาหารประเภทวิตามินซีในเห็ดภูฐาน

2.2 ศึกษาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

2.2.1 วิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของเห็ดภูฐาน ปรากฏผลดังตาราง 18

ตาราง 18 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของเห็ดภูฐาน หลังจากการหมักครบ 3 วัน

ที่	คุณลักษณะทางกายภาพ	ผลการสังเกต
1	สี	สีขาว
2	กลิ่น	หอมกระเทียม และกลิ่นเปรี้ยวของกรด
3	รสชาติ	เปรี้ยว และเค็มเล็กน้อย
4	เนื้อสัมผัส	เนื้อแยกออกจากกันเป็นชิ้นๆ ของเนื้อเห็ดที่ฉีกเป็นฝอย เนื้อนิ่ม
5	ความชอบรวม	ชอบ

หมายเหตุ การสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพ โดยใช้ผู้สังเกต 5 คน แล้วทำการวิเคราะห์ผลรวมพบว่า ผลการสังเกตของผู้สังเกตใกล้เคียงกัน ดังตาราง

จากตาราง 18 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของเห็ดภูฐาน พบว่า เห็ดภูฐานมีสีขาว กลิ่นหอมกระเทียมและกลิ่นเปรี้ยวของกรด มีรสชาติเปรี้ยวและเค็มเล็กน้อย มีเนื้อสัมผัสนิ่ม เนื้อจะแยกออกจากกันเป็นชิ้นๆ ของเนื้อเห็ดที่ฉีกเป็นฝอย และผู้สังเกตทุกคนมีความชอบโดยรวม

2.2.2 วิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ปรากฏผล

ดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ก่อนและหลังทอด

ที่	คุณลักษณะทางกายภาพ	ผลการสังเกต	
		ก่อนทอด	หลังทอด
1	สี	สีคล้ำออกน้ำตาลใส	สีเหลืองอมน้ำตาล
2	ลักษณะ	ชิ้นข้าวเกรียบบางแผ่นมีความหนามากเกินไป บางแผ่นบางแต่ไม่มีความสม่ำเสมอ	พองกรอบ แต่บางแผ่นยังพองไม่สม่ำเสมอ บางแผ่นแข็ง
3	เนื้อสัมผัส	เนื้อเนียนแข็ง บางแผ่นเนื้อมีรอยแตก	เนื้อบางกรอบ
4	รสชาติ	-	รสชาติดี กลมกล่อม มีรสของพริกไทย รากผักชี เห็ดภูฐาน กรอบและมัน
5	ความชอบ	-	ชอบ

หมายเหตุ การสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพ โดยใช้ผู้สังเกต 5 คน แล้วทำการวิเคราะห์ผลรวมพบว่า ผลการสังเกตของผู้สังเกตใกล้เคียงกัน ดังตาราง

จากตาราง 19 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ก่อนและหลังทอด พบว่า ลักษณะทางกายภาพก่อนทอด ข้าวเกรียบมีสีคล้ำออกน้ำตาลใส มีลักษณะชิ้นข้าวเกรียบบางแผ่นหนา บางแผ่นบางแต่ไม่สม่ำเสมอ มีเนื้อเนียนแข็ง บางแผ่นมีรอยแตก และลักษณะทางกายภาพหลังทอด ข้าวเกรียบมีสีเหลืองอมน้ำตาล มีลักษณะชิ้นข้าวเกรียบพองกรอบ แต่บางแผ่นยังพองไม่สม่ำเสมอ บางแผ่นแข็ง มีเนื้อสัมผัสบางกรอบ มีรสชาติดี กลมกล่อม ได้รสของพริกไทย รากผักชี เห็ดภูฐาน กรอบและมัน และผู้สังเกตทุกคนชอบโดยรวม

ตอนที่ 2 การพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สำหรับการวิจัยในตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองในตอนที่ 1 มาพัฒนาทบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 4 บทปฏิบัติการ ดังนี้ 1) เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น 2) เรื่อง การเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก 3) เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และ 4) เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และในการนี้ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพและความเหมาะสมในการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปใช้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประเมินค่า 5 ช่วง ซึ่งมีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน ผู้วิจัยนำระดับการประเมินมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละส่วนและจัดระดับค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ คือ

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

ค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญปรากฏผลดังตาราง 20

ตาราง 20 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญ

บท ปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ที่	รายการประเมิน					
	ใบความรู้ประกอบ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์		บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์		เอกสารรายงานผลการทดลอง และแบบฝึกหัดท้ายบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ระดับ การประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ระดับ การประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ระดับ การประเมิน
1	4.23	ดีมาก	4.24	ดีมาก	4.11	ดี
2	4.15	ดี	4.40	ดีมาก	4.77	ดีมาก
3	4.25	ดีมาก	4.38	ดีมาก	4.34	ดีมาก
4	4.73	ดีมาก	4.26	ดีมาก	4.11	ดี
รวม	4.34	ดีมาก	4.32	ดีมาก	4.33	ดีมาก
รวมทั้งหมด	ค่าเฉลี่ย 4.33 ผลการประเมินคุณภาพทุกบทปฏิบัติการ อยู่ในระดับ ดีมาก					

จากตาราง 20 การประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน จำนวน 4 บทปฏิบัติการ โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) เอกสารรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ พบว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ และส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนของบทปฏิบัติการ ได้รับการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

สำหรับการวิจัยในตอนที่ 3 ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร เพื่อศึกษาผลการเรียน 3 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
3. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยนำคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดังกล่าว มาเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน โดยใช้ t-test dependent ปรากฏผลดังตาราง 21

ตาราง 21 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายการ	คะแนนสอบ		คะแนนสอบ		$\bar{d}$	s.d	t	df	p
	ก่อนเรียน		หลังเรียน						
	(N= 30)		(N= 30)						
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D					
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	17.50	10.91	43.00	5.14	25.50	10.99	12.81	29	.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 21 คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนมีความแตกต่างกัน โดยคะแนนหลังเรียนมีคะแนนสูงขึ้น ($p = .000$) นั่นคือการเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างนักเรียนเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งทำการประเมินไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบประเมินโดยสภาพจริง แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 อันดับ ซึ่งมีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1-5 โดยประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 7 ด้าน คือ 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความรับผิดชอบและความพยายาม 3) ความมีเหตุผล 4) ความมีระเบียบรอบคอบ 5) ความซื่อสัตย์ 6) ความใจกว้าง และ 7) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

โดยนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วคิดเป็นร้อยละ ปรากฏผลดังตาราง 22

ตาราง 22 คะแนนเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์	คะแนน		คิดเป็นร้อยละ
	$\bar{X}$	S.D	
1. ความอยากรู้อยากเห็น	4.30	0.47	86.00
2. ความรับผิดชอบและความพยายาม	4.10	0.61	82.00
3. ความมีเหตุผล	3.50	0.51	70.00
4. ความมีระเบียบรอบคอบ	3.73	0.52	74.67
5. ความซื่อสัตย์	3.53	0.57	70.67
6. ความใจกว้าง	4.63	0.49	92.67
7. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.63	0.49	92.67
รวม	4.06	2.58	81.24

จากตาราง 22 คะแนนเฉลี่ยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เมื่อเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความใจกว้าง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น สูงสุด คือ ร้อยละ 92.67 รองลงมา คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและความพยายาม ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความมีเหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.00 82.00 74.67 70.67 และ 70.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยร้อยละของเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยรวม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 คือ ร้อยละ 81.24

3. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในแต่ละบทปฏิบัติการ โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบประเมินมาตราส่วนประเมินค่า 3 อันดับ ซึ่งมีน้ำหนักคะแนนตั้งแต่ 1-3 โดยประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ 1) การเขียนรายงานตามแบบรายงานผลการทดลอง 2) การนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) โครงงานวิทยาศาสตร์ (ทำการประเมินหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4) โดยนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของคะแนนความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ แล้วคิดเป็นร้อยละ ปรากฏผลดังตาราง 23

ตาราง 23 คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์	คะแนน		คิดเป็นร้อยละ
	$\bar{X}$	S.D	
1. การเขียนรายงานตามแบบรายงานผลการทดลอง	40.00	2.95	83.33
2. การนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทปฏิบัติการ	60.40	1.52	83.89
3. โครงงานวิทยาศาสตร์	42.00	2.88	82.89
รวม	142.40	5.70	83.27

จากตาราง 23 คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เมื่อเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทปฏิบัติการสูงสุด คือ ร้อยละ 83.93 รองลงมา คือ ด้านการเขียนรายงานตามแบบรายงานผลการทดลอง และด้านโครงงานวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.33 และ 82.35 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยรวม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 คือ ร้อยละ 83.27

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน จากการทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผล การเรียนรู้ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน เพื่อนำผลการทดลองไปสร้างบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ดังนี้
 - 3.1 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย

1. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับใช้ได้ดี
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80
4. นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า 3 ตอน แต่ละตอนดำเนินการโดยสรุป ดังนี้

1. การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. การทดลองภาคสนาม : ศึกษาวิธีการผลิตเห็ดภูฐาน

1.1 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue Culture) และจากเชื้อวุ้นเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.DA

1.2 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวุ้นเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง

1.3 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร คือ

1) สูตร 1 ประกอบด้วย ขี้เลื่อยไม้ยางพารา : รำละเอียด : แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) : แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ) ในอัตราส่วน 50 : 2.5 : 0.5 : 0.1 กิโลกรัม

2) สูตร 2 ประกอบด้วย ฟางข้าวสับ : แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) : มูลโค กระบือ : รำละเอียด ในอัตราส่วน 50 : 1 : 12.5 : 2.5 กิโลกรัม

1.4 ศึกษาปริมาณน้ำหนักของดอกเห็ดภูฐานโดยรวมที่ ได้จากถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร จากการเปิดดอกเห็ดภูฐาน

2. การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน 4 ประเภท คือ 1) ตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง 2) ตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล 3) ตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน และ 4) ตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี

2.2 ศึกษาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ 1) วิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของแหนมเห็ดภูฐาน และ 2) วิธีการแปรรูป และลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน

ตอนที่ 2 ขอบเขตของการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

พัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบไปด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 บทปฏิบัติการ คือ 1) เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น 2) เรื่อง การเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก 3) เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และ 4) เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน โดยดำเนินการดังนี้

1. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 60 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 1 ห้องเรียน (จำนวน 30 คน) ได้จากการสุ่มแบบจัดกลุ่ม (Cluster Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนของนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนของนักเรียน แบ่งเป็น 3 แบบ คือ 1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ กระทำโดยการคำนวณค่าเฉลี่ยจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.40 คือ มีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี ขึ้นไป (จากมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ เมื่อ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง 2 หมายถึง พอใช้ 3 หมายถึง ปานกลาง 4 หมายถึง ดี และ 5 หมายถึง ดีมาก)

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

3.3 วิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test dependent

3.4 วิเคราะห์คะแนนจากแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$), S.D. แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาคิดเป็นร้อยละ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนานบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าแบ่งออกเป็น 3 ตอน สรุปผลได้ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. การทดลองภาคสนาม : ศึกษาวิธีการผลิตเห็ดภูฐาน

1.1 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue Culture) และจากเชื้อวุ้นเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A พบว่า ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue Culture) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดภูฐาน ในวันที่ 3 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 4 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดภูฐานไปเรื่อยๆ ตามผิวอาหารวุ้น ในวันที่ 13 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มขวดอาหารวุ้น P.D.A และในวันที่ 14-15 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้น มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส

ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวุ้นเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย) บนอาหารวุ้น P.D.A เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเชื้อวุ้นเห็ดภูฐานในวันที่ 3 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 4 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเชื้อวุ้นเห็ดภูฐานไปเรื่อยๆ ตามผิวอาหารวุ้น ในวันที่ 12 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มขวดอาหารวุ้น P.D.A และในวันที่ 13-14 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้น มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส

1.2 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง พบว่า

ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐานในวันที่ 4 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 5 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐานไปเรื่อยๆ ตามผิวเมล็ดข้าวฟ่าง ในวันที่ 12 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่าง และในวันที่ 13-14 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้น มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส

1.3 ศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร พบว่า

ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ สูตร 1 ซึ่งเลี้ยงไม่ย่างพาราผสมอาหารเสริม เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่าง ตรงบริเวณคอขวดของถุงก้อนเชื้อในวันที่ 6 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 7 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่างไปเรื่อยๆ ตามผิวของซึ่งเลี้ยงไม่ย่างพารา ในวันที่ 35 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) และในวันที่ 36-42 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้นพร้อมที่จะเกิดดอกต่อไป มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง 24-34 องศาเซลเซียส

ลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน โดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม เส้นใยเริ่มแพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่าง บริเวณคอขวดของถุงก้อนเชื้อในวันที่ 6 โดยเส้นใยมีลักษณะสีขาว ในวันที่ 7 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายออกจากเมล็ดข้าวฟ่างไปเรื่อยๆ ตามผิวของฟางข้าวสับ ในวันที่ 25 เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่กระจายจนเต็มวัสดุหมัก (ถุงก้อนเชื้อ) และในวันที่ 26-42 เส้นใยเห็ดภูฐานรัดตัวหนาแน่นขึ้นพร้อมที่จะเกิดดอกต่อไป มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานอยู่ระหว่าง 24-34 องศาเซลเซียส

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม ทำให้เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่เต็มถุงก้อนเชื้อได้เร็วกว่า ถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 แต่ระยะเวลาการรัดตัวของเส้นใยเห็ดภูฐาน (พร้อมที่จะเกิดดอก) มีระยะเวลาเท่ากัน

1.4 ศึกษาปริมาณน้ำหนักของดอกเห็ดภูฐานโดยรวมที่ ได้จากถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก)

2 สูตร จากการเปิดดอกเห็ดภูฐาน พบว่า

ปริมาณน้ำหนักของดอกเห็ดภูฐานโดยรวม จากถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 ซึ่งเลี้ยงไม่ย่างพาราผสมอาหารเสริม มีปริมาณน้ำหนักของดอกเห็ดภูฐานโดยรวม มากกว่าถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม กล่าวคือ มีปริมาณน้ำหนักของดอกเห็ดโดยรวมเฉลี่ย เท่ากับ 93 กรัม/ถุง และ 66 กรัม/ถุง ตามลำดับ มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีผลต่อการเกิดดอกอยู่ระหว่าง 27-34 องศาเซลเซียส และมีความชื้นที่มีผลต่อการเกิดดอกอยู่ระหว่าง 65-93 %

อนึ่ง ถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 ซึ่งเลี้ยงไม่ย่างพาราผสมอาหารเสริม สามารถเก็บผลผลิตต่อไปได้อีก 1 เดือน ส่วนวัสดุหมักสูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม สามารถเก็บผลผลิตได้เพียง 1 เดือน

ดังนั้น จากการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วัสดุหมักสูตร 1 (ซึ่งเลี้ยงไม่ย่างพาราผสมอาหารเสริม) ไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 (เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน)

2. การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

2.1.1 ตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง โดยการทดสอบกับสารละลายไอโอดีน พบว่า น้ำเห็ดภูฐานไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับน้ำแป้ง พบว่า เปลี่ยนจากของเหลว สีขาวขุ่น เป็นสีม่วงอ่อน และน้ำกลั่น พบว่า ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่า ไม่มีสารอาหารประเภทแป้งในเห็ดภูฐาน

2.1.2 ตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล โดยทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ พบว่า น้ำเห็ดภูฐานเปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นของเหลวสีน้ำตาลใส แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับสารละลาย น้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1 % พบว่า เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นสีน้ำตาลเข้ม มีตะกอนสีเหลือง และ น้ำกลั่น พบว่า ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แสดงว่า มีสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ดภูฐาน

2.1.3 ตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน โดยทดสอบกับสารละลายไบยูเรต พบว่า น้ำเห็ดภูฐานเปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่นเป็นของเหลวสีน้ำเงินอมม่วง แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับน้ำนม พบว่า เปลี่ยนจากของเหลวสีขาวขุ่น เป็นสีม่วงอ่อน มีตะกอนสีขาวขุ่น, ไข่ขาว พบว่า เปลี่ยนจากของเหลวใส เป็นสีม่วงเข้ม จับตัวกันเป็นก้อน และน้ำกลั่น พบว่า ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่า มีสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ดภูฐาน

2.1.4 ตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบจำนวนหยดของสารที่ใช้ทดสอบที่ทำให้น้ำแป้งสุกกับสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี พบว่า น้ำเห็ดภูฐาน จำนวน 40 หยด สารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1% จำนวน 20 หยด และน้ำมะนาว จำนวน 30 หยด เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มี แสดงว่า มีสารอาหารประเภทวิตามินซีในเห็ดภูฐาน

2.2 ศึกษาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

2.2.1 ลักษณะทางกายภาพของแฮมเห็ดภูฐาน พบว่า แฮมหิมเห็ดภูฐานมีสีขาว กลิ่นหอม กระเทียมและกลิ่นเปรี้ยวของกรด มีรสชาติเปรี้ยวและเค็มเล็กน้อย มีเนื้อสัมผัสนุ่ม เนื้อจะแยกออกจากกันเป็น ชิ้นๆ ของเนื้อเห็ดที่ฉีกเป็นฝอย และผู้สังเกตทุกคนมีความชอบโดยรวม

2.2.2 ลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน พบว่า ลักษณะทางกายภาพก่อนทอด ข้าวเกรียบมีสีคล้ำออกน้ำตาลใส มีลักษณะชิ้นข้าวเกรียบบางแผ่นหนา บางแผ่นบางแต่ไม่สม่ำเสมอ มีเนื้อเนียนแข็ง บางแผ่นมีรอยแตก และลักษณะทางกายภาพหลังทอด ข้าวเกรียบมีสีเหลืองอมน้ำตาล มีลักษณะชิ้นข้าวเกรียบพองกรอบ แต่บางแผ่นยังพองไม่สม่ำเสมอ บางแผ่นแข็ง มีเนื้อสัมผัสบางกรอบ มีรสชาติดี กลมกล่อม ได้รสของพริกไทย รากผักชี เห็ดภูฐาน กรอบและมัน และผู้สังเกตทุกคนชอบโดยรวม

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สำหรับการวิจัยในตอนที่ 2 ผู้วิจัยใช้ข้อมูลที่ได้จากตอนที่ 1 มาดำเนินการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ได้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา 4 บทปฏิบัติการ ได้แก่ 1) เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น 2) เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน 3) เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และ 4) เรื่อง การแปรรูปผลิตเห็ดภูฐาน โดยแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยเอกสาร 3 ส่วน คือ 1) ใบความรู้ประกอบบท ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และ 3) เอกสาร รายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน และ คู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพและความเหมาะสมในการใช้สำหรับการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ปรากฏผลการประเมิน พบว่า ค่าเฉลี่ยการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ อยู่ในระดับดีมาก

จึงสรุปได้ว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐานที่พัฒนาขึ้นทั้ง 4 บทปฏิบัติการ และคู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพและเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

ผู้วิจัยนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ 3 ด้าน ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความใจกว้าง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นสูงสุด คือ ร้อยละ 92.67 รองลงมา คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบและความพยายาม ความมีระเบียบรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความมีเหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 86.00 82.00 74.67 70.67 และ 70.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยร้อยละของเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยรวม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าร้อยละ 80 คือ ร้อยละ 81.24

3. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทปฏิบัติการสูงสุด คือ ร้อยละ 83.93 รองลงมา คือ ด้านการเขียนรายงานตามแบบรายงานผลการทดลอง และด้านโครงงานวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.33 และ 82.35 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยรวม นักเรียนมีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 คือ เฉลี่ยร้อยละ 83.27

อภิปรายผล

เนื่องจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนั้นการอภิปรายผลครั้งนี้ผู้วิจัยทำการอภิปรายผลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. การทดลองภาคสนาม

1.1 ศึกษาวิธีการผลิตเห็ดภูฐาน โดยทำการศึกษาลักษณะ ความยาว และระยะเวลาการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน 3 ขั้นตอน คือ 1) การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue Culture) และจากเชื้อวุ้นเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย) เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A 2) การเลี้ยงเชื้อวุ้นเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง 3) การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร และทำการศึกษาน้ำหนักของดอกเห็ดภูฐานโดยรวมที่ ได้จากถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการผลิตเห็ดภูฐานและใช้สูตรวัสดุหมัก 2 สูตร ตามหลักและวิธีการของโครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดสกลนคร สามารถอภิปรายผล ดังนี้

การแยกเนื้อจากดอกเห็ดภูฐาน ทำโดยการตัดเอาเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน มาเลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน คือ 1) การทำอาหารวุ้น P.D.A สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ด 2) การแยกเชื้อเห็ดจากเนื้อเยื่อ และ 3) การขยายเชื้อวุ้น เพื่อให้ได้ปริมาณเส้นใยเห็ดภูฐานจำนวนมากขึ้น จากนั้นนำเชื้อวุ้นเห็ดภูฐานที่ได้จากการแยกเนื้อเยื่อไปเลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่าง เพื่อให้เส้นใยเห็ดภูฐานปรับตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับวัสดุเพาะในธรรมชาติ และเป็นการเพิ่มจำนวนของเส้นใยเห็ดภูฐานให้มีจำนวนมากขึ้น โดยมีขั้นตอน 2 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง และ 2) การแช่เชื้อวุ้นเห็ดภูฐานลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง จากนั้นนำเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างไปถ่ายเชื้อลงบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) วัสดุหมักที่ใช้มี 2 สูตร คือ สูตร 1 ประกอบด้วย ซีลี้อยไม้ยางพารา : รำละเอียด : แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) : แมกนีเซียมซัลเฟต (ดีเกลือ) ในอัตราส่วน 50 : 2.5 : 0.5 : 0.1 กิโลกรัม และ สูตร 2 ประกอบด้วย ฟางข้าวสับ : แคลเซียมคาร์บอเนต (ปูนขาว) : มูลโค กระบือ : รำละเอียด ในอัตราส่วน 50 : 1 : 12.5 : 2.5 กิโลกรัม โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมวัสดุหมัก 2) การบรรจุและนึ่งฆ่าเชื้อ และ 3) การแช่เชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างลงบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) ทำการพักเชื้อประมาณ 40-42 วัน จึงนำถุงก้อนเชื้อทั้ง 2 สูตร มาทำการเปิดดอกในโรงเรือนสำหรับเปิดดอก เปรียบเทียบปริมาณน้ำหนักของดอกเห็ดภูฐานโดยรวม ที่ได้จากถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) 2 สูตร ในระยะเวลา 1 เดือน ปริมาณน้ำหนักของดอกเห็ดภูฐานโดยรวม พบว่า วัสดุหมักสูตร 1 มีปริมาณน้ำหนักโดยรวมมากกว่า สูตร 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก วัสดุหมักสูตร 1 มีความหนาแน่นของวัสดุหมักภายในถุงก้อนเชื้อมากกว่าสูตร 2 ทำให้มีปริมาณของอาหารและแร่ธาตุมากกว่า จึงให้ปริมาณน้ำหนักและผลผลิตที่มากกว่า ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกวัสดุหมัก สูตร 1 (ซีลี้อยไม้ยางพาราสสมอาหารเสริม) ไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 (เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน)

ซึ่งผลการทดลองเป็นไปตามหลักและวิธีการผลิตเห็ด ของโครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งแบ่งหลักการผลิตเห็ดออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การผลิตเชื้อวุ้น 2) การทำหัวเชื้อ 3) การผลิตถุงก้อนเชื้อ และ 4) การเพาะให้เกิดเป็นดอกเห็ด จากผลการทดลองสามารถนำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน

เห็ดภูฐาน เป็นเห็ดที่มีเส้นใยเจริญได้ดีและแข็งแรงในอาหารวัน P.D.A และบนเมล็ดธัญพืช ที่ใช้เลี้ยงเห็ดชนิดอื่นๆ, ออกดอกเร็ว หลังการเขี่ยเชื้อลงถุงปุ๋ยหมัก จะใช้เวลาเพียง 16-21 วัน และช่วงห่างของการออกดอกสั้น, มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารสูง ถ้าเพิ่มอาหารผลผลิตจะสูงมาก สามารถเติบโตแข่งขันกับเชื้อราเขียว ราดำ, มีรสชาติอร่อย มีกลิ่นหอม มีความกรอบและหวาน สามารถเก็บได้นานกว่าเห็ดนางฟ้า และให้ผลผลิตตอบแทนสูงกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ และเปอร์เซ็นต์การเสียของเชื้อต่ำกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ และสามารถเพาะได้ทุกฤดูกาลและทุกสภาพปุ๋ยหมัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเห็ดภูฐานเป็นกรณีศึกษา สำหรับการนำไปพัฒนาเป็นเนื้อหาของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

2. การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษาวิธีการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน โดยทำการตรวจสอบสารอาหาร 4 ประเภท

คือ 1) ตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง 2) ตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล 3) ตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน และ 4) ตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี สามารถอภิปรายผล ดังนี้

จากการทดลองตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน 4 ประเภท พบว่า เห็ดภูฐานมีสารอาหารประเภทน้ำตาล โปรตีน และวิตามินซี และไม่พบสารอาหารประเภทแป้งในเห็ดภูฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของ ปัญญา โพธิ์ธิติรัตน์ (2538 : 2-5) พบว่า เห็ดนางรม มีสารอาหารประเภทโปรตีน 30.4 % ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรต 57.6 % ของน้ำหนักแห้ง และเห็ดฟาง มีสารอาหารประเภทโปรตีน 21.2% ของน้ำหนักแห้ง คาร์โบไฮเดรต 58.6 % ของน้ำหนักแห้ง และวิตามินซี 20.2 mg/100 mg ของน้ำหนักแห้ง จะเห็นว่า จะพบสารอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และวิตามินซี ในเห็ดแต่ละชนิดแตกต่างกัน จากผลการทดลองสามารถนำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

3.2 ศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน โดยทำการศึกษาวิธีการแปรรูปและลักษณะทางกายภาพของการทำแหนมเห็ดภูฐาน และการทำข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน สามารถอภิปรายผล ดังนี้

จากผลการทดลองพบว่า ลักษณะทางกายภาพของแหนมเห็ดภูฐาน แหนมเห็ดภูฐานมีสีขาวมีกลิ่นหอมของกระเทียมและกลิ่นเปรี้ยว รสชาติเปรี้ยวและเค็มเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนุ่ม เนื้อแยกออกจากกันเป็นชั้นๆ ตามเนื้อเห็ดที่ฉีกเป็นฝอย มีความชอบโดยรวม ซึ่งสอดคล้องกับศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (2543 : 1-2) กล่าวว่า แหนมเป็นอาหารหมักพื้นบ้าน การหมักแหนมในรูปแบบต่างๆ เช่น แหนมหมู แหนมซี่โครง แหนมไก่ ผลจากการหมักแหนม แหนมจะมีรสเปรี้ยว มีกลิ่นหอมเฉพาะแหนม ซึ่งเกิดจากเครื่องเทศที่ใช้ และจากเชื้อจุลินทรีย์ สีของแหนมจะเป็นไปตามสีของวัตถุดิบที่นำมาทำแหนม และลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ลักษณะทางกายภาพก่อนทอด ข้าวเกรียบมีสีคล้ำออกน้ำตาลใส ลักษณะชิ้นข้าวเกรียบบางแผ่นหนา บางแผ่นบางแต่ไม่สม่ำเสมอ เนื้อเหนียวแข็ง บางแผ่นมีรอยแตก และลักษณะทางกายภาพหลังทอด ข้าวเกรียบมีสีเหลืองอมน้ำตาล ลักษณะชิ้นข้าวเกรียบพองกรอบ แต่บางแผ่นยังพองไม่สม่ำเสมอ บางแผ่นแข็ง เนื้อสัมผัสบางกรอบ รสชาติดี กลมกล่อม ได้รสของพริกไทย รากผักชี เห็ดภูฐาน กรอบและมัน และผู้สังเกตทุกคนชอบโดยรวม ซึ่งสอดคล้องกับ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2533 : 29-35) กล่าวว่า ข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากส่วนประกอบหลัก คือ แป้งมันสำปะหลังผสมด้วยน้ำ และเครื่องปรุงรส ในปัจจุบันมีการพัฒนานำวัตถุดิบชนิดอื่นมาผสมกับส่วนประกอบหลัก และเรียกชื่อตามอาหารที่นำมาผสม เช่น ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา ลักษณะของข้าวเกรียบที่ได้ก่อนทอดแผ่นข้าวเกรียบจะมีสีตามวัตถุดิบที่ใช้ แผ่นบางออกใสเหนียวและแข็ง เมื่อนำมาทอดแผ่นข้าวเกรียบจะพองและกรอบ สีออกสีเหลือง หรือมีสีตามวัตถุดิบที่ใช้

จากผลการทดลองสามารถนำมาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

จากเหตุผลข้างต้น การทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการของผู้วิจัย เป็นไปตามหลักและวิธีการที่ได้ศึกษาค้นคว้า และสามารถนำผลการทดลองไปพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐานได้

ตอนที่ 2 การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยนำผลการทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มาพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ปรากฏว่า บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 4 บทปฏิบัติการ มีคุณภาพและความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2,3 และ 4 ได้พัฒนาจากการทดลองภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้คำนึงถึงความเหมาะสมของการทดลอง รวมทั้งองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น หลักการ จุดประสงค์ของการทดลอง การลำดับเนื้อหาของการทดลอง ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง เนื้อหาภายในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ครอบคลุมในเรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ให้เหมาะสมกับระดับชั้นที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้เนื้อหายังต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ทำความเข้าใจง่าย เป็นผลให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ เหมาะสม ที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน และสำหรับในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 ผู้วิจัยได้เขียนบทปฏิบัติการนี้ขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปสู่การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งส่งผลให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ประการที่สอง คือ การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีความสอดคล้องกับสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เน้นกระบวนการกลุ่ม นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จัดการเรียนการสอนตามสภาพจริงของผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม มีการส่งเสริมให้นำความรู้ในระดับท้องถิ่นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีความสุข สนุกสนานในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 (ธีระพล อรุณเกษียร และคณะ. 2542 : 22-27) ได้จัดการศึกษาโดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ และให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนการสอนอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ และจัดการเรียนการสอนให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบุคคลทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

ประการที่สาม คือ การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนของ หลักการ จุดประสงค์ เวลาที่ใช้ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี วิธีดำเนินการ ซึ่งเป็นส่วนที่นักเรียนได้ทำการทดลอง และ 3) แบบรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ซึ่งทุกส่วนประกอบมีความเหมาะสม ชัดเจน และต่อเนื่องเป็นลำดับที่จะช่วยให้นักเรียนมี

ส่วนร่วมในการคิด แล้วนำไปปฏิบัติทีละขั้นตอน ดังที่ ภพ เลาหไพบูลย์ (2534 : 141) กล่าวว่า กิจกรรมการสอนแบบทดลอง เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอน สามารถค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง จดจำได้นาน และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบกับในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นการให้นักเรียนได้ฝึกการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และดำเนินการทดลองด้วยตนเอง และยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกไปศึกษานอกสถานที่ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้นที่จะปฏิบัติกิจกรรม

จากสาเหตุดังกล่าวมาข้างต้น ทำให้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ มีคุณภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน อยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 3 การนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน

นำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไวข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจาก

ประการแรก คือ การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง โดยนักเรียนได้ศึกษาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทปฏิบัติการ ลงมือปฏิบัติการทดลอง บันทึกผล และสรุปผลการทดลอง ตอบคำถามแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งการที่นักเรียนได้ปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ที่กำหนดไว้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองทั้งหมด โดยมีครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำ และช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติ และได้รับความรู้ทั้งที่เป็นตัวความรู้และทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละบทปฏิบัติการที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง เป็นผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังที่ เสาวรัตน์ ภัทรจิตินันท์ (2538 : 52) กล่าวว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ควรสอนให้นักเรียนจดจำเนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่ควรฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการปฏิบัติ จะช่วยให้นักเรียนมีศักยภาพในการค้นคว้าหาความรู้และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อุษา จิเจนกิจ (2544 : 91-92) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนประกอบการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะต้องทำการทดลองด้วยการลงมือปฏิบัติจริงที่ห้องปฏิบัติการด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประการที่สอง คือ การเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ผู้วิจัยได้จัดให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองเป็นกลุ่ม โดยคละกันระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ปรึกษาหารือ แลกเปลี่ยนความคิด และช่วยเหลือซึ่งกันและกันเกี่ยวกับการทดลองและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และผู้วิจัยพบว่าการศึกษาในกลุ่มเพื่อนนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน นักเรียนสามารถเข้าใจการทดลองของแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ว่าทำการทดลองเพื่ออะไร แต่ละขั้นตอนของการทดลองทำเพื่อสิ่งใด ซึ่งการจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้เป็นการ

สนับสนุนการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเป็นการให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ มีการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและรู้จักแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังคอยให้คำแนะนำขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง เพื่อเป็นการช่วยเหลือและกระตุ้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง เป็นผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ประการที่สาม คือ ในการปฏิบัติการทดลองของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ และลงมือปฏิบัติการทดลอง ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตามหัวข้อการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เป็นผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังที่ มังกร ทองสุคติ (2522 : 5-10) กล่าวว่า การเรียนการสอนที่จะช่วยให้เด็กนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา คือต้องฝึกให้เด็กทำงานและทดลองอยู่เสมอ เพราะว่าการทำงาน และการทดลองจะให้นักเรียนเผชิญปัญหาย่อยตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร เสี่ยงเรืองแสง (2540 : 100-105) พบว่า การสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่ 2 และสถานการณ์ที่ 3 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 คือ ร้อยละ 81.24 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งแบ่งส่วนของการปฏิบัติการออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ใบความรู้ นักเรียนจะต้องศึกษาใบความรู้ก่อนลงมือปฏิบัติการทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะปฏิบัติการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง ในการปฏิบัติการทดลองนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ตั้งแต่การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง และการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการวางแผนก่อนลงมือปฏิบัติการทดลอง และในการทดลองแต่ละปฏิบัติการนักเรียนจะต้องมีความละเอียดรอบคอบ มีความอดทน เพราะบางปฏิบัติการต้องใช้ระยะเวลา เช่น ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน นักเรียนจะต้องทำการเชื้อเห็ดภูฐาน และเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน เพื่อทำการเปิดดอก ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 2 เดือน และจะต้องทำการดูแล เก็บข้อมูลทุกวัน 3) บันทึกผลและรายงานผลการทดลอง นักเรียนจะต้องทำการบันทึกผลการทดลองและรายงานผลการทดลองตามความเป็นจริง และในการปฏิบัติการทดลองแต่ละบทปฏิบัติการผู้วิจัยได้จัดนักเรียนปฏิบัติการทดลองเป็นกลุ่มโดยละกันระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการวางแผนการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น มีใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ได้ปฏิบัติการทดลองอภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการทดลองร่วมกัน ซึ่งการที่นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง และมีการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นการเอื้ออำนวยต่อการเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 7 ด้าน ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา คือ 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความรับผิดชอบและความพยายาม 3) ความมีเหตุผล 4) ความมีระเบียบและรอบคอบ 5) ความซื่อสัตย์ 6) ความใจกว้าง และ 7) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้มีทำงานร่วมกัน จะเป็นการพัฒนาด้านสติปัญญา อารมณ์ และส่งเสริมให้มีความคิดเป็นเหตุเป็นผล ที่ทำให้มีการพัฒนาเจตคติของบุคคลได้ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 54) ซึ่งสอดคล้องกับคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 57-58) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลองให้นักเรียนมีโอกาใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปได้ในเวลาเดียวกัน และควรมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทุกการทดลองควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และในขณะที่นักเรียนทำการทดลองนั้นครูต้องคอยดูแลหรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง และได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะนั้นด้วย เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ สมเกียรติ แก้วจรัสสุสันติ (2544 : บทคัดย่อ) พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิชาเคมีสภาวะแวดล้อม เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีในผัก มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

ประการสอง คือ กิจกรรมในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่นักเรียนยังไม่เคยปฏิบัติมาก่อน เป็นกิจกรรมที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นในการทำงานและพยายามทำงานให้ดีที่สุด ประกอบกับบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์บางบทปฏิบัติการได้ออกไปปฏิบัติการทดลองนอกสถานที่ ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน มีความสุขในการเรียน ประกอบกับระหว่างที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้สอดแทรกคุณลักษณะและพฤติกรรมของเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติ ดังที่ คลัสเมียร์ (สันทน์ สังข์อ่อง, 2523 : 340 ; อ้างอิงมาจาก Klausmeir.m.d.) ที่กล่าวว่า ครูสามารถใช้วิธีการที่จะพัฒนานักเรียนให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้หลายวิธี เช่น เปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มและฝึกปฏิบัติจริง ประกอบการชี้ให้นักเรียนเห็นลักษณะเจตคติที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียน ขณะปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียน

จากสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 คือ ร้อยละ 81.24

3. ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 คือ ร้อยละ 83.27 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

ประการแรก คือ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติแสวงหาความรู้ตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การศึกษาไปความรู้ หลักการ จุดประสงค์ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี วิธีดำเนินการทดลอง แล้วทำการทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลองร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม แล้วนำไปรายงานผลหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนนักเรียนในชั้นได้ทราบถึงผลงานของกลุ่มที่ตนเองปฏิบัติการทดลอง จากกระบวนการของขั้นตอนดังกล่าว เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา คิด และตัดสินใจด้วยตนเอง นอกจากนั้นทุกคนมีโอกาเข้าร่วมกิจกรรมและมีบทบาทในการทำกิจกรรมมาก ได้ฝึกคิดอย่างอิสระ กล้าแสดงออก ฝึกการเขียนรายงาน การพูดและภาษาท่าทาง ซึ่งในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 นักเรียนยังรู้สึกประหม่า มีอาการเขินอาย และไม่คุ้นเคยกับการออกไปรายงานหน้าชั้นเรียน และเขียนรายงานผลการทดลอง สรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง แต่หลังจากที่นักเรียนได้

ฝึกปฏิบัติบ่อยครั้งมากขึ้น ทำให้นักเรียนนำเสนอผลงานได้ดีขึ้นเรื่อยๆ กล้าแสดงออก การเรียนการสอนเป็นกันเองและสนุกสนาน ดังที่ ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ของธอร์นไดต์ (Thorndike) ที่กล่าวว่า ผู้ที่ฝึกหัดหรือกระทำสิ่งใดบ่อยๆ ย่อมทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่วและสามารถทำได้ดีกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : 88) พบว่า การเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่สอนโดยการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัย สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

ประการที่สอง คือ กิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 นักเรียนมีโอกาสได้ศึกษาการทำงานโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ ลงมือปฏิบัติการทดลอง ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และนำเสนอผลงานตามรูปแบบการจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยมีการนำเสนอในรูปแบบของรายงานรูปเล่ม การรายงานปากเปล่า และการจัดแสดงผลงาน ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดและทำความเข้าใจถึงการศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนได้ฝึกนำเสนอผลงานที่หลากหลาย เป็นผลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแสดงออกถึงความรู้ ความสามารถตามแนวคิดของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลิตา พันธุ์อ่อน (2545 : 136) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านการเขียนรายงานการรายงานด้วยวาจา และแฟ้มสะสมผลงาน สูงกว่าร้อยละ 80 คือร้อยละ 87.90

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 คือ ร้อยละ 83.27

อนึ่ง ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น นักเรียนไม่ได้ทำการสำรวจเห็ดในท้องถิ่น ด้วยข้อจำกัดบางประการ แต่ผู้วิจัยได้นำผลจากการไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็กมาเป็นข้อมูลในการอภิปรายผลประกอบ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในขั้นตอนในการทดลองภาคสนาม : การผลิตเห็ดภูฐาน พบว่า ในขั้นตอนการเชื้อเชื้อเห็ดภูฐาน เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ต้องมีการปฏิบัติให้ถูกต้องตามเทคนิคขั้นตอนจนเกิดความชำนาญ จึงจะได้เชื้อเห็ดภูฐานที่มีคุณภาพ

1.2 ในการนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐานไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควรใช้ควบคู่กับคู่มือประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจและทดลองปฏิบัติก่อน เมื่อนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไปใช้กับนักเรียน ครูผู้สอนควรชี้แจงรายละเอียดและแนะนำการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจในเสียก่อน

อนึ่ง ในการใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ควรคำนึงถึงช่วงฤดูกาลที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น ควรต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของช่วงฤดูกาลที่มีเห็ดให้ผลผลิต

1.3 ก่อนปฏิบัติการทดลองในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก ครูผู้สอนควรอาจจะเชิญวิทยากรเกี่ยวกับการเพาะเห็ด หรือพานักเรียนไปศึกษาดูงานเกี่ยวกับการเพาะเห็ด นอกสถานที่ (แหล่งเรียนรู้) เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้ และมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเพาะเห็ดก่อนลงมือปฏิบัติการทดลองในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

1.4 ในการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหาร ในเห็ดภูฐาน พบว่า นักเรียนไม่มีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการเย็บเชื้อ ครูผู้สอนแก้ปัญหาโดยการอธิบาย หลักการและสาธิตเกี่ยวกับเทคนิคการเย็บเชื้อ และให้นักเรียนลงมือฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวก่อน แล้วจากนั้นจึงให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง จึงสรุปได้ว่า การสอนปฏิบัติการทดลองนั้นควรมีการสอนความรู้ พื้นฐานที่นักเรียนไม่มีพื้นฐานก่อน เพราะถ้านักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานเพียงพอ อาจทำให้เกิดปัญหาในการ ปฏิบัติการทดลองได้

1.5 ในการเรียนการสอนโดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหาร ในเห็ดภูฐาน พบว่า นักเรียนยังไม่มีความรู้ในการใช้อุปกรณ์ในการเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก เช่น หม้อนึ่งความดัน ครูผู้สอนจึงควรแนะนำและสาธิตการใช้อุปกรณ์ก่อนที่จะให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองทุกครั้ง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และไม่เกิดปัญหาในการทดลองได้

1.6 ในการปฏิบัติการทดลองในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก ตอนที่ 1 การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐานและการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนอาหารเห็ด P.D.A ครูผู้สอนควรเตรียม เชื้อเห็ดภูฐานที่มีเส้นใยเห็ดภูฐานแพร่เต็มขวดอาหารเห็ด P.D.A ไว้ล่วงหน้า สำหรับให้นักเรียนนำมาเลี้ยง เชื้อเห็ดภูฐานบนอาหารเห็ด P.D.A และระหว่างการเก็บข้อมูลการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างใน ถังก่อนเชื้อ ตอนที่ 3 จะใช้ระยะเวลาของการแพร่เส้นใยเห็ดภูฐานจนเต็มถังก่อนเชื้อ เพื่อนำมาเปิดดอก เป็นระยะ เวลาประมาณ 30-40 วัน ในระหว่างเก็บข้อมูล ครูผู้สอนอาจจะให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองในบทปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่ 3 และ 4 ก่อนล่วงหน้าก็ได้

1.7 ในการปฏิบัติการทดลองในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติการทดลอง ครูผู้สอนควรพานักเรียนไปเรียนที่บริเวณโรงเรียนเกษตรของหมวด เกษตรโรงเรียน เนื่องจากในบทปฏิบัติการดังกล่าวเป็นการปฏิบัติการทดลองที่เกี่ยวข้องกับวิชาการเกษตร

1.8 ควรนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ไปใช้สำหรับการเรียนการสอนในชั่วโมงอิสระ ชุมนุมวิทยาศาสตร์ หรือนักเรียนระดับชั้นอื่น เพื่อเสริมความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นประโยชน์สำหรับนักเรียน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ถ่ายทอดสู่ ชุมชน และท้องถิ่นต่อไป

1.9 ในการพัฒนาคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ควรผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง เชิงเนื้อ โดยผู้เชี่ยวชาญ ทำการพิจารณาจากคำดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์ (IOC) ของ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ก่อนเป็นครั้งแรก นำมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นจึงนำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไป ประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการอีกครั้งหนึ่งโดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรทำการวิจัยในลักษณะเดียวกันกับนักเรียนระดับอื่น เช่น นักเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น อาชีวศึกษา โดยปรับปรุงเนื้อหาในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้มีความเหมาะสม เพื่อฝึกฝน หรือพัฒนาการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.2 ควรทำการวิจัยในลักษณะเดียวกัน โดยทำการศึกษาวัสดุที่มีความเหมาะสม และหาง่ายสำหรับการเพาะเห็ดให้เกิดดอก และอาจมีการเปลี่ยนชนิดของเห็ดให้เหมาะสมกับความต้องการของท้องถิ่น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ

2.3 ควรทำการวิจัยในลักษณะเดียวกัน โดยทำการศึกษากับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความรู้ความเข้าใจ ด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชา วิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.4 ควรทำการวิจัยในลักษณะเดียวกัน โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้หลายๆ รูปแบบ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบเดี่ยว และวัดผลการเรียนรู้โดยใช้แผนที่ความคิด (Mind mapping)

2.5 ควรทำการวิจัยโดยพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับเรื่องกรรมวิธีการผลิตทางการเกษตรอย่างอื่นของแต่ละท้องถิ่น เช่น การทำผ้าย้อมสีจากพืชธรรมชาติ การทำหมอนไม้ต้องอัดขวด การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วยน้ำว้า เพื่อเสริมสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และถ่ายทอดสู่ชุมชน เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล เฟื่องฟุ้ง. (2534). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการ
 การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์
 โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์.
 ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2532). "การวิจัยสังเคราะห์กระบวนการพัฒนาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช
 2524 (ฉบับสมบูรณ์)," ใน รายงานการวิจัยของโครงการจัดปัจจัยด้านความพร้อมของหลักสูตร.
 กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กรมวิชาการเกษตร. (ม.ป.ป). ข้อมูลเชื้อพันธุ์เห็ดบริโภค. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานจุลชีววิทยาประยุกต์
 กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมส่งเสริมการเกษตร, กองส่งเสริมพืชสวน. (2537). รายงานผลการสัมมนา เรื่อง เส้นทางใหม่ของเห็ด.
การระเกด. (2543,กรกฎาคม). "ไม่หยุดใฝ่หาความรู้ : นิยามความสำเร็จของ เพชร มโนหาญ," สารปฏิรูป.
 3(28) : 52-53.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2541). การปฏิรูปการเรียนรู้ตามแนวคิด 5 ทฤษฎี. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนา
 คุณภาพการเรียนการสอน.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับ
 ครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- จันทร์ชัย หึงษ์ประยูร. (2524). "โครงการวิทยาศาสตร์," คู่มือครูกิจกรรมวิทยาศาสตร์นอกห้องเรียน.
 กรุงเทพฯ : ดาวคิดประกอบการพิมพ์.
- ชม ภูมิภาค. (2516). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ชลิตา พันธุ์ออน. (2545). การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพ
 ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพร่ดกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : พัทธอักษร.
- ชูเกียรติ มณีธร. (2517). หลักโภชนาการ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.
- ฐาปนีย์ เมธิ์พลกุล. (2542). การสำรวจปลาทะเลที่หาเทียบเรือประมงชุมพร เพื่อพัฒนาทปฏิบัติการเสริม
 ความรู้ชีววิทยา เรื่อง การจำแนกอันดับปลาทะเล. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
 กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2524). รายงานการวิจัยเรื่อง จริยธรรมและเจตคติวิทยาศาสตร์ของ
 นิสิตวิทยาศาสตร์ศึกษา. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- _____. (2539). ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แนวคิดและแนว ปฏิบัติ.
 กรุงเทพฯ : ดวงกมลการพิมพ์.
- _____. (2542). การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร
- ดิเรก ฤกษ์ห่วย. (2522). ศึกษาและเปรียบเทียบค่านิยมของคนไทยในตำบลบางแก้ว อำเภอบรรพตพิสัย
 จังหวัดนครสวรรค์ กับนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ :
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.ถ่ายเอกสาร.

ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. (ม.ป.ป.). การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

ทบวงมหาวิทยาลัย, คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525).

ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงฯ.

_____. (2525). ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงฯ.

ทวิช แจ่มจำรัส. (2545). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำสกัดชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น :

กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านพุน้ำร้อน จังหวัดสุพรรณบุรี. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).

กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทวีพล จุฑะพล. (2541). การพัฒนาเตาเผาอุณหภูมิสูงขนาดทดลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชา

วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง เซรามิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด.

(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ธวัช ชินราศรี. (2536). โครงการส่งเสริมการเพาะเห็ด. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.

ธีระชัย ปุณณโชติ. (2531). การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ : คู่มือสำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 2.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระวุธ พิทักษ์ชน. (2533, กุมภาพันธ์). "เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ค่านิยมที่ควรปลูกฝังให้กับนักเรียน,

" สารพัฒนาหลักสูตร. (95)

น้อมฤดี จงพยุหะ, สมใจ ฤทธิสนธิ์ และพยอม ต้นมณี. (2535). คู่มือการศึกษาวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์มิตรสยาม.

นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ. (2540.มกราคม-มีนาคม). "การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด

Constructivism," วารสาร สสวท. (96) : 11-15.

บรรณ บุรณะชนบท. (2541). การเพาะเห็ดนางรม-นางฟ้า. นนทบุรี : ฐานเกษตรกรรม.

บรรรักษ์ แพงถิ่น. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนใน

การเรียนรู้ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง พืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การประถมศึกษา). ขอนแก่น :

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร

บุญชม ศรีสะอาด. (2528). พัฒนาหลักสูตรและการสอน. มหาสารคาม : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

บุญส่ง วงศ์เกรียงไกร. (2543). เห็ดนางฟ้า. ชมรมนักเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ : เกษตรบุ๊ค.

บุหลัน พิทักษ์ผล และทสني สรสุชาติ. (2544). การแปรรูปและการถนอมอาหารเชิงอุตสาหกรรม.

<http://www.doae.go.th>

ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : หน่วยงานพิเศษ

กรรมการฝึกหัดครู.

ประสงค์ วงศาโรจน์. (2536). อาหารและโภชนาการ. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร,

กรมพลศึกษา.

ประเสริฐ วุฒิมภีร์. 2539. การศึกษารูปแบบของไอโซไซม์ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และผลผลิต

ของเห็ดนางฟ้า เห็ดนางฟ้าภูฐาน และเห็ดนางรมสีเทา. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์).

กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- ปัญญา โพธิ์รัตน. (2538). เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ; สำนักพิมพ์ริ้วเขียว.
- เปรมจิตร์ บุญสาย. (2541). การพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพวิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องพื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพที่เน้นการปฏิบัติการทดลองโดยใช้ประโยชน์จากสารเหลือทิ้ง. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิสมัย ถิระแก้ว. (2524). วาบทการสำหรับครู. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2536). "ทิศทางการหลักสูตร การศึกษาไทยถึงเวลาของหลักสูตรเชิงรุก" ใน ประมวลบทความหลักสูตรสาระร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภาพ เลหาไฟบูลย์. (2534). การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์เชียงใหม่ คอมเมอร์เชียล.
- _____. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาวดี เกตุกุ. (2541). ผลการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมต่อภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนวิภา อ่อนศรี. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. (ม.ป.ป). คู่มือการสอนวิชาการเพาะเห็ด.
- มังกร ทองสุตติ. (2522). โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 201. กรุงเทพฯ : ศรุสภาลาดพร้าว.
- มาลินทร์ กระบวนรัตน์. (2524). เห็ด. สงขลา : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ยงยุทธ ยุทธวงศ์. (2527, กันยายน). "การเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์," วารสารวิทยบริการ. ๕ : 19.
- รัตน์ะ บัวรา. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2539ก). เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ. _____ . (2539ข). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2539). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- ลัดดาวัลย์ กัณหาสุวรรณ. (2521,กรกฎาคม). "การพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาของเด็กประถมศึกษา," วิทยาศาสตร์. 32 : 27.
- วสันต์ เพชรรัตน์. (2536). การผลิตเห็ด. สงขลา : ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วัลลภ พรหมทอง. (2543). เห็ด เพาะกินได้เพาะขายรวย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน.
- วิจิตรา แสงพลสิทธิ์ และคนอื่น ๆ . (2520). วาฬการสำหรับครู. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- วิฑูรย์ พลาตุฬณ์. (2527). การทำเชื้อและการเพาะเห็ด. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เกษรไทย.
- วิโรจน์ เฉลยสุข. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริภรณ์ เม่นมั่น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรคินิยม. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. (2543). ตำรับอาหารแหมมเอกลักษณ์ไทย. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- _____. (2530). คู่มือการทำและการจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สสวท.
- สถาบันราชภัฏ,สำนักงาน. (2543). รายงานการวิจัยรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวพระราชดำริ ระยะที่ 1 การสร้างรูปแบบการเรียนรู้ "ฉลาดรู้". กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไตรมิตร,กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2529). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมชัย อุณนันต์. (2539). การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมบูรณ์ ชิตพงศ์. (2523). เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนสังคมศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมปราวณา วงศ์บุญหนัก. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมหมาย วัฒนะศิริ. (2533). แนวการจัดชุมนุมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. ปากเกร็ด นนทบุรี.
- สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2528). การประกวดโครงงานและกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2528. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พันธ์พิบูลย์.
- สายหยุด สมประสงค์. (2523). ยุทธศาสตร์การคิด. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา.

- สำราญ มีศรีเยี่ยม. (2527). *การทำเชื้อและการเพาะเห็ด*. คณะเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานครการพิมพ์.
- สิทธิชัย ปทุมหล่อทอง. (2545). *เห็ดพิษเศรษฐกิจยั่งยืน*. นนทบุรี : สำนักพิมพ์ธารบัวแก้ว.
- สุเทพ ญาติ. (2543). *การเพาะเห็ด*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- สุนันท์ สังข์อ่อง. (2523, เมษายน). "เจตคติทางวิทยาศาสตร์". *วิทยาศาสตร์*. 34 : 337-345.
- สุนีย์ ขวัญศิริ. (2536). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยมีการใช้แบบฝึกตามเทคนิคการวิจัยกับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). *การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านวิทยาศาสตร์ และมิติสัมพันธ์*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุภาพร เสียงเรืองแสง. (2540). *ผลการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาวดี แสงพลสิทธิ์ และคนอื่น ๆ. (2526). *วาทกรรมสำหรับครู*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สุพล วิหคไพบุณย์. (2543). *การพัฒนาบทปฏิบัติการ เรื่อง การบำบัดน้ำเสีย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2517). *การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด*. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- สุวิมล เขียวแก้ว. (2527). *การสอนวิทยาศาสตร์กับมัธยมศึกษา*. บัณฑิต : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- เสารัตน์ ภัทรจิตินันท์. (2538, มกราคม-มิถุนายน). "ครูวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพยุคโลกาภิวัตน์". *ครูวิทยาศาสตร์*. 3(1) : 32.
- _____. (2539). *เห็ดเมืองไทย*. กรุงเทพฯ : สาขาโรคพืช กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร, สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- อดุลย์ รัตนมันแกวม. (2543). *เพาะเห็ดขาย*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นามมีบุ๊คส์.
- อนงค์ จันทรศรีกุล. (2520). *เห็ดเมืองไทย*. กรุงเทพฯ : สาขาโรคพืช กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร ไทยวัฒนาพานิช.
- อรทัย วิเศษศุกุล. (2534). *ผลของบทปฏิบัติการเสริมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพ้นทองวิทยายน จังหวัดร้อยเอ็ด*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อรอุมา ละมุล. (2541). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติ ในการดูดซับโลหะหนักที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อาคม ชุ่มด้วง. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง พืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การประถมศึกษา).
ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- อเนก เพียรอนุกุลบุตร. (2524). *การวัดผลและการประเมินผล*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผล มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อานนท์ เอื้อตระกูล. (2523). *การเพาะเห็ดนางรม*. กรุงเทพฯ : กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร.
- _____. (2530). *ประวัติและการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : แสงทวีการพิมพ์.
- อำนวย รุ่งรัมย์. (2525). *การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า*. มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- อุษา จินเจนกิจ. (2544). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาระดับชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบการ ทดลองเรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Anderson, Roger O. (1976). *The Experience of Science : A New Perspective for Laboratory Teaching*.
New York : Teachers College Press, Columbia University.
- Billeh, V.Y. and Zarkhariades, G.A. (1975, April June). "The Development and Application of a Scale for Measuring Scientific Attitude," *Science Education*. 59(2) : 155-156.
- Gauld, C.F. (1982, January). "The Scientific Attitude and Science Education : A Critical Reappraisal," *Science Education*. 66 : 109-121
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York : Mc Graw-Hill.
- Haney, R.E. (1969). "The Development of Science Attitude," in *Readings in Science Education for the Secondary School*. p. 198-204. New York : Macmillan.
- Hoff, Arthur G. (1950). *Secondary-School Science Teaching*. Philadelphia : the Blaskiston Company
Toronto.
- Hofstein, A., V.N. Lunetta, & Gidding Geoffery. (1981, January). "Evaluating Science Laboratory Skills," *The Science Teacher*. 48(7) : 22-25.
- Hofstein, A. and V.N. Lunetta. (1982, February). "The Roles of the Laboratory in Science Teaching : Neglected Aspects of Research," *Review of Education Research*. 52 : 201-221.
- Ivins, J.E. (1986, February). "A Comparison of the Effects of Two Instructional Sequences Involving Science Laboratory Activities," *Dissertation Abstracts International*. 46 : 2254-A-2255A
- John, K.W. (1966, October). "A Comparison of Two Methods of Teaching Eight Grade General Science: Traditional and Structured Problem Solving," *Dissertation Abstracts International*. 27(4)
p. 994-995A .
- Jolly, Anju B. (1999, March). "The Effectiveness of Learning with Concept Mapping on the Science Problem-Solving of Sixth-Grade Children," *Dissertation Abstracts International*. (CD-ROM).
59(9).

- Kapier, John D. and Riley, Joseph P. (1985) "Relationship Between Affective Determinants and Achievement in Science for Seventeen-Years Old," *Journal of Research in Science Teaching*. 22 : 365-383.
- Krulik, Stephen & Rudnick, Jesse A. (1993). *Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teachers*. Massachusetts : Allyn and Bacon.
- Lucas, K.B. and Deoley, J.H. (1982, September). "Student Teachers' Attitudes toward Science and Science Teaching," *Research in Science Teaching*. 19(9) : 505-809.
- Mahan, Luther A. (1970, October). "Which Extreme Variant of the Problem-Solving Method of Teaching Should be More Characteristic of the Many Teacher Variations of Problem-Solving Teaching," *Science Education*. 54 : 309-316.
- Morgan, Clifford T. (1978). "Thinking and Problem Solving," *A Brief Introduction to Psychology*. 2nd ed., New Delhi : Tata McGraw-Hill Co.
- Nabor, Donald G. (1975, December). "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem Solving Abilities of Black Pupils at the Intermediate Level in Computer Supported Instruction and Self-Contained Instructional Process," *Dissertation Abstracts International*. (36) : 4352-A.
- Okebukola, P.A. (1985, July). "Cooperative Learning and Students' Attitudes toward Laboratory Works," *School and Mathematics*. 86 (7) : 582-589.
- Shymansky, J.A. and Matthews, C. (1974, February) "A Comparative Laboratory Study of the Effects of Two Teaching Patterns on Certain Aspects of Behavior of Students in Fifth Grade Science," *Research in Science Teaching*. 11 : 157-160.
- Stollburg, R.J. (1956, September). "Problem Solving, The Process Game for Science Teacher," *Science Teacher*. (23) : 225-228.
- Weir, Kohn Joseph. (1974, April). "Problem Solving is Everybody's Problem," *The Science Teacher*. 4: 16-18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในตรวจเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ
เสนอแนะ ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ ดร.สุพร เข้มเฮง
ภาควิชาวัดและประเมินผลทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานสุวัชร
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสกลนคร
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สระบุรี ไชยมงคล
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสกลนคร
5. อาจารย์ดอกไม้ คติยะรัตน์
อาจารย์ 3 ระดับ 8 หมวดชีววิทยาศาสตร์ โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร
6. อาจารย์สมพงษ์ อังโชนมย์
นักวิชาการเกษตร 5 ฝ่ายโครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจาก
พระราชดำริ จังหวัดสกลนคร



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ 3415

วันที่ ๒ มิถุนายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามทปฏิบัติกร วิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงาน ทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินแบบทดสอบวัดความ สามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบ สารอาหารในเห็ดภูฐาน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ 3114

วันที่ 15 มิถุนายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สุวพร เข้มแข็ง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมิน พฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณ เป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ทม 1012/ 34๕๗

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๘๘ มิถุนายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏสกลนคร

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหล้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามทปฏิบัติกรวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานสุภวัชร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สระบุรี ไชยมงคล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหล้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทบ 1012/ 34 ๕๖



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๖ มิถุนายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนามาตรปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์คอกไม้ คติยะรัตน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 02-258-4119



ที่ ทม 1012/ 34๑๕

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๕ มิถุนายน 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหัด้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในครั้งนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายสมพงษ์ อังโกรัมย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหัด้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภกรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ ๑๔5



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหล้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดนางรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ สารเคมี และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการฝึกปฏิบัติ และเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นปฏิบัติการทดลองเบื้องต้นเกี่ยวกับการเพาะเห็ดนางรม เพื่อนำผลปฏิบัติการทดลองไปพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนำไปทดลองใช้สอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหล้า ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ภากรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/1๐๑๒



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุโขทัย 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหาล้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดนางรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ สารเคมี และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการฝึกปฏิบัติ และเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นปฏิบัติการทดลองเบื้องต้นเกี่ยวกับการเพาะเห็ดนางรม เพื่อนำผลปฏิบัติการทดลองไปพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนำไปทดลองใช้สอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – มีนาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหาล้า ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพรณี หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/ 3719



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

14 มิถุนายน 2545

เรื่อง ขอใช้สถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อการวิจัย

เรียน คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสกลนคร

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหล้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดถั่งห่านสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ สารเคมี และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการฝึกปฏิบัติ และเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นปฏิบัติการทดลองเบื้องต้นเกี่ยวกับการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดถั่งห่าน เพื่อนำผลของปฏิบัติการทดลองไปพัฒนาเป็นบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนำไปทดลองใช้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และสำหรับเตรียมสารสำหรับการตรวจสอบสารอาหาร ในระหว่างเดือนมิถุนายน – กันยายน 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหล้า ได้ใช้สถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์ดังกล่าว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 02-258-4119



ที่ ทม 1012

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๒ กรกฎาคม 2545

เรื่อง ขอเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนดงมะไฟวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ และบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดถั่วสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์อภิญญาพรชัย เจริญพิทย และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ทดลองสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบคุณภาพสารอาหารในเห็ดถั่ว กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 30 คน และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในระหว่างเดือนกรกฎาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภภรณ์ หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5726, 5644

โทรสาร. 02-258-4119

ที่ ทม 1012/ 6679



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 กันยายน 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ แบบประเมิน และบทปฏิบัติการ

เนื่องด้วย นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี รองศาสตราจารย์ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ และ อาจารย์สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขออนุญาตใช้สถานที่ทำการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 6 จำนวน 30 คน และทำแบบทดสอบวัดความสามารถทางการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานวิทยาศาสตร์การเขียนรายงานตามแบบรายงานผลการทดลอง ในระหว่างเดือนกันยายน - ตุลาคม 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวจันทร์จิรา จุมพลกล้า ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาพร หะวานนท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานเลขานุการบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731, 5618

โทรสาร. 02-258-4119

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินคุณภาพของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหาร
ในเห็ดภูฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินคุณภาพ
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蕈
โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินคุณภาพนี้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ประเมินคุณภาพ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蕈 ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร เป็นกลุ่มตัวอย่าง เรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้

คำชี้แจง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蕈 ประกอบด้วย บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 4 บทปฏิบัติการ คือ

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ด姑蕈

ตอนที่ 1 การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด姑蕈และการเลี้ยงเชื้อเห็ด姑蕈

บนอาหารวุ้น P.D.A

ตอนที่ 2 การเลี้ยงเชื้อเห็ด姑蕈บนเมล็ดข้าวฟ่าง

ตอนที่ 3 การเลี้ยงเชื้อเห็ด姑蕈จากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก)

ตอนที่ 4 การเปิดดอกเห็ด姑蕈

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蕈

กิจกรรมที่ 1 การตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง

กิจกรรมที่ 2 การตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล

กิจกรรมที่ 3 การตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน

กิจกรรมที่ 4 การตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑蕈

ตอนที่ 1 การทำแหนมเห็ด姑蕈

ตอนที่ 2 การทำข้าวเกรียบเห็ด姑蕈

ตอนที่ 3 การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑蕈

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในแต่ละบท ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1 ชื่อบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.2 หลักการ

2.3 จุดประสงค์

2.4 เวลาที่ใช้

2.5 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

2.6 วิธีดำเนินการ

ส่วนที่ 3 แบบรายงานผลการทดลอง แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การประเมิน

โปรดประเมิน และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม รวมทั้งข้อวิจารณ์ สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ ดังกล่าว โดยขอความกรุณาภาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับ คะแนนความคิดเห็น 5,4,3,2 และ 1 ตามความหมาย ดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก
- 4 คะแนน หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ ดี
- 3 คะแนน หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้
- 1 คะแนน หมายถึง ระดับการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

แบบประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่

โดยผู้เชี่ยวชาญ

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่..... เรื่อง

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง โปรดประเมิน และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม รวมทั้งข้อวิจารณ์ สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 บทปฏิบัติการ ดังกล่าว โดยขอความกรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนความคิดเห็น 5,4,3,2 และ 1

รายการ	ระดับคะแนนการประเมิน					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. ใ้ความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
1.1) เนื้อหาที่มีความถูกต้องครบถ้วน.....	...	...	...	...	...	
1.2) เนื้อหาที่มีความต่อเนื่อง.....	...	...	...	...	...	
1.3) เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด.....	...	...	...	...	...	
1.4) เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์.....	...	...	...	...	...	
1.5) ความสั้นยาวของเนื้อหาเหมาะสม.....	...	...	...	...	...	
1.6) การใช้ภาษา						
1.6.1) มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	...	...	...	...	...	
1.6.2) ไม่วกวน เข้าใจง่าย.....	...	...	...	...	...	
1.7) ภาพประกอบมีความเหมาะสม.....	...	...	...	...	...	
ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....						
.....						
2. บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์						
2.1) ข้อบทปฏิบัติการมีความเหมาะสมกับเนื้อหา.....						
2.2) หลักการ						
2.2.1) สอดคล้องกับบทปฏิบัติการ.....						
2.2.2) เหมาะสมกับระดับนักเรียน.....						
ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....						
.....						
2.3) จุดประสงค์						
2.3.1) มีความชัดเจน.....						
2.3.2) มีความเป็นไปได้.....						
2.3.3) ประเมินผลได้.....						
ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....						
.....						

รายการ	ระดับคะแนนการประเมิน					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
2.4) เวลาที่ใช้มีความเหมาะสม.....						
2.5) วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี						
2.5.1) เหมาะสมกับระดับนักเรียน.....						
2.5.2) เหมาะสมกับเรื่องที่ทำการทดลอง.....						
ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....						
.....						
.....						
2.6) วิธีดำเนินการ						
2.6.1) เหมาะสมกับเวลาที่ใช้.....						
2.6.2) เรียงลำดับกิจกรรมเหมาะสม.....						
2.6.3) มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับนักเรียน....						
2.6.4) ภาษาที่ใช้ชัดเจน.....						
2.6.5) ก่อให้เกิดความคิดรวบยอด.....						
2.6.6) ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาเป็น.....						
2.6.7) นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม.....						
2.6.8) ส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์..						
2.6.9) ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการนำ						
เสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์.....						
ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....						
.....						
.....						
2.7) แบบรายงานผลการทดลองเหมาะสม.....						
2.8) แบบฝึกหัดการทดลอง						
2.8.1) คำถามสอดคล้องกับการทดลอง.....						
2.8.2) คำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์.....						
2.8.3) จำนวนข้อคำถามเหมาะสม.....						
2.8.4) มีความยากง่ายเหมาะสม.....						
2.8.5) ครอบคลุมเนื้อหา.....						
2.8.6) ความสั้นยาวของคำถามเหมาะสม.....						
ข้อเสนอแนะและข้อวิจารณ์.....						
.....						
.....						

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญให้ตรวจสอบลักษณะการใช้คำ ความถูกต้องทางภาษา ความเหมาะสม ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ในงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

คำชี้แจง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะคำถามแบบสมมติสถานการณ์ปลายเปิด ประเภทเขียนตอบ จำนวน 12 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มี 4 ขั้นตอน คือ 1) การตั้งปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบผลลัพธ์

โดยแบ่งเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 2,1 และ 0 มีความหมาย ดังนี้

2 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามเป็นไปตามเงื่อนไข และแนวโน้ทางวิทยาศาสตร์

และตรงประเด็นคำถาม

1 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวข้องหรือมีแนวโน้ม แต่ยังไม่มีสมบูรณ์

0 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามไม่เป็นไปตามเงื่อนไข และแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์

และไม่ตรงประเด็นคำถาม หรือไม่ตอบคำถามเลย

แบบทดสอบนี้มีลักษณะไม่เน้นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

แบบทดสอบนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ สมชัย อุ่นอนันต์ (2539 : หน้า 157-168) ; นารีรัตน์ พักสมบูรณ์ (2541 : หน้า 148-151) และยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2541 : หน้า 200-208)

**แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....ตำแหน่ง.....
สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและประเมินรายการของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ในด้านลักษณะการใช้คำ ความถูกต้องทางภาษา ความเหมาะสมที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาขีด ✓ ลงใน
ช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักคะแนนความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดไว้ ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โปรดเขียนลงในช่องหมายเหตุ

ตัวอย่างสถานการณ์ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1

ทรงกฤษ เป็นนักเรียนคนหนึ่งที่เรียนเก่งมากและชอบอ่านหนังสือ คืนหนึ่งขณะที่กำลังอ่านหนังสือ
อยู่หลอดไฟที่ใช้อ่านหนังสือได้ดับลง เมื่อตรวจสอบพบว่าไส้ของหลอดไฟขาด เขาจึงไปซื้อหลอดไฟที่ร้านข้างบ้าน
ซึ่งมีขนาดเพียง 10 วัตต์ มาใช้แทน เมื่ออ่านหนังสือไปได้ครึ่งชั่วโมง ทรงกฤษเริ่มปวดศีรษะท้งๆ ที่ไม่เคยมี
อาการอย่างนี้มาก่อนเลย

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
3. นักเรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร และจากที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาน่าจะเกิดผล
อย่างไร.....
4. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	....	....	....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	....	....	....	
2	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	....	....	....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	....	....	....	
3	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	....	....	....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	....	....	....	

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
4	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	.....	.....	.....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	.....	.....	.....	
5	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	.....	.....	.....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	.....	.....	.....	
6	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	.....	.....	.....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	.....	.....	.....	
7	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	.....	.....	.....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	.....	.....	.....	
8	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	.....	.....	.....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	.....	.....	.....	
9	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	.....	.....	.....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	.....	.....	.....	
10	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	.....	.....	.....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	.....	.....	.....	
11	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	.....	.....	.....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	.....	.....	.....	
12	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม.....				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา.....	.....	.....	.....	
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน.....	.....	.....	.....	

สถานการณ์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1

ทรงกฤษ เป็นนักเรียนคนหนึ่งที่เรียนเก่งมากและชอบอ่านหนังสือ คืนหนึ่งขณะที่กำลังอ่านหนังสือ อยู่หลอดไฟที่ใช้อ่านหนังสือได้ดับลง เมื่อตรวจสอบพบว่าไส้ของหลอดไฟขาด เขาจึงไปซื้อหลอดไฟที่ร้านข้างบ้าน ซึ่งมีขนาดเพียง 10 วัตต์ มาใช้แทน เมื่ออ่านหนังสือไปได้ครึ่งชั่วโมง เขาเริ่มปวดศีรษะต่างๆ ที่ไม่เคยมีอาการ อย่างนี้มาก่อนเลย

สถานการณ์ที่ 2

ปลิวลม จอรถทิ้งไว้ก่อนลงจากรถเขาได้ไขกระจกกขึ้นทั้งหมด หลังจากเขาไปทำธุระ 4 ชั่วโมง เมื่อกลับมาพบว่า กระจกรถด้านข้างแตกเป็นรอยร้าว จากการสอบถามผู้ที่อยู่ใกล้เคียงพบว่า ไม่มีใครขว้างกระจกเลย เมื่อเปิดเข้าไปข้างในรถ เขาสังเกตเห็นลิปสติกที่วางอยู่ในรถไหลเยิ้มออกจากหลอด

สถานการณ์ที่ 3

นพพล ได้ขุดบ่อเลี้ยงปลาที่มีขนาดโดยประมาณ 7x8 เมตร หลังจากนั้นได้ปล่อยน้ำลงบ่อและปล่อย ลูกปลาจำนวน 800 ตัว ลงไป รุ่งเช้าลูกปลาที่ปล่อยไปตายและลอยขึ้นมา เขาจึงลองวัดค่า pH ของน้ำได้ค่า pH ประมาณ 3-4

สถานการณ์ที่ 4

เด็กชายต้อง ได้จัดห้องใหม่โดยนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน เพื่อให้เกิดความสวยงาม และสดชื่น เมื่อเขาตื่นนอนในเช้าวันรุ่งขึ้น พบว่า ร่างกายของเขาอ่อนเพลีย และเวียนศีรษะ

สถานการณ์ที่ 5

ศรธรรม ขับรถไปยังจังหวัดนครราชสีมาเพื่อติดต่อธุรกิจ เริ่มออกเดินทางจากสกลนครในเวลา 12.00 น. ใช้ความเร็วในการขับรถโดยเฉลี่ย 120 กิโลเมตร/ชั่วโมง ขณะที่ขับรถไปได้ 3 ชั่วโมง ยางเกิดระเบิดขึ้น

สถานการณ์ที่ 6

เพชรกล้า ไม่สบาย ไปตรวจอาการพบว่าไข้หวัดใหญ่ หมอจึงให้ยามารับประทาน พร้อมกับกำชับ ให้ดื่มน้ำอุ่นจนกว่าจะหายจากไข้หวัด เมื่อกลับถึงบ้าน เพชรกล้าจึงรินน้ำร้อนที่กำลังเดือดใส่แก้วจนเต็ม ปรากฏว่าแก้วน้ำแตกเป็นรอยร้าวทันที

สถานการณ์ที่ 7

หมู่บ้านตำร้องในชนบทแห่งหนึ่ง เจ้าหน้าที่สาธารณสุขได้ทำการตรวจสอบสุขภาพของคนในหมู่บ้าน พบว่า ป่วยเป็นไข้มาลาเรียถึง 80% หลังจากการสำรวจพื้นที่ภายในหมู่บ้านแล้วได้พบหนองน้ำใหญ่แห่งหนึ่ง ใกล้หมู่บ้านมีเศษวัชพืชและใบไม้ทับถม จนน้ำเริ่มเน่าเหม็น

สถานการณ์ที่ 8

เรวีย์ เป็นชาวประมงออกเรือจับปลาในทะเลได้ปลาเป็นจำนวนมาก โดยออกทะเลไปเป็นเวลา 5 วัน เมื่อกลับมาถึงบ้านปรากฏว่าปลาที่จับได้นำเหมีน ทำให้เรวีย์ขายปลาไม่ได้ เขาจึงขาดทุน

สถานการณ์ที่ 9

จริงใจ ประกอบอาชีพทำนา จริงใจมีนาอยู่ 20 ไร่ ในปีแรกปลูกข้าวพันธุ์หนึ่งในที่นาแห่งนั้น ต้นข้าวงอกงามดีและให้ผลผลิตสูง ในปีที่สองจริงใจปลูกข้าวพันธุ์เดิมต้นข้าวมีลักษณะลำต้นเล็กลงให้ผลผลิตต่ำกว่าปีแรก ต่อมาในปีที่สามปรากฏว่าข้าวพันธุ์เดิมที่จริงใจใช้ปลูกนั้นลำต้นแคระแกร็นลงและให้ผลผลิตต่ำกว่าทุกๆ ปีที่ผ่านมา ทั้งๆ ที่น้ำอุดมสมบูรณ์และไม่มีแมลงรบกวนต้นข้าวเลย

สถานการณ์ที่ 10

ทุกวันนี้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ความต้องการที่อยู่อาศัยมีมาก จึงเกิดการเคลื่อนย้ายเข้าไปยังที่อยู่ของพืชและสัตว์ บริเวณทุ่งนาและป่าจึงทดแทนด้วยบ้านและร้านค้าตลอดจนที่ทำกิน เมื่อมีผู้อพยพไปยังดินแดนใหม่มากยิ่งขึ้น พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่เริ่มสูญพันธุ์บางชนิดถึงกับสูญพันธุ์ไปก็มี

สถานการณ์ที่ 11

โรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งตั้งอยู่บริเวณริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาได้ปล่อยน้ำเสียลงในแม่น้ำ เจ้าของโรงงานไม่สนใจว่าน้ำเสียจากโรงงานจะไปไหน จะทำลายอะไรบ้างและมีผลกระทบกับอะไร สนใจแต่รายได้ของกิจการเพียงอย่างเดียว ปัจจุบันแม่น้ำเจ้าพระยาถึงจุดวิกฤติแล้ว ทั้งน้ำเหมีน สีดำ มีผลทำให้อากาศเสีย ปลาตายลอยเป็นแพ โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยอะไรออกมาบ้าง แต่ที่แน่นอนไม่ใช่สิ่งที่ช่วยทำให้อากาศดี เพราะเมื่อเราหายใจเข้าไปจะแสบจมูกและมีกลิ่นเหม็นมาก คนไทยไม่ตายคราวนี้แล้วจะตายเมื่อไร คายผ่อนส่งกันทุกวันอยู่แล้ว

สถานการณ์ที่ 12

ร้อยแก้ว มีอาชีพเลี้ยงปลาและปลูกผักขาย โดยใช้น้ำในบ่อปลารดผักซึ่งอยู่ติดกับบ่อ ตลอดจนใช้ล้างผักก่อนที่จะนำไปขายในเมือง ซึ่งปีที่ผ่านมา มาเคยมีรายได้จากการขายปลาและปลูกผักสูงมาก แต่ปีนี้รายได้จากการขายผักลดลง ขณะเดียวกันต้นทุนในการปลูกผักก็สูงขึ้นด้วย เนื่องจากมีแมลงหลายชนิดรบกวนทำให้ผักไม่เจริญงอกงาม ร้อยแก้วจึงแก้ปัญหาโดยใช้ยาฆ่าแมลงฉีดพ่นเป็นประจำ ซึ่งก็ทำให้ผักเจริญเติบโตงอกงามดี แต่อีกห้าเดือนต่อมา ร้อยแก้วสังเกตเห็นว่ามีปลาตัวเล็กๆ ตายลอยมาติดริมบ่อบ่อยๆ

แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ตรวจสอบลักษณะการใช้คำ ความถูกต้องทางภาษา ความเหมาะสม และประเมินความสอดคล้องระหว่างคุณลักษณะกับพฤติกรรมที่ใช้เป็น เกณฑ์ในการประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ในขณะที่ นักเรียนกำลังเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน ทุกบทปฏิบัติการ

คำชี้แจง

แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินตามสภาพจริงโดยครูผู้สอน เป็นผู้ประเมินในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติกิจกรรมตามบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกบทปฏิบัติการ แบบ ประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 อันดับ คือ

- 5 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินมากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินค่อนข้างมาก
- 3 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินค่อนข้างน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินน้อยที่สุด

และแบบประเมินนี้ พิจารณาคูณลักษณะพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 7 ด้าน คือ 1) ความ ยากรู้ยากเห็น 2) ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม 3) ความมีเหตุผล 4) ความมีระเบียบและรอบคอบ 5) ความซื่อสัตย์ 6) ความใจกว้าง และ 7) ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบ ประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538). เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเพื่อเตรียมวิทยากรแกนนำ. หน้า 1-3.

แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....ตำแหน่ง.....
สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและประเมินรายการของแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในด้านลักษณะการใช้ความถูกต้องทางภาษา ความเหมาะสม และประเมินความสอดคล้องระหว่างคุณลักษณะกับพฤติกรรมที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณาขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักคะแนนความคิดเห็นของท่านโดยกำหนดไว้ดังนี้

- +1 หมายถึง **แน่ใจ** ว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับด้านที่ใช้ในการประเมิน
0 หมายถึง **ไม่แน่ใจ** ว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับด้านที่ใช้ในการประเมิน
-1 หมายถึง **แน่ใจ** ว่ารายการประเมินไม่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับด้านที่ใช้ในการประเมิน

รายการประเมิน		ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
คุณลักษณะ	ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรมบ่งชี้	+1	0	-1	
1. ความอยากรู้อยากเห็น	1.1 ยอมรับว่าการทดลองค้นคว้าจะเป็นวิธีในการแก้ปัญหาได้...				
	1.2 มีความใส่ใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ.....	.....	....	....	
	1.3 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่างๆ.....	.....	....	....	
	1.4 ชอบทดลองค้นคว้า.....	.....	....	....	
	1.5 ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น.....	.....	....	....	
2. ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม	2.1 ยอมรับผลการกระทำของตนเองทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย.....				
	2.2 เห็นคุณค่าของความรับผิดชอบและความเพียรพยายามว่าเป็นสิ่งที่ควรปฏิบัติ.....	.....	....	....	
	2.3 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา.....	.....	....	....	
	2.4 เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายต่อส่วนรวม.....	.....	....	....	
	2.5 ทำงานเต็มความสามารถ.....	.....	....	....	
	2.6 ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้รับคำตอบ.....	.....	....	....	
	2.7 ไม่ทอดทิ้งในการทำงาน เมื่อมีอุปสรรคหรือล้มเหลว... ..	.....	....	....	
	2.8 มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา.....	.....	....	....	
3. ความมีเหตุผล	3.1 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ.....				
	3.2 เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลในเรื่องต่างๆ.....	.....	....	....	
	3.3 พยายามอธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่เหตุและผล ไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์.....	.....	....	....	

รายการประเมิน		ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
คุณลักษณะ	ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรมบ่งชี้	+1	0	-1	
3. ความมีเหตุผล	3.4 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล.....				
	3.5 หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น.....	.....	.....	.....	
	3.6 ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้.....	.....	.....	.....	
	3.7 เสาะแสวงหาหลักฐาน หรือข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย.....	.....	.....	.....	
4. ความมีระเบียบและรอบคอบ	4.1 ยอมรับความมีระเบียบและรอบคอบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ.....				
	4.2 เห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบ.....	.....	.....	.....	
	4.3 นำวิธีการหลายๆ วิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง.....	.....	.....	.....	
	4.4 มีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์.....	.....	.....	.....	
	4.5 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน.....	.....	.....	.....	
	4.6 มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน.....	.....	.....	.....	
	4.7 ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง.....	.....	.....	.....	
	4.8 ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย.....	.....	.....	.....	
5. ความซื่อสัตย์	5.1 เสนอความจริง ถึงแม้จะเป็นเหตุผลที่แตกต่างจากผู้อื่น.....				
	5.2 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง.....	.....	.....	.....	
	5.3 บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง.....	.....	.....	.....	
	5.4 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง.....	.....	.....	.....	
6. ความใจกว้าง	6.1 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น.....				
	6.2 ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง.....	.....	.....	.....	
	6.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ.....	.....	.....	.....	
	6.4 ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูล.....	.....	.....	.....	
7. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	7.1 เห็นคุณค่าของการทำงานร่วมกับผู้อื่น.....				
	7.2 เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น.....	.....	.....	.....	
	7.3 ประพฤติและปฏิบัติตนตามข้อตกลงของกลุ่ม.....	.....	.....	.....	
	7.4 เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน.....	.....	.....	.....	
	7.5 รู้จักบทบาทของตนที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม.....	.....	.....	.....	
	7.6 รู้จักขอความร่วมมือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น.....	.....	.....	.....	

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญใช้ตรวจสอบลักษณะการใช้คำ ความถูกต้องทางภาษา ความเหมาะสม และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติฯ สกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ในขณะที่นักเรียนกำลังเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ทุกบทปฏิบัติการ

คำชี้แจง

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินตามสภาพจริง โดยครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินในขณะที่นักเรียนกำลังปฏิบัติกิจกรรมตามบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 3 อันดับ คือ 3, 2 และ 1 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดแต่ละด้าน

แบบประเมินนี้ พิจารณาความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ 1) การเขียนรายงาน 2) การรายงานด้วยวาจา และ 3) ผลงาน

แบบประเมินนี้ ผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของ สุนีย์ ขวัญศิริ (2536 : หน้า 152-1549) และภาวดี เกตุกุ (2541 : 194-200)

**แบบประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
โดยผู้เชี่ยวชาญ**

ชื่อ-สกุล (ผู้เชี่ยวชาญ).....ตำแหน่ง.....
สถานที่ทำงาน.....

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและประเมินรายการของแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ในด้านลักษณะการใช้คำ ความถูกต้องทางภาษา ความเหมาะสม และประเมินความสอดคล้องระหว่างคุณลักษณะ กับคะแนนที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการวัดโดย ขอความกรุณาขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างใต้เครื่องหมายที่แสดงระดับน้ำหนักคะแนนความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดไว้ ดังนี้

- +1 หมายถึง **แน่ใจ** ว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับด้านที่ใช้ในการประเมิน
 - 0 หมายถึง **ไม่แน่ใจ** ว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับด้านที่ใช้ในการประเมิน
 - 1 หมายถึง **แน่ใจ** ว่ารายการประเมินไม่มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับด้านที่ใช้ในการประเมิน
- หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โปรดเขียนลงในช่องหมายเหตุ

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ (การเขียนรายงาน)

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	<u>ความถูกต้องของแบบฟอร์ม</u>				
	3 คะแนน ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออกอย่างชัดเจน	.....	.....	.....	
	2 คะแนน ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออกอย่างชัดเจน ในบางส่วน.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออกน้อยมาก....	.....	.....	.....	
2	<u>การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ</u>				
	3 คะแนน ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอน...	.....	.....	.....	
	2 คะแนน ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอนในบางส่วน	.....	.....	.....	
	1 คะแนน ยังไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน ไม่ตรงประเด็น ไม่เป็นลำดับขั้นตอน	.....	.....	.....	
3	<u>การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์</u>				
	3 คะแนน ใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สามารถสื่อสารให้อ่านเข้าใจได้อย่างดี.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน ใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สามารถสื่อสารให้อ่านเข้าใจได้ในบางส่วน.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน ใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สามารถสื่อสารให้อ่านยังไม่เข้าใจ.....	.....	.....	.....	

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
4	<u>การแสดงให้เห็นถึงความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ</u>				
	3 คะแนน แสดง และกำหนด วิธีดำเนินการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน แสดง และกำหนด วิธีดำเนินการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ในบางขั้นตอน.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน แสดง และกำหนด วิธีดำเนินการทดลองไม่เป็นไปตามขั้นตอน.....	.....	.....	.....	
5	<u>การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง</u>				
	3 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจง่าย เป็นระเบียบ.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจเล็กน้อย และขาดความเป็นระเบียบ.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เข้าใจยาก ไม่เป็นระเบียบ.....	.....	.....	.....	
6	<u>สรุปผลการทดลอง</u>				
	3 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง และสมบูรณ์ชัดเจน.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้องบางส่วน.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลอง -ไม่ถูกต้อง ขาดความสมบูรณ์ และไม่ชัดเจน.....	.....	.....	.....	
7	<u>การอภิปรายผลการทดลอง</u>				
	3 คะแนน อภิปรายผลอย่างมีเหตุผลประกอบ และสร้างสรรค์.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน อภิปรายผลมีเหตุผลและสร้างสรรค์ในบางส่วนยังไม่สมบูรณ์.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน อภิปรายผลไม่มีเหตุผลประกอบ และไม่สร้างสรรค์.....	.....	.....	.....	
8	<u>การจัดกระทำข้อมูล</u>				
	3 คะแนน จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและน่าสนใจ.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและความน่าสนใจเล็กน้อย.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน จัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยขาดลำดับขั้นตอนและความน่าสนใจ.....	.....	.....	.....	

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ (การรายงานด้วยวาจา)

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	<u>การจัดระบบการรายงาน</u>				
	3 คะแนน มีการจัดระบบลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจน ต่อเนื่อง...	.....	.....	.....	
	2 คะแนน มีการจัดระบบลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจน แต่ไม่ต่อเนื่อง...	.....	.....	.....	
	1 คะแนน มีการจัดระบบลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อไม่มีความชัดเจนและไม่ต่อเนื่อง.....	.....	.....	.....	
2	<u>การใช้ภาษา</u>				
	3 คะแนน ภาษาฟังเข้าใจง่าย ถูกต้องตามหลักภาษา				
	2 คะแนน ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย แต่มีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา				
	1 คะแนน ภาษาที่ใช้เข้าใจยาก ส่วนใหญ่ไม่มีความถูกต้องตามหลักภาษา				
3	<u>การใช้ลีลาของเสียง</u>				
	3 คะแนน น้ำเสียงเหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด เสียงดังชัดเจน.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน น้ำเสียงเหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด แต่เสียงไม่ดังชัดเจน...	.....	.....	.....	
	1 คะแนน น้ำเสียงเบาไม่เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด.....	.....	.....	.....	
4	<u>การใช้ลีลาท่าทางประกอบ</u>				
	3 คะแนน ลีลาท่าทาง เช่น สายตา สีหน้า เหมาะสมกับเรื่องที่พูดตลอดเรื่อง	.....	.....	.....	
	2 คะแนน ลีลาท่าทาง เช่น สายตา สีหน้า เหมาะสมกับเรื่องที่พูดบางตอน	.....	.....	.....	
	1 คะแนน ไม่มีลีลาท่าทางประกอบในการพูด.....	.....	.....	.....	
5	<u>การใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ</u>				
	3 คะแนน มีการใช้อุปกรณ์ สื่อประกอบ ในการนำเสนอเหมาะสมกับเรื่อง	.....	.....	.....	
	2 คะแนน มีการใช้อุปกรณ์ สื่อประกอบ ในการนำเสนอแต่ไม่เหมาะสมกับเรื่อง.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน ไม่มีการใช้อุปกรณ์ สื่อประกอบในการนำเสนอ.....	.....	.....	.....	
6	<u>การสื่อความหมาย</u>				
	3 คะแนน บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ชัดเจนต่อเนื่องทุกตอนทำให้ผู้ฟังเข้าใจง่าย.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน บรรยายข้อมูลได้ถูกต้อง ทำให้ผู้ฟังเข้าใจง่าย แต่ยังขาดความต่อเนื่อง.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน บรรยายข้อมูลไม่ชัดเจน สับสน ทำให้ผู้ฟังเข้าใจยาก.....	.....	.....	.....	
7	<u>การตอบคำถาม</u>				
	3 คะแนน มีไหวพริบในการตอบคำถาม ตอบได้ถูกต้อง ชัดเจน.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน มีไหวพริบในการตอบคำถาม ตอบถูกต้องบางส่วน.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน ตอบคำถามไม่ถูกต้อง.....	.....	.....	.....	

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ (ผลงาน)

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1	<u>ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</u>				
	3 คะแนน ผลงานแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน บางส่วนของผลงานแปลกใหม่จากผลงานที่มีผู้ทำอยู่แล้ว..	.....	.....	.....	
	1 คะแนน ผลงานคล้ายคลึงกับสิ่งที่เคยทำมาแล้ว.....	.....	.....	.....	
2	<u>การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐาน</u>				
	3 คะแนน สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างชัดเจน.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน สมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา.....	.....	.....	.....	
3	<u>ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบ</u>				
	3 คะแนน มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงครอบคลุมทุกประเด็นที่ศึกษาอย่างเพียงพอ.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน มีการศึกษาค้นหาข้อมูล หรือข้อเท็จจริงแต่ไม่ครอบคลุมประเด็นที่จะศึกษา.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน ไม่มีการศึกษาหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่างๆ.....	.....	.....	.....	
4	<u>การออกแบบการทดลอง</u>				
	3 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐานและควบคุมตัวแปรถูกต้อง ครบถ้วน	.....	.....	.....	
	2 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐาน แต่การควบคุมตัวแปรยังไม่ครบถ้วน	.....	.....	.....	
	1 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐานแต่การควบคุมตัวแปรไม่ถูกต้อง	.....	.....	.....	
5	<u>อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง</u>				
	3 คะแนน เลือกใช้อุปกรณ์ถูกต้องเหมาะสม.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน เลือกใช้อุปกรณ์บางส่วนถูกต้อง.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน เลือกใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง.....	.....	.....	.....	
6	<u>การดำเนินการทดลอง</u>				
	3 คะแนน ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องสมบูรณ์.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน ดำเนินการทดลองได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน ดำเนินการทดลองไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่.....	.....	.....	.....	
7	<u>การบันทึกข้อมูล</u>				
	3 คะแนน บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ถูกต้องและละเอียด.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์และถูกต้อง.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษา.....	.....	.....	.....	

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
8	<u>การจัดกระทำข้อมูล</u>				
	3 คะแนน มีการจัดกระทำข้อมูลถูกต้องชัดเจน.....	.....	.....	.....	
	2 คะแนน มีการจัดกระทำข้อมูลถูกต้อง.....	.....	.....	.....	
	1 คะแนน มีการจัดกระทำข้อมูลถูกต้องบางส่วน.....	.....	.....	.....	
9	<u>การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปผลของข้อมูล</u>				
	3 คะแนน การแปลความหมายถูกต้องและการสรุปผลสอดคล้องกับข้อมูล	.....	.....	.....	
	2 คะแนน การแปลความหมายถูกต้องแต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล	.....	.....	.....	
	1 คะแนน การแปลความหมายถูกต้องบางส่วน.....	.....	.....	.....	

ภาคผนวก ค

- ตารางสรุปค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
- ตารางสรุปค่าความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง 9 คน) เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- ตารางสรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการนำ เสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 24 สรุปค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1		
1.1 ไขความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.23	ดีมาก
1.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.24	ดีมาก
1.3 เอกสารรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการ	4.11	ดี
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2		
2.1 ไขความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.15	ดี
2.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.40	ดีมาก
2.3 เอกสารรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการ	4.77	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3		
3.1 ไขความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.25	ดีมาก
3.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.38	ดีมาก
3.3 เอกสารรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการ	4.34	ดีมาก
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4		
3.1 ไขความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.73	ดีมาก
3.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.26	ดีมาก
3.3 เอกสารรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการ	4.11	ดี
รวม	4.33	ดีมาก

หมายเหตุ การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนน แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้ความหมาย ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 5.00-4.21 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 4.20-3.41 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 3.40-2.61 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 2.60-1.81 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.80-1.00 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

ตาราง 25 สรุปค่าความคิดเห็นของนักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง 9 คน) เกี่ยวกับการประเมินคุณภาพ
 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1		
1.1 ไขความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.17	ดี
1.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.43	ดีมาก
1.3 เอกสารรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการ	3.73	ดี
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2		
2.1 ไขความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.28	ดีมาก
2.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.37	ดีมาก
2.3 เอกสารรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการ	4.13	ดี
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3		
3.1 ไขความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.50	ดีมาก
3.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.57	ดีมาก
3.3 เอกสารรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการ	4.07	ดี
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4		
3.1 ไขความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.50	ดีมาก
3.2 บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์	4.61	ดีมาก
3.3 เอกสารรายงานผลการทดลองและแบบฝึกหัดบทปฏิบัติการ	4.20	ดี
รวม	4.29	ดีมาก

หมายเหตุ การแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนน แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้ความหมาย ดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย 5.00-4.21 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 4.20-3.41 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 3.40-2.61 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 2.60-1.81 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.80-1.00 หมายถึง ผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

ตาราง 26 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	รายการประเมินที่	คะแนนจากความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปลผล
		1	2	3	4	5			
1	1.1	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	1.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	2.1	1	1	0	0	1	3	0.60	ใช้ได้
	2.2	1	1	0	0	1	4	0.80	ใช้ได้
	2.3	1	1	0	0	1	3	0.60	ใช้ได้
3	3.1	1	0	-1	1	1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
	3.2	1	1	-1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	3.3	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
4	4.1	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	4.2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	4.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	5.1	1	-1	0	0	1	1	0.20	ต้องปรับปรุง
	5.2	1	0	0	0	1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
	5.3	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
6	6.1	1	-1	1	0	1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
	6.2	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
	6.3	1	1	1	0	1	4	0.80	ใช้ได้
7	7.1	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	7.2	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	7.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	8.1	0	0	1	1	-1	1	0.20	ต้องปรับปรุง
	8.2	0	1	1	1	-1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
	8.3	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
9	9.1	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	9.2	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	9.3	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
10	10.1	0	0	-1	0	1	0	0.00	ต้องปรับปรุง
	10.2	0	1	-1	0	1	1	0.20	ต้องปรับปรุง
	10.3	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมินที่	คะแนนจากความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปรผล
		1	2	3	4	5			
11	11.1	1	1	-1	0	1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
	11.2	1	1	-1	0	1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
	11.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12	12.1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	12.2	-1	1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
	12.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 27 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

คุณลักษณะ	ลักษณะพึงประสงค์	คะแนนจากความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปลผล
		1	2	3	4	5			
1	1.1	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1.4	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	1.5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	2.1	0	1	1	1	-1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
	2.2	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	2.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2.4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2.5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2.6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2.7	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	2.8	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
3	3.1	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	3.2	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	3.3	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	3.4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3.5	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	3.6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3.7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4	4.1	1	1	0	1	-1	2	0.40	ต้องปรับปรุง
	4.2	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	4.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	4.4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	4.5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	4.6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	4.7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	4.8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	5.1	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	5.2	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	5.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	5.4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 27 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ลักษณะปัจจัย	คะแนนจากความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	การแปลผล
		1	2	3	4	5			
6	6.1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	6.2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	6.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	6.4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	7.1	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	7.2	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	7.3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	7.4	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	7.5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	7.6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตาราง 28 สรุปค่าการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ ที่	รายการประเมินที่ การเขียนรายงาน	คะแนนจากความคิดเห็น					รวม	IOC	การแปลผล
		จากผู้เชี่ยวชาญ							
		1	2	3	4	5			
1	ความถูกต้องของแบบฟอร์ม	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	-1	3	0.60	ใช้ได้
2	การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
3	การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
4	การแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	สรุปผลการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	1	0	2	0.40	ต้องปรับปรุง
7	การอภิปรายผลการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
8	การจัดกระทำข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมินที่ การรายงานด้วยวาจา	คะแนนจากความคิดเห็น					รวม	IOC	การแปลผล
		จากผู้เชี่ยวชาญ							
		1	2	3	4	5			
1	การจัดระบบการรายงาน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
2	การใช้ภาษา	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
3	การใช้ลีลาของเสียง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
4	การใช้ลีลาท่าทางประกอบ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	การใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	การสื่อความหมายข้อความ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
7	การตอบคำถาม	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมินที่ ผลงาน	คะแนนจากความคิดเห็น					รวม	IOC	การแปรผล
		จากผู้เชี่ยวชาญ							
		1	2	3	4	5			
1	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐาน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	-1	1	1	0.20	ต้องปรับปรุง
3	ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบ	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	-1	1	1	0.20	ต้องปรับปรุง
4	การออกแบบการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
5	อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	-1	1	1	0.20	ต้องปรับปรุง
6	การดำเนินการทดลอง	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	0	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	-1	1	1	0	2	0.40	ต้องปรับปรุง
7	การบันทึกข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมินที่ ผลงาน	คะแนนจากความคิดเห็น					รวม	IOC	การแปรผล
		จากผู้เชี่ยวชาญ							
		1	2	3	4	5			
8	การจัดกระทำข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
9	การแปลความหมายของข้อมูลและ								
	การสรุปผลของข้อมูล	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
	3 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	2 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้
	1 คะแนน	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้

ภาคผนวก ง

- ตารางข้อมูลคะแนนรวมของการทดสอบนักเรียนจำนวน 100 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 สถานการณ์ 48 ข้อ
- ตารางผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (α)
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	กลุ่มสูง (SU) (n=25)	กลุ่มต่ำ (SL) (n=25)	P_E	D	ข้อที่เลือก	ค่าความแปรปรวนรายข้อ ของข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือก S_i^2
1*	117	47	0.41	0.35	✓	5.28
2*	113	40	0.38	0.37	✓	4.65
3*	113	16	0.32	0.49	✓	4.93
4*	134	62	0.49	0.36	✓	6.09
5*	128	29	0.39	0.50		
6*	122	12	0.34	0.55		
7*	144	25	0.42	0.60	✓	7.02
8*	98	30	0.32	0.34	✓	4.56
9*	142	48	0.48	0.47	✓	7.46
10*	132	24	0.39	0.54		
11*	136	40	0.44	0.48		
12*	145	27	0.43	0.59	✓	8.52
						$\sum S_i^2 = 48.55$

หมายเหตุ * หมายถึง แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) โดยได้
คัดเลือกไว้ 8 ข้อ แบบทดสอบนี้นำไปคำนวณค่าความเชื่อมั่น (α)
ของแบบทดสอบได้เท่ากับ 0.95

ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าความแปรปรวน } (S_i^2) &= \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{100(174297) - 3797^2}{100(100-1)} \\
 &= \frac{17429700 - 14417209}{100(99)} \\
 &= \frac{3012491}{9900} \\
 &= 304.29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าความเชื่อมั่น } (\alpha) &= \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \\
 &= \frac{8}{8-1} \left[1 - \frac{48.55}{304.29} \right] \\
 &= \frac{8}{7} [1 - 0.16] \\
 &= 1.14(0.84) \\
 &= 0.95
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก จ

- ตารางคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
- ตารางคะแนนจากแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
- ตารางคะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ระหว่างเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

ตาราง 31 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและ
หลังเรียนด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดถัฏฐาน

นร.ที่	ข้อที่ 1		ข้อที่ 2		ข้อที่ 3		ข้อที่ 4	
	pre	pos	pre	pos	pre	pos	pre	pos
1	8	8	8	8	4	6	2	5
2	0	2	2	5	5	4	0	8
3	4	6	3	4	5	4	6	6
4	0	0	3	4	4	2	0	6
5	0	8	5	3	0	5	0	4
6	0	8	0	5	4	4	2	3
7	2	8	4	5	0	4	0	2
8	4	8	2	4	5	5	5	6
9	0	5	0	4	0	4	0	2
10	0	8	2	3	4	4	0	8
11	5	8	2	4	4	5	2	6
12	2	8	0	5	0	6	0	6
13	8	8	2	5	5	7	6	8
14	2	6	0	7	0	6	4	6
15	4	4	5	4	0	7	2	2
16	0	6	4	5	4	5	2	2
17	7	8	4	5	0	7	0	2
18	3	7	4	5	5	8	4	8
19	2	8	3	5	5	5	4	6
20	2	8	0	5	4	5	2	6
21	0	8	0	5	0	4	0	7
22	1	8	2	5	8	8	2	7
23	4	7	4	5	4	6	2	5
24	0	6	0	5	0	4	0	5
25	0	8	3	4	4	6	0	2
26	2	8	3	5	3	5	1	2
27	0	8	0	3	4	5	2	2
28	0	8	0	5	2	4	0	4
29	2	5	0	5	5	7	0	3
30	0	8	0	8	0	7	0	4
ΣX	62	206	65	145	88	159	48	143
$\bar{X}$	2.07	6.87	2.17	4.83	2.93	5.30	1.60	4.77
S.D	2.46	1.98	2.05	1.18	2.30	1.42	1.90	2.14
S^2_i	6.06	3.91	4.21	1.39	5.31	2.01	3.63	4.60

ตาราง 31 (ต่อ)

นร.ที่	ข้อที่ 5		ข้อที่ 6		ข้อที่ 7		ข้อที่ 8		รวมคะแนน	
	Pre	pos	pre	pos	pre	pos	pre	pos	pre	pos
1	7	8	2	2	4	6	5	7	40	50
2	0	7	3	3	2	7	4	7	16	43
3	4	7	3	3	4	3	6	7	35	40
4	5	7	0	3	2	6	5	7	19	35
5	0	5	0	3	2	4	4	5	11	37
6	0	5	0	2	0	5	0	7	6	39
7	0	6	2	5	4	4	4	5	16	39
8	4	4	0	3	2	6	5	7	27	43
9	0	6	0	2	0	3	2	5	2	31
10	0	3	3	4	4	5	0	7	13	42
11	2	5	0	2	4	5	5	7	24	42
12	0	6	0	3	0	6	0	5	2	45
13	4	7	3	3	0	4	4	7	32	49
14	4	4	2	2	4	5	4	5	20	41
15	2	3	2	2	4	5	2	6	21	33
16	5	6	2	3	3	6	5	6	25	39
17	5	8	0	3	6	6	4	5	26	44
18	7	6	2	2	2	7	6	7	33	50
19	0	4	3	6	0	5	6	6	23	45
20	4	6	3	5	4	5	6	7	25	47
21	0	6	0	5	0	5	0	7	0	47
22	4	4	2	6	0	6	0	6	19	49
23	5	5	2	6	2	6	5	6	28	46
24	0	7	0	6	0	6	0	5	0	44
25	0	6	0	6	3	6	2	8	12	46
26	0	6	2	3	0	6	4	5	15	40
27	0	6	2	6	0	7	0	4	8	40
28	0	4	0	6	0	6	0	5	2	46
29	0	6	2	5	2	8	0	6	11	45
30	4	7	2	5	6	8	2	6	14	53
ΣX	66	170	42	115	64	166	90	186	525	1290
$\bar{x}$	2.20	5.67	1.40	3.83	2.13	5.53	3.00	6.20	17.50	43.00
S.D	2.44	1.35	1.22	1.56	1.94	1.22	2.29	1.03	10.91	5.14
S^2_i	5.96	1.82	1.49	2.42	3.77	1.50	5.24	1.06	119.22	26.48

ตาราง 32 คะแนนจากแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างเรียน
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

นร.ที่	เจตคติทางวิทยาศาสตร์							รวม
	1 (5)	2 (5)	3 (5)	4 (5)	5 (5)	6 (5)	7 (5)	
1	4	3	3	4	3	5	5	27
2	4	3	3	3	3	5	5	26
3	4	3	3	3	3	5	5	26
4	4	3	3	4	3	5	5	27
5	5	4	4	4	2	5	5	30
6	5	4	4	4	2	5	5	30
7	4	4	4	4	4	5	5	30
8	4	4	3	4	4	4	4	27
9	4	4	4	4	4	4	4	28
10	4	4	4	4	4	4	4	28
11	4	4	3	4	4	4	4	27
12	4	4	4	3	4	4	4	27
13	4	4	3	3	3	4	4	25
14	4	4	3	3	3	4	4	25
15	4	4	3	3	3	4	4	25
16	4	4	4	4	4	4	4	28
17	4	4	3	3	3	4	4	25
18	4	4	3	3	3	4	4	25
19	5	5	4	5	4	5	5	33
20	4	4	3	3	3	5	5	27
21	4	4	3	4	4	5	5	29
22	4	4	3	4	3	5	5	28
23	4	4	3	4	3	5	5	28
24	4	4	4	4	4	5	5	30
25	5	5	4	4	4	5	5	32
26	5	5	4	4	4	5	5	32
27	5	5	4	4	3	5	5	31
28	5	5	4	4	4	5	5	32
29	5	5	4	4	4	5	5	32
30	5	5	4	4	5	5	5	33
ΣX	129	123	105	112	106	139	139	853
$\bar{X}$	4.30	4.10	3.50	3.73	3.53	4.63	4.63	4.06
S.D	0.47	0.61	0.51	0.52	0.57	0.49	0.49	2.58
S^2_i	0.22	0.37	0.26	0.27	0.33	0.24	0.24	6.67
ร้อยละ	86.00	82.00	70.00	74.67	70.67	92.67	92.67	81.20

ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

$$\begin{aligned}\sum s_i^2 &= 0.22 + 0.37 + 0.26 + 0.27 + 0.33 + 0.24 + 0.24 \\ &= 1.93\end{aligned}$$

$$s_t^2 = 6.67$$

$$\begin{aligned}\text{ค่าความเชื่อมั่น } (\alpha) &= \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{7}{7-1} \left[1 - \frac{1.93}{6.67} \right] \\ &= \frac{7}{6} [1 - 0.29] \\ &= 1.16(0.71) \\ &= 0.82\end{aligned}$$

ตาราง 33 คะแนนจากแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระหว่างเรียน
ด้วยบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

นร.ที่	ความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์/บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่					การนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทฯ					โครงการ	รวม
	การเขียนรายงานตามแบบรายงานฯ	1(12)	2(12)	3(12)	4(12)	รวม	1(18)	2(18)	3(18)	4(18)	รวม	4(51)
1	8	9	11	12	40	16	14	14	16	60	44	144
2	8	9	11	12	40	16	14	14	16	60	44	144
3	8	9	11	12	40	16	14	14	16	60	44	144
4	8	9	11	12	40	16	14	14	16	60	44	144
5	8	9	11	12	40	16	14	14	16	60	44	144
6	8	9	11	12	40	16	14	14	16	60	44	144
7	9	11	10	10	40	13	17	17	17	63	46	149
8	9	11	10	10	40	13	17	17	17	63	46	149
9	9	11	10	10	40	13	17	17	17	63	46	149
10	9	11	10	10	40	13	17	17	17	63	46	149
11	9	11	10	10	40	13	17	17	17	63	46	149
12	9	11	10	10	40	13	17	17	17	63	46	149
13	8	9	8	10	35	17	13	15	15	59	38	132
14	8	9	8	10	35	17	13	15	15	59	38	132
15	8	9	8	10	35	17	13	15	15	59	38	132
16	8	9	8	10	35	17	13	15	15	59	38	132
17	8	9	8	10	35	17	13	15	15	59	38	132
18	8	9	8	10	35	17	13	15	15	59	38	132
19	10	11	9	11	41	15	14	17	17	61	42	144
20	10	11	9	11	41	15	14	17	17	61	42	144
21	10	11	9	11	41	15	14	17	17	61	42	144
22	10	11	9	11	41	15	14	17	17	61	42	144
23	10	11	9	11	41	15	14	17	17	61	42	144
24	10	11	9	11	41	15	14	17	17	61	42	144
25	10	11	11	12	44	14	14	16	16	59	40	143
26	10	11	11	12	44	14	14	16	16	59	40	143
27	10	11	11	12	44	14	14	16	16	59	40	143
28	10	11	11	12	44	14	14	16	16	59	40	143
29	10	11	11	12	44	14	14	16	16	59	40	143
30	10	11	11	12	44	14	14	16	16	59	40	143
ΣX	270	306	294	330	1200	450	444	432	486	1812	1260	4272
$\bar{X}$	9.00	10.20	9.80	11.00	40.00	15.00	14.80	14.40	16.20	60.40	42.00	142.40
S.D	0.91	1.00	1.19	0.91	2.95	1.44	0.76	1.38	0.76	1.52	2.88	5.70
S^2_i	0.83	0.99	1.41	0.83	8.69	2.07	0.58	1.90	0.58	2.32	8.28	32.52
ร้อยละ	75.00	85.00	81.67	91.67	83.33	83.33	82.22	80.00	90.00	83.89	82.35	83.27

ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

$$\begin{aligned}\sum s_i^2 &= 8.69 + 2.32 + 8.28 \\ &= 19.29\end{aligned}$$

$$s_t^2 = 32.52$$

$$\begin{aligned}\text{ค่าความเชื่อมั่น } (\alpha) &= \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{3}{3-1} \left[1 - \frac{19.29}{32.52} \right] \\ &= \frac{3}{2} [1 - 0.59] \\ &= 1.50(0.41) \\ &= 0.61\end{aligned}$$

ภาคผนวก จ

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....โรงเรียน.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบที่เป็นสถานการณ์จำนวน 8 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์มีคำถามอยู่ 4 คำถาม จำนวนรวมทั้งหมด 32 ข้อ ใช้เวลา 1.30 ชั่วโมง
2. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามในแต่ละสถานการณ์
3. ใช้ความคิดให้รอบคอบก่อนตอบ ถ้านักเรียนมีปัญหาให้ถามอาจารย์ผู้คุมสอบ
4. เขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้นเรียน และโรงเรียน ลงในแบบทดสอบที่แจกก่อนลงมือทำข้อสอบ

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

- 2 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามเป็นไปตามเงื่อนไขและแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ และตรงประเด็นคำถาม
- 1 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวข้องกับหรือมีแนวโน้มแต่ยังไม่สมบูรณ์
- 0 คะแนน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามไม่เป็นไปตามเงื่อนไขและแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์ และไม่ตรงประเด็นคำถาม

สถานการณ์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 1

ทรงกฤษ เป็นนักเรียนคนหนึ่งที่เรียนเก่งมากและชอบอ่านหนังสือ คืบหนึ่งขณะที่กำลังอ่านหนังสือ อยู่หลอดไฟที่ใช้อ่านหนังสือได้ดับลง เมื่อตรวจสอบว่าไส้ของหลอดไฟขาด เขาจึงไปซื้อหลอดไฟที่ร้านข้างบ้าน ซึ่งมีขนาดเพียง 10 วัตต์ มาใช้แทน เมื่ออ่านหนังสือไปได้ครึ่งชั่วโมง ทรงกฤษเริ่มปวดศีรษะท้งๆ ที่ไม่เคยมีอาการอย่างนี้มาก่อนเลย

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
3. นักเรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร และจากที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหา น่าจะเกิดผลอย่างไร.....
4. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....

สถานการณ์การที่ 2

นพพล ได้ขุดบ่อเลี้ยงปลาที่มีขนาดโดยประมาณ 7x8 เมตร หลังจากนั้นได้ปล่อยน้ำลงบ่อและปล่อย ลูกปลาจำนวน 800 ตัว ลงไป รุ่งเช้าลูกปลาที่ปล่อยไปตายและลอยขึ้นมา เขาจึงลองวัดค่า pH ของน้ำได้ค่า pH ประมาณ 3-4

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
3. นักเรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร และจากที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหา น่าจะเกิดผลอย่างไร.....
4. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....

สถานการณ์ที่ 3

หมู่บ้านเต่าร้องในชนบทแห่งหนึ่ง เจ้าหน้าที่สาธารณสุขได้ทำการตรวจสุขภาพของคนในหมู่บ้านพบว่า ป่วยเป็นไข้มาลาเรียถึง 80% หลังจากการสำรวจพื้นที่ภายในหมู่บ้านแล้วได้พบหนองน้ำใหญ่แห่งหนึ่งใกล้หมู่บ้านมีเศษวัชพืชและใบไม้ทับถม จนน้ำเริ่มเน่าเหม็น

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
3. นักเรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร และจากที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาจะเกิดผลอย่างไร.....
4. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....

สถานการณ์ที่ 4

จรีใจ ประกอบอาชีพทำนา จรีใจมีนาอยู่ 20 ไร่ ในปีแรกปลูกข้าวพันธุ์หนึ่งในที่นาแห่งนั้น ต้นข้าวงอกงามดีและให้ผลผลิตสูง ในปีที่สองจรีใจปลูกข้าวพันธุ์เดิมต้นข้าวมีลักษณะลำต้นเล็กลงให้ผลผลิตต่ำกว่าปีแรก ต่อมาในปีที่สามปรากฏว่าข้าวพันธุ์เดิมที่จรีใจใช้ปลูกนั้นลำต้นแคระแกร็นลงและให้ผลผลิตต่ำกว่าทุกๆ ปีที่ผ่านมา ทั้งๆ ที่น้ำอุดมสมบูรณ์และไม่มีแมลงรบกวนต้นข้าวเลย

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
3. นักเรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร และจากที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาจะเกิดผลอย่างไร.....
4. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....

สถานการณ์ที่ 5

ร้อยแก้ว มีอาชีพเลี้ยงปลาและปลูกผักขาย โดยใช้น้ำในบ่อปลารดผักซึ่งอยู่ติดกับบ่อ ตลอดจนใช้ล้างผักก่อนที่จะนำไปขายในเมือง ซึ่งปีที่ผ่านมา เคยมีรายได้จากการขายปลาและปลูกผักสูงมาก แต่ปีนี้รายได้จากการขายผักลดลง ขณะเดียวกันต้นทุนในการปลูกผักก็สูงขึ้นด้วย เนื่องจากมีแมลงหลายชนิดรบกวนทำให้ผักไม่เจริญงอกงาม ร้อยแก้วจึงแก้ปัญหาโดยใช้ยาฆ่าแมลงฉีดพ่นเป็นประจำ ซึ่งก็ทำให้ผักเจริญเติบโตงอกงามดี แต่อีกห้าเดือนต่อมา ร้อยแก้วสังเกตเห็นว่ามีปลาตัวเล็กๆ ตายลอยมาติดริมบ่อบ่อยๆ

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
3. นักเรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร และจากที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาจะเกิดผลอย่างไร.....
4. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....

สถานการณ์ที่ 6

เรวิทย์ เป็นชาวประมงออกเรือจับปลาในทะเลได้ปลาเป็นจำนวนมาก โดยออกทะเลไปเป็นเวลา 5 วัน เมื่อกลับมาถึงบ้านปรากฏว่าปลาที่จับได้เน่าเหม็น ทำให้เรวิทย์ขายปลาไม่ได้ เขาจึงขาดทุน

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
-
3. นักเรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร และจากที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาจะเกิดผลอย่างไร.....
-
4. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....
-

สถานการณ์ที่ 7

ปลิวลม จอดรถทิ้งไว้ก่อนลงจากรถเขาได้ไขกระจกขึ้นทั้งหมด หลังจากเขาไปทำธุระ 4 ชั่วโมง เมื่อกลับมาพบว่า กระจกรถด้านข้างแตกเป็นรอยร้าว จากการสอบถามผู้ที่อยู่ใกล้เคียงพบว่า ไม่มีใครขว้างกระจกเลย เมื่อเปิดเข้าไปข้างในรถ เขาสังเกตเห็นลิปสติกที่วางอยู่ในรถไหลเยิ้มออกจากหลอด

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
-
3. นักเรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร และจากที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาจะเกิดผลอย่างไร.....
-
4. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....
-

สถานการณ์ที่ 8

เด็กชายต้อง ได้จัดห้องใหม่โดยนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน เพื่อให้เกิดความสวยงาม และสดชื่น เมื่อเขาตื่นนอนในเช้าวันรุ่งขึ้น พบว่า ร่างกายของเขาอ่อนเพลีย และเวียนศีรษะ

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร.....
-
3. นักเรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร และจากที่นักเรียนเสนอวิธีแก้ปัญหาจะเกิดผลอย่างไร.....
-
4. นักเรียนจะมีวิธีการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นได้อย่างไร.....
-

แบบประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มที่.....ชั้น.....โรงเรียน.....

คำชี้แจง ในการบันทึกผลการประเมินพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ผู้ประเมินจะบันทึกผลการประเมินคุณลักษณะต่างๆ เท่าที่สามารถสังเกตได้ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนหรือบทปฏิบัติการแต่ละครั้ง โดยพิจารณาจากพฤติกรรมบ่งชี้ของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วตัดสินว่าผู้เรียนมีคุณลักษณะอยู่ในระดับใด แล้วกรอกคะแนนลงในแบบประเมินพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในการประเมินแต่ละครั้ง (แต่ละบทปฏิบัติการ) อาจไม่จำเป็นต้องประเมินครบทุกคุณลักษณะและการสังเกตผู้เรียนอาจสังเกตเป็นกลุ่มหรือแถว (ครั้งละ 4-7 คน) เพื่อผู้สอนจะสังเกตผู้เรียนได้อย่างทั่วถึงและครอบคลุม ผู้เรียนแต่ละคนควรได้รับการประเมินแต่ละคุณลักษณะอย่างน้อย 2-3 ครั้ง เพื่อการประเมินพัฒนาการในด้านนั้นๆ ต่อไป

ระดับเกณฑ์การให้คะแนน

- 5 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินมากที่สุด ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก
- 4 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินมากที่สุด ผลการประเมินอยู่ในระดับดี
- 3 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินมากที่สุด ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินมากที่สุด ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้
- 1 คะแนน หมายถึง มีคุณลักษณะที่ประเมินมากที่สุด ผลการประเมินอยู่ในระดับต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล	การประเมินบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่	เจตคติทางวิทยาศาสตร์							หมายเหตุ
		1. ความอยากรู้อยากเห็น	2. ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม	3. ความมีเหตุผล	4. ความมีระเบียบรอบคอบ	5. ความซื่อสัตย์	6. ความใจกว้าง	7. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	
นักเรียนคนที่ 1 ชื่อ.....	1								
	2								
	3								
	4								
	รวม								
นักเรียนคนที่ 2 ชื่อ.....	1								
	2								
	3								
	4								
	รวม								

เกณฑ์การพิจารณาคุณลักษณะ และพฤติกรรมบ่งชี้ของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะ	ลักษณะบ่งชี้/พฤติกรรมบ่งชี้
1.ความอยากรู้ อยากเห็น	1.1 เอาใจใส่สืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ 1.2 มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่าง ๆ 1.3 เอาใจใส่ในการทดลองค้นคว้า และซักถามเมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย 1.4 สนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น
2. ความรับผิดชอบ และความพยายาม	2.1 ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา 2.2 เว้นการกระทำอันเป็นผลเสียหายนต่อส่วนรวม 2.3 ทำงานเต็มความสามารถ 2.4 ดำเนินการแก้ปัญหาจนกว่าจะได้รับคำตอบ 2.5 เมื่อมีปัญหา หรืออุปสรรค สามารถดำเนินการแก้ไขจนงานสำเร็จลุล่วง
3. ความมีเหตุผล	3.1 ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ 3.2 อธิบายสิ่งต่างๆ ในแง่เหตุและผล ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 3.3 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล 3.4 หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น 3.5 ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสาเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ 3.6 เสาะแสวงหาหลักฐาน หรือข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย
4. ความมีระเบียบ และรอบคอบ	4.1 นำวิธีการหลาย ๆ วิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง 4.2 มีการไต่ตรวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ 4.3 มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน 4.4 มีการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน 4.5 ตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง 4.6 ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย
5. ความซื่อสัตย์	5.1 เสนอความจริง ถึงแม้จะเป็นเหตุผลที่แตกต่างจากผู้อื่น 5.2 บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงและไม่ใช้ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง 5.3 ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง
6. ความใจกว้าง	6.1 รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น 6.2 ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเองและยอมรับการเปลี่ยนแปลง 6.3 รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองยังไม่เข้าใจและพร้อมที่จะทำความเข้าใจ 6.4 ยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหา ข้อมูล
7. ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	7.1 ประพฤติและปฏิบัติตนตามข้อตกลงของกลุ่ม 7.2 รู้จักบทบาทของตนที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม 7.3 รู้จักขอความร่วมมือและให้ความร่วมมือกับผู้อื่น 7.4 ทำงานส่วนรวมจนเสร็จสิ้น แล้วจึงทำงานส่วนตน

ดัดแปลงมาจาก : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2538). เอกสารประกอบการประชุม
ปฏิบัติการเพื่อเตรียมวิทยากรแกนนำ. หน้า 1-3.

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การเขียนรายงาน ตามแบบรายงานผลการทดลอง

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่.....เรื่อง.....กลุ่มที่.....

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1.....ชั้น.....เลขที่.....

2.....ชั้น.....เลขที่.....

3.....ชั้น.....เลขที่.....

4.....ชั้น.....เลขที่.....

5.....ชั้น.....เลขที่.....

6.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงตามเกณฑ์ที่กำหนด

ลำดับที่	รายการพิจารณา	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1	การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ				
2	การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์				
3	การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง				
4	สรุปผลการทดลอง				
	รวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ

- 3 คะแนน การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอน
- 2 คะแนน การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอนในบางส่วน
- 1 คะแนน การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อ ยังไม่ถูกต้อง ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นลำดับขั้นตอน

2. การใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์

- 3 คะแนน ใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สามารถสื่อสารให้ผู้อ่านเข้าใจได้อย่างดี
- 2 คะแนน ใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สามารถสื่อสารให้ผู้อ่านเข้าใจได้ในบางส่วน
- 1 คะแนน ใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ยังไม่ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สื่อสารให้ผู้อ่านยังไม่เข้าใจ

3. การบันทึกข้อมูลจากการทดลอง

- 3 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจง่าย เป็นระเบียบ
- 2 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่ขาดความเหมาะสมและเป็นระเบียบเล็กน้อย
- 1 คะแนน บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองด้วยรูปแบบที่อ่านเข้าใจยากและขาดความเป็นระเบียบ

4. สรุปผลการทดลอง

- 3 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้ถูกต้อง สมบูรณ์ชัดเจน
- 2 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองได้แต่ยังขาดความสมบูรณ์เล็กน้อย
- 1 คะแนน บรรยายและสรุปความหมายของข้อมูลจากผลการทดลองไม่ถูกต้อง ขาดความสมบูรณ์ไม่ชัดเจน

แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์

การนำเสนองาน (Presentation) แต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่.....เรื่อง.....กลุ่มที่.....
 ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1.....ชั้น.....เลขที่.....
 2.....ชั้น.....เลขที่.....
 3.....ชั้น.....เลขที่.....
 4.....ชั้น.....เลขที่.....
 5.....ชั้น.....เลขที่.....
 6.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงตามเกณฑ์ที่กำหนด

ลำดับที่	รายการพิจารณา	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1	การจัดระบบการนำเสนอ				
2	การใช้ภาษา				
3	การใช้สื่อของเสียง				
4	การใช้สื่อท่าทางประกอบ				
5	การใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ				
6	การตอบคำถาม				
	รวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การจัดระบบการนำเสนอ

- 3 คะแนน การนำเสนอมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจน มีความต่อเนื่อง
- 2 คะแนน การนำเสนอมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อที่ขาดความชัดเจนและขาดความต่อเนื่องในบางส่วน
- 1 คะแนน การนำเสนอมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อที่ขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องเป็นส่วนใหญ่

2. การใช้ภาษา

- 3 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอฟังแล้วเข้าใจง่าย ถูกต้องตามหลักภาษา โดยเฉพาะการออกเสียง ร,ล และคำควบกล้ำ
- 2 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอฟังแล้วเข้าใจง่าย แต่มีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา
- 1 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอฟังแล้วเข้าใจยาก และส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา

3. การใช้สื่อของเสียง

- 3 คะแนน ใช้น้ำเสียงได้เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด เสียงดังชัดเจน
- 2 คะแนน ใช้น้ำเสียงได้เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูดเป็นส่วนใหญ่ หรือเสียงไม่ดังชัดเจนเท่าที่ควร
- 1 คะแนน ใช้น้ำเสียงเบาและไม่เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด

4. การใช้ลีลาท่าทางประกอบ

- 3 คะแนน การนำเสนอมีการใช้ลีลาท่าทางประกอบ เช่น ใช้ศีรษะ สายตา สีหน้า เหมาะกับบรรยากาศตลอดเรื่อง
- 2 คะแนน การนำเสนอมีการใช้ลีลาท่าทางประกอบ เช่น ใช้ศีรษะ สายตา สีหน้า เหมาะกับบรรยากาศบางตอน
- 1 คะแนน การนำเสนอไม่มีการใช้ลีลาท่าทางประกอบ

5. การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ

- 3 คะแนน มีการใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ และมีความเหมาะสมกับเรื่องในการนำเสนอ
- 2 คะแนน มีการใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ แต่ไม่เหมาะสมกับเรื่องราวในการนำเสนอ
- 1 คะแนน ไม่มีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบในการนำเสนอ

6. การตอบคำถาม

- 3 คะแนน มีไหวพริบในการตอบคำถาม ตอบได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน มีไหวพริบในการตอบคำถาม ตอบได้ถูกต้องในบางส่วน
- 1 คะแนน ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่ชัดเจน

**แบบประเมินความสามารถในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์
โครงการวิทยาศาสตร์**

บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่.....เรื่อง.....กลุ่มที่.....
 ชื่อสมาชิกในกลุ่ม 1.....ชั้น.....เลขที่.....
 2.....ชั้น.....เลขที่.....
 3.....ชั้น.....เลขที่.....
 4.....ชั้น.....เลขที่.....
 5.....ชั้น.....เลขที่.....
 6.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงตามเกณฑ์ที่กำหนด

ลำดับที่	รายการพิจารณา	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1	<u>การเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์</u>				
	1.1 การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐาน				
	1.2 ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบ				
	1.3 การออกแบบการทดลอง				
	1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง				
	1.5 การดำเนินการทดลอง				
	1.6 การบันทึกข้อมูล				
	1.7 การจัดกระทำข้อมูล				
	1.8 การสรุปผลการทดลอง				
	1.9 การอภิปรายผลการทดลอง				
2	<u>การนำเสนอผลงาน (Presentation)</u>				
	2.1 การจัดระบบการนำเสนอ				
	2.2 การใช้ภาษา				
	2.3 การใช้สื่อของเสียง				
	2.4 การใช้สื่อภาพทางประกอบ				
	2.5 การใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ				
	2.6 การตอบคำถาม				
3	<u>ความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงาน</u>				
4	<u>แผนผังการนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์</u>				
	รวม				

1. เกณฑ์การให้คะแนนการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์

1.1 การกำหนดปัญหาและการตั้งสมมติฐาน

- 3 คะแนน สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลอย่างชัดเจน
- 2 คะแนน สมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลเป็นบางส่วน
- 1 คะแนน สมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา

1.2 ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงประกอบ

- 3 คะแนน มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงครอบคลุมทุกประเด็นที่ศึกษาอย่างเพียงพอ
- 2 คะแนน มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงแต่ไม่ครอบคลุมประเด็นที่จะศึกษา
- 1 คะแนน ไม่มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่างๆ

1.3 การออกแบบการทดลอง

- 3 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐานและควบคุมตัวแปรถูกต้องครบถ้วน
- 2 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐานแต่การควบคุมตัวแปรยังไม่ครบถ้วน
- 1 คะแนน สอดคล้องกับสมมติฐานแต่การควบคุมตัวแปรไม่ถูกต้อง

1.4 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 3 คะแนน เลือกใช้อุปกรณ์ถูกต้องเหมาะสม
- 2 คะแนน เลือกใช้อุปกรณ์บางส่วนถูกต้อง
- 1 คะแนน เลือกใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง

1.5 การดำเนินการทดลอง

- 3 คะแนน แสดงวิธีดำเนินการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
- 2 คะแนน แสดงวิธีดำเนินการทดลองเป็นไปตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
- 1 คะแนน แสดงวิธีดำเนินการทดลองไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน

1.6 การบันทึกข้อมูล

- 3 คะแนน บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาถูกต้องและละเอียด
- 2 คะแนน บันทึกข้อมูลตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษาและถูกต้องเป็นบางส่วน
- 1 คะแนน บันทึกข้อมูลไม่ตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษา

1.7 การจัดกระทำข้อมูล

- 3 คะแนน มีการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและน่าสนใจ
- 2 คะแนน มีการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและน่าสนใจเป็นบางส่วน
- 1 คะแนน มีการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยขาดลำดับขั้นตอนและขาดความน่าสนใจ

1.8 การสรุปผลการทดลอง

- 3 คะแนน การสรุปผลการทดลองถูกต้องและสอดคล้องกับข้อมูล
- 2 คะแนน การสรุปผลการทดลองถูกต้องและสอดคล้องกับข้อมูลในบางส่วน
- 1 คะแนน การสรุปผลการทดลองไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับข้อมูล

1.9 การอภิปรายผลการทดลอง

- 3 คะแนน มีการอภิปรายผลโดยมีเหตุผลประกอบ
- 2 คะแนน มีการอภิปรายผลโดยมีเหตุผลประกอบในบางส่วน
- 1 คะแนน มีการอภิปรายผลโดยไม่มีเหตุผลประกอบ

2. เกณฑ์การให้คะแนนการนำเสนอผลงาน (Presentation)

2.1 การจัดระบบการนำเสนอ

- 3 คะแนน การนำเสนอมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อชัดเจน มีความต่อเนื่อง
- 2 คะแนน การนำเสนอมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อที่ขาดความชัดเจนและขาดความต่อเนื่องในบางส่วน
- 1 คะแนน การนำเสนอมีการจัดลำดับขั้นตอนแต่ละหัวข้อที่ขาดความชัดเจน และขาดความต่อเนื่องเป็นส่วนใหญ่

2.2 การใช้ภาษา

- 3 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอฟังแล้วเข้าใจง่าย ถูกต้องตามหลักภาษา โดยเฉพาะการออกเสียง ร,ล และคำควบกล้ำ
- 2 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอฟังแล้วเข้าใจง่าย แต่มีบางส่วนที่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา
- 1 คะแนน ภาษาที่ใช้ในการนำเสนอฟังแล้วเข้าใจยาก และส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องตามหลักภาษา

2.3 การใช้ลีลาของเสียง

- 3 คะแนน ใช้น้ำเสียงได้เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด เสียงดังชัดเจน
- 2 คะแนน ใช้น้ำเสียงได้เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูดเป็นส่วนใหญ่ หรือเสียงไม่ดังชัดเจนเท่าที่ควร
- 1 คะแนน ใช้น้ำเสียงเบาและไม่เหมาะสมกับเรื่องราวที่พูด

2.4 การใช้ลีลาท่าทางประกอบ

- 3 คะแนน การนำเสนอมีการใช้ลีลาท่าทางประกอบ เช่น ใช้ศีรษะ สายตา สีหน้า เหมาะกับบรรยากาศตลอดเรื่อง
- 2 คะแนน การนำเสนอมีการใช้ลีลาท่าทางประกอบ เช่น ใช้ศีรษะ สายตา สีหน้า เหมาะกับบรรยากาศบางตอน
- 1 คะแนน การนำเสนอไม่มีการใช้ลีลาท่าทางประกอบ

2.5 การใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบ

- 3 คะแนน มีการใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ และมีความเหมาะสมกับเรื่องในการนำเสนอ
- 2 คะแนน มีการใช้อุปกรณ์ หรือสื่อประกอบ แต่ไม่เหมาะสมกับเรื่องราวในการนำเสนอ
- 1 คะแนน ไม่มีการใช้อุปกรณ์หรือสื่อประกอบในการนำเสนอ

2.6 การตอบคำถาม

- 3 คะแนน มีไหวพริบในการตอบคำถาม ตอบได้ถูกต้อง
- 2 คะแนน มีไหวพริบในการตอบคำถาม ตอบได้ถูกต้องในบางส่วน
- 1 คะแนน ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่ชัดเจน

3. เกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของชิ้นงาน

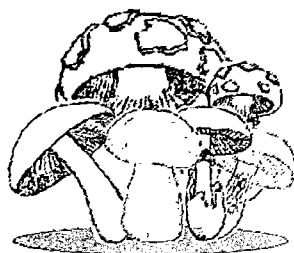
- 3 คะแนน ชิ้นงานมีความแปลกใหม่
- 2 คะแนน ชิ้นงานมีการดัดแปลงบางส่วนจากชิ้นงานที่มีผู้ทำอยู่แล้ว
- 1 คะแนน ชิ้นงานคล้ายคลึงกับสิ่งที่เคยทำมาแล้ว หรือเป็นการลอกเลียนแบบโดยตรง

4. แผนผังการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์

- 3 คะแนน ครอบคลุมเนื้อหา มีความชัดเจน มีความสวยงามและน่าสนใจ
- 2 คะแนน ครอบคลุมเนื้อหา มีความชัดเจน มีความสวยงามและน่าสนใจในบางส่วน
- 1 คะแนน ไม่ครอบคลุมเนื้อหา ไม่มีความชัดเจน ไม่มีความสวยงามและน่าสนใจ

ภาคผนวก ข

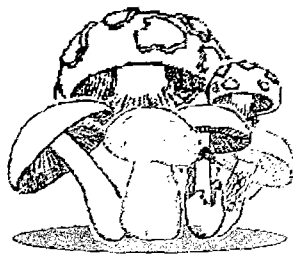
- บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน
- คู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน



บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เรื่อง

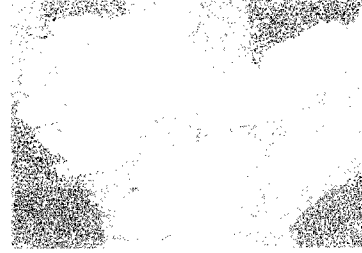
การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน



บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1
เรื่อง
การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น



ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น

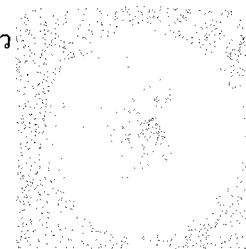


สาระสำคัญ

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำประเภทรา จัดอยู่ในอาณาจักรโพรติสตา (Protista Kingdom) และอาณาจักรย่อยแผลโลไบออนตา (Thallobionta) หมวดย่อยเห็ดรา (Fungi) มีเส้นใยรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนเกิดเป็นดอกเห็ด อยู่เหนือพื้นดินหรือสิ่งที่อาศัยอยู่ มีเนื้อในเห็ด (Context) และมีครีบ (Gill) คำว่า เห็ด มีได้หมายถึงดอกเห็ดที่มีหมวก มีเนื้อ และมีครีบเท่านั้น แต่ยังหมายถึงราอีกหลายชนิดที่ออกเป็นดอกเห็ด ซึ่งอาจมีเนื้อนุ่ม แข็ง หรือเหนียว มีหมวกหรือไม่มีหมวกก็ได้

เห็ดจัดเป็นราที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าราอื่นๆ ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ สังเคราะห์แสงและปรุงอาหารเองไม่ได้ ต้องอาศัยอาหารจากอินทรีย์วัตถุ เช่น เศษซากพืชหรือสิ่งมีชีวิตต่างๆ เห็ดขยายพันธุ์ด้วยสปอร์ (Spore) วงจรชีวิตของเห็ดทุกชนิดมีลักษณะคล้ายคลึงกัน เริ่มจากสปอร์ซึ่งเมื่อตกไปอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ก็จะงอกเป็นใยราและกลุ่มใยรา (Mycelium) แล้วรวมเป็นกลุ่มก้อนเกิดเป็นดอกเห็ด เมื่อดอกเห็ดเจริญเติบโตขึ้นก็จะสร้างสปอร์ซึ่งจะปลิวหรือหลุดไปงอกเป็นใยราได้อีก หมุนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป วงจรชีวิตของเห็ดประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ

สปอร์ (Spore) สปอร์ของดอกเห็ดส่วนมากมีจำนวนโครโมโซมเพียงชุดเดียว (Haploid) เกิดบนฐานหรือก้านรูปกระบอก หรือเกิดเป็นอับหรือถุงซึ่งเรียงกันอย่างมีระเบียบ ทำให้เกิดเป็นชั้นของเนื้อเยื่อบางๆ ที่เรียกว่า เยื่อกำเนิดสปอร์ สปอร์ของเห็ดต่างๆ มีรูปร่าง ขนาด และสีแตกต่างกัน การดูสีของสปอร์ต้องเปรียบเทียบกับกระดาษ โดยปล่อยให้สปอร์ทกลงบนกระดาษสีดำหรือสีขาวนาน 4-5 ชั่วโมง



สปอร์ของเห็ด

กลุ่มใยรา (Mycelium) เห็ดทุกชนิดมีใยราเป็นแบบมีผนังกันนอกเป็นเซลล์ มี 3 ระยะ คือ

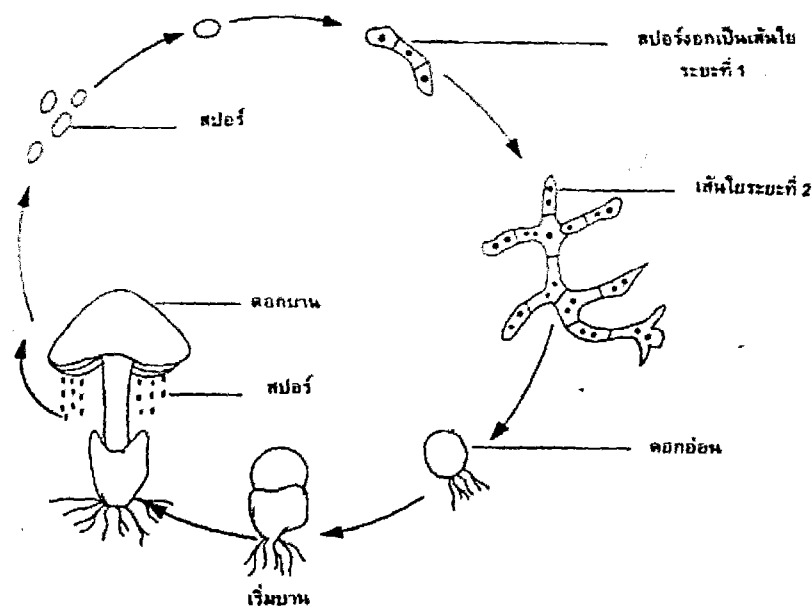
กลุ่มใยรา ปฐมภูมิ (Primary mycelium) เป็นใยราที่เจริญออกมาจากสปอร์ ใยราชนิดนี้แต่ละเซลล์มีนิวเคลียสเพียง 1 นิวเคลียส

กลุ่มใยรา ทุติยภูมิ (Secondary mycelium) เกิดขึ้นได้ 2 ทาง คือ เกิดจากใยราปฐมภูมิที่พัฒนาเจริญเป็นใยราทุติยภูมิได้เอง คือเกิดโดยไม่ผสม (Parthenogenesis) และเกิดจากการรวมหรือผสมของใยราปฐมภูมิจากสปอร์ที่เข้ากันได้ การพัฒนาทั้ง 2 ทางมีผลทำให้แต่ละเซลล์มีนิวเคลียส 2 นิวเคลียส เห็ดบางชนิดมีเส้นใยเชื่อม (Clamp connection) ระหว่างเซลล์ เพื่อเป็นสะพานให้นิวเคลียสผ่านในการพัฒนาจากใยราปฐมภูมิไปเป็นใยราทุติยภูมิ

กลุ่มใยรา ตติยภูมิ (Tertiary mycelium) คือ ใยราทุติยภูมิที่พัฒนารวมตัวกันแน่นเป็นดอกเห็ด (Fruiting body)

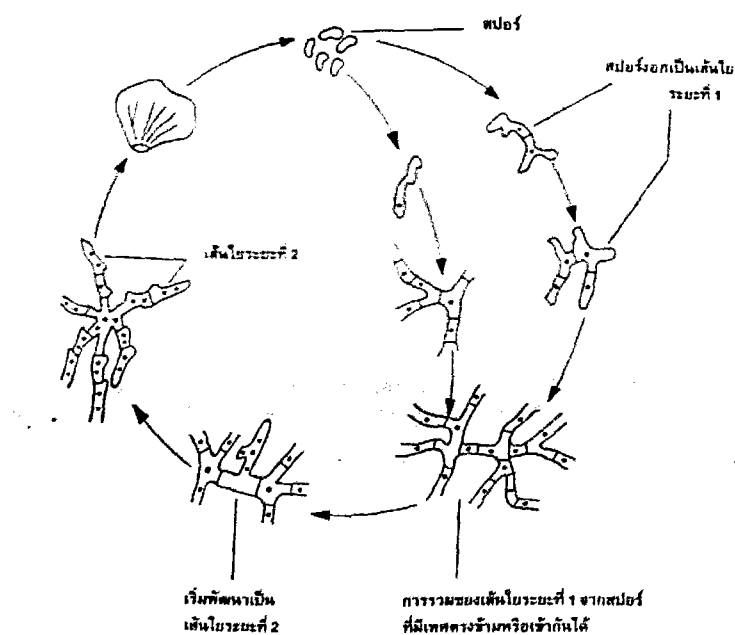
วงจรชีวิตของเห็ดแยกได้เป็น 2 แบบ คือ

แบบไม่ต้องผสม (Homothallic) วงจรชีวิตที่เห็ดที่เริ่มจากสปอร์แบบนี้ แต่ละสปอร์สามารถเจริญเป็นดอกเห็ดจนครบวงจรชีวิตได้เอง เริ่มต้นด้วยแต่ละสปอร์จะงอกเป็นเส้นใยที่เรียกว่า เส้นใยระยะที่ 1 เส้นใยระยะที่ 1 จะมีจำนวนนิวเคลียสเพียง 1 นิวเคลียสในแต่ละเซลล์ เมื่อเส้นใยเห็ดระยะที่ 1 เจริญอยู่ระยะหนึ่งก็จะมีการพัฒนาตัวเองให้กลายเป็นเส้นใยระยะที่ 2 ซึ่งมีนิวเคลียส 2 นิวเคลียส ในแต่ละเซลล์ เส้นใยระยะที่ 2 นี้เองที่จะรวมกันเป็นกลุ่มก้อนเล็กๆ แล้วค่อยๆ เจริญเติบโตจนเป็นดอกเห็ดที่สามารถสร้างสปอร์ได้อีก สปอร์ของดอกเห็ดแต่ละสปอร์ก็จะสามารถเจริญเป็นดอกเห็ดต่อไปอีกหมุนเวียนเป็นวงจร



วงจรชีวิตเห็ดแบบไม่ต้องผสม

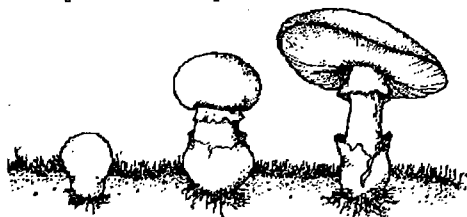
แบบต้องผสม (Heterothallic) เห็ดบางชนิดสร้างสปอร์แตกต่างจากแบบแรก คือ แต่ละสปอร์ไม่สามารถเจริญเป็นดอกเห็ด คงเจริญเป็นได้เฉพาะเส้นใย ซึ่งเราเรียกว่าเส้นใยหมัน เส้นใยหมันนี้ก็คือ เส้นใยระยะที่ 1 ซึ่งไม่สามารถพัฒนาตัวเองให้เป็นเส้นใยระยะที่ 2 การเกิดเส้นใยระยะที่ 2 จึงต้องอาศัยการผสมเส้นใยที่เจริญเป็นเส้นใยในระยะที่ 1 การผสมเส้นใยจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเส้นใยระยะที่ 1 ที่จะมาผสมกันนั้นจะต้องเป็นเส้นใยจากสปอร์อื่นที่จะรวมเข้ากันได้เท่านั้น เมื่อเส้นใยทั้งสองรวมกันแล้วก็จะมีการพัฒนาเส้นใยเป็นเส้นใยระยะที่ 2 ซึ่งจะเจริญเติบโตรวมเป็นกลุ่มก้อนดอกเห็ดต่อไป



วงจรชีวิตเห็ดแบบต้องผสม

การเจริญเติบโตของเห็ด

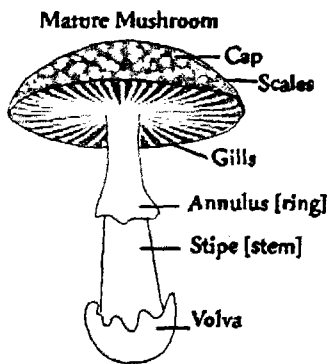
เส้นใยระยะที่ 2 ซึ่งเจริญเติบโตแตกแขนงมากมายเมื่อมีอาหารและสภาพแวดล้อมเหมาะสมก็จะรวมตัวเส้นใยเข้าเป็นกลุ่มก้อน ดอกเห็ดอ่อนมีลักษณะเป็นก้อนกลมคล้ายก้อนสำลีและจะค่อย ๆ ขยายโตขึ้น เนื้อเยื่อภายในดอกเห็ดอ่อนที่มีแต่เส้นใยอัดแน่นเป็นก้อนก็จะค่อย ๆ พัฒนาเจริญออกเป็นอวัยวะต่าง ๆ เมื่อดอกเห็ดโตเต็มที่ก็จะบานออกโดยมีรูปร่างครบสมบูรณ์ตามชนิดของเห็ด



การเจริญเติบโตของเห็ด

เห็ดมีขนาด รูปร่าง สี สัน ลักษณะนิสัย (Habit) และถิ่นกำเนิดแตกต่างกัน ดอกเห็ดมีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กเท่ากำปั้นไม้ขีดไฟไปจนถึงขนาดใหญ่เท่าลูกฟุตบอลหรือกระดิ่ง มีหลายสี บางชนิดมีสีกลมกลืนไปกับสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ รูปร่างเห็ดแตกต่างกัน แยกออกเป็นหลายกลุ่ม เช่น เห็ดมีครีบ (Agarics), เห็ดมีสันนูน แทนครีบ (Chanterelles), เห็ดมีรูและมีเนื้อเห็ดสด (Boletes), เห็ดมีรูแต่มีเนื้อเห็ดแข็งเหมือนไม้หรือเหนียวคล้ายหนังสัตว์ (Polypores), เห็ดมีรูแยกห่างกันแบบซี่ฟัน (Tooth fungi), เห็ดมีสปอร์เป็นฝุ่นบรรจุอยู่ในถุงบางๆ (Puffballs), เห็ดเผาะหรือดาวดิน (Earthstars), เห็ดปะการัง (Coral fungi), เห็ดมีเนื้อเป็นวุ้น (Jelly fungi), เห็ดกระบอง (Club fungi), เห็ดโคโมไฟ (Morels), เห็ดอานม้า (False morels), เห็ดถ้วย (Cup fungi), เห็ดก้อนถ่าน (Truffles), เห็ดเขาหมื่น (Stinkhorns) หรือเห็ดที่สร้างสปอร์ในน้ำเมือกที่มีกลิ่นเหม็น, เห็ดรังนก (Bird's nest fungi)

เนื่องจากเห็ดมีรูปร่างแตกต่างกัน การอธิบายโครงสร้างของเห็ดจึงนิยมใช้เห็ดสกุล *Amanita* เป็นแบบ ซึ่งมีส่วนประกอบของโครงสร้าง ดังต่อไปนี้



ส่วนต่าง ๆ ของดอกเห็ด

1. **หมวกเห็ด (Pileus หรือ Cap)** เป็นส่วนของดอกเห็ดที่เจริญเติบโตขึ้นไปในอากาศ เมื่อเห็ดเจริญเติบโตเต็มที่ก็จะกางออกคล้ายร่ม รูปร่างหมวกอาจแตกต่างกันไปจากที่กล่าวไว้ เช่น เป็นรูปกรวย เป็นรูประฆัง ผิวด้านบนเรียบ ขรุขระ มีเกล็ด หรือมีขนซึ่งอาจติดแน่นหรือฉีกขาดได้ง่าย สีหมวกอาจแตกต่างจากส่วนอื่นๆ ของดอกเห็ด ขอบหมวกอาจเรียบเสมอกัน ฉีกขาด กระรุ่งกระริ่ง มีเส้นลายเป็นเส้นรัศมีโดยรอบหรือเป็นริ้ว บางชนิดหยักเป็นคลื่น เนื้อหมวกหนาบางแตกต่างกัน บางชนิดเมื่อสัมผัส ฉีกขาดหรือข้จะเปลี่ยนสีได้ ผิวแห้ง เปียกชื้น ลื่น หรือหนืดมีหมวกของเห็ดบางชนิดยึดแน่นติดกับก้าน บางชนิดหลุดจากก้านได้ง่าย

2. **ครีบ (Lamella หรือ Gill)** เป็นแผ่นบางๆ ที่อยู่ด้านล่างของหมวก เรียบเป็นรัศมีออกไปรอบก้าน บางชนิดเชื่อมติดกันบางตอน ครีบมีความหนาบางและการเรียงระยะถี่ห่างแตกต่างกัน จำนวนครีบและความยาวแตกต่างกันในเห็ดแต่ละชนิด เห็ดบางชนิดครีบยึดติดแน่นกับก้าน แต่บางชนิดแฉกห้อยลงมาจากเนื้อหมวก ครีบเป็นแหล่งกำเนิดของสปอร์ มีชั้นเยื่อกำเนิดสปอร์อยู่โดยรอบ ครีบของเห็ดบางชนิดมีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นรูพรุน (Pores) ซี่ฟัน (Teeth) หรือเป็นสัน (Ridges) เห็ดหลายชนิดมีซิสทีเดียม (Cystidium) ที่มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน

3. **ก้าน (Stipe หรือ Stalk)** มีขนาด รูปร่าง และสีแตกต่างกัน ตอนบนยึดติดกับหมวกหรือยึดติดกับครีบ มีทั้งผิวเรียบ ขรุขระ มีขน หรือมีเกล็ด บางชนิดมีวงแหวน หรือเยื่อบางๆ คล้ายวงแหวนติดรอบก้าน ตอนบน เนื้อก้านประกอบด้วยเส้นใยหยากที่สานกันแน่นหรือสานกันอย่างหลวมๆ บางชนิดถ้าถูกตัด ฉีกขาด หรือข้จะเปลี่ยนสี หลายชนิดมีมีรูกกลางตรงกลางใหญ่หรือเล็กแล้วแต่ชนิด ก้านอยู่กึ่งกลางหรือเอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง บางชนิดไม่มีก้าน เช่น เห็ดเผาะ บางชนิดมีรากยาวหยั่งลึกลงไปในดิน เช่น เห็ดโคน

4. **แวนูลัส (Annulus หรือ Ring)** เป็นวงแหวนหรือม่าน (Veil) ที่ยึดก้านดอกและขอบหมวกไว้เมื่อดอกอ่อน เมื่อหมวกบานเยื่อดังกล่าวจะขาดแยกจากขอบหมวก คงเหลือส่วนที่ยึดติดกับก้านเป็นวงแหวน เรียกว่า เยื่อขอบหมวก (inner veil หรือ partial veil) เมื่อดอกโตเต็มที่แวนูลัสของเห็ดบางชนิดจะหลุดเป็นปลอก เห็ดหลายชนิดไม่มีแวนูลัส

5. **เยื่อหุ้มดอกเห็ด (Volva , Outer veil หรือ Universal veil)** เป็นเยื่อชั้นนอก เมื่อดอกเห็ดเจริญขึ้น ตอนบนของเยื่อจะแตกออกเพื่อให้หมวกและก้านยึดตัวสูงขึ้น เยื่อหุ้มคงค้างเป็นรูปถ้วยอยู่ที่โคน เช่น เห็ดฟาง บางชนิดเยื่อหุ้มไม่เป็นรูปถ้วย แต่เป็นเกล็ดรอบโคนก้าน บางชนิดมีเส้นใยหยากคล้ายเส้นด้ายทำหน้าที่ยึดดอกเห็ดให้ติดกับพื้น

6. **เนื้อในเห็ด (Context)** เนื้อที่อยู่ใต้ผิวหมวกและเนื้อในก้าน

7. **เยื่อหุ้มส่วนสร้างสปอร์ (Pericium)** เยื่อหุ้มสปอร์หรือเยื่อหุ้มดอกเห็ด

เห็ดเกิดชุกชุมตามธรรมชาติในฤดูฝน ตามป่า ทุ่งนา ทุ่งหญ้า พื้นดิน ต้นไม้ ขอนไม้ ส่วนใหญ่มีชีวิตอยู่ตามอินทรีย์วัตถุ เช่น กองปุ๋ยหมัก มูลสัตว์ พืชที่ตายแล้ว ทำให้เกิดการผุเปื่อยของอินทรีย์วัตถุเหล่านั้น เช่น บางชนิดเป็นพืชเบียนของต้นไม้ บางชนิดเกิดในดินจอมปลวก เช่น เห็ดโคน บางชนิดเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่ออยู่ร่วมกัน โดยเห็ดช่วยให้พืชสามารถใช้ธาตุในดินได้ดีขึ้น ส่วนพืชให้อาหาร ที่อยู่อาศัยและความชื้น เช่น เห็ดตับเต่า

ลักษณะวิสัยของเห็ดแต่ละชนิดแตกต่างกัน เกิดเป็นดอกเดี่ยว เป็นกลุ่มใหญ่ เป็นกลุ่มโคนชิดกัน หรือกระจายเป็นวงกลม บางชนิดขึ้นซ้อนกันเป็นชั้น หรือซ้อนติดเป็นเนื้อเดียวกัน ชนิดหลังนี้เกิดติดต่อกันหลายปีทำให้ดอกใหญ่ขึ้นทุกปี และไม่ผุเปื่อยเน่าไปเหมือนเห็ดชนิดอื่น ดังนั้น เห็ดจึงมีทั้งชนิดเน่าเร็วอยู่ได้ไม่นานและชนิดอยู่ได้หลายปี

การจัดแบ่งกลุ่มเห็ด

1. แบ่งตามถิ่นที่อยู่ (Habitat) และแหล่งอาหาร (Food source) ได้แก่

1.1 พวก Saprophytic mushrooms เป็นเห็ดที่เจริญเติบโตหรือได้อาหารจากการย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ โดยจุลินทรีย์หลายชนิดช่วยในการย่อยสลาย เช่น เห็ดสกุลนางรม เห็ดหอม เห็ดถั่ว เห็ดกระดุม เป็นต้น

1.2 พวก Parasitic mushrooms เป็นเห็ดที่เจริญเติบโตบนสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น เจริญบนพืชชั้นสูง ซึ่งมักจะเป็นเห็ดที่เป็นศัตรูพืช เช่น เห็ดในสกุล *Amillaria* และ *Ganoderma lucidum* (หลินจือ) เป็นต้น

1.3 พวก Mycorrhiza หรือ Symbiotic fungi ซึ่งไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้ ได้แก่

1.3.1 พวกที่เจริญเติบโตพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันกับรากพืชยืนต้น ซึ่งจัดเป็นพวก Ectomycorrhiza เห็ดที่รับประทานได้ที่เป็นพวก Mycorrhiza ส่วนใหญ่จะเป็น Ectomycorrhiza เช่น เห็ดตะไคเล่ หรือเห็ดหล่มขาว (สกุล *Russula*) เห็ดตับเต่าดำ (สกุล *Boletus*) เห็ด *Tricholoma Matsutake* เป็นต้น

1.3.2 พวกที่ส่วนของเส้นใยเจริญเติบโตอาศัยอยู่ในเซลล์ของรากพืช ไม่ค่อยพบในพวกเห็ดรับประทานได้ จัดเป็นพวก Endomycorrhiza

1.3.3 พวกที่เจริญเติบโตอยู่ระหว่างข้อ 1.3.1 และ 1.3.2

1.3.4 พวกที่มีแหล่งอาหารเฉพาะ เช่น เห็ดที่มีการเจริญสัมพันธ์กับแมลง ได้แก่ เห็ดโคน (สกุล *Termitomyces*) และพวก *Cordyceps*

2. แบ่งตามคุณสมบัติ ได้แก่

2.1 เห็ดที่รับประทานได้ (Edible mushrooms) มีกลิ่น รสและสีแตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งชนิดที่เพาะเลี้ยงได้ และเพาะเลี้ยงไม่ได้ เห็ดที่กินได้มีหลายชนิด เช่น เห็ดหอม เห็ดฟาง มีรสและกลิ่นหอม บางชนิดมีกลิ่นเหม็น เช่น เห็ดร่างแห บางชนิดมีรสขม เช่น เห็ดเสม็ด บางชนิดมีรสเผ็ดซ่า เช่น เห็ดขิง เห็ดซ่า เห็ดที่กินได้ส่วนมากมีเนื้ออ่อนนุ่มหรือกรอบกรุบน่ากิน จัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าเท่าเทียมผัก ดอกเห็ดมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 90 นอกนั้นเป็นโปรตีน ไขมัน กลีโคเจน และวิตามิน ซึ่งมีวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 มากกว่าชนิดอื่นๆ ยกเว้นเห็ดที่มีสีเหลืองซึ่งมีวิตามินเอมาก เห็ดจัดว่าเป็นอาหารที่ย่อยยาก ผู้ที่เป็นโรคกระเพาะอาหารไม่ควรกินมาก

2.2 เห็ดพิษ (Poisonous mushrooms) เห็ดที่รับประทานได้บางชนิด จัดเป็นเห็ดพิษได้ หากไม่รู้จักรับประทานที่ถูกต้อง และอาการที่เกิดจากการบริโภคเห็ดพิษมีหลายอย่างขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด ที่พบมาก ได้แก่ เห็ดในสกุลอะแมนิตา (Amanita) ในประเทศไทยพบหลายชนิด เช่น เห็ดระโงกหิน เห็ดไข่ตายซาก เห็ดเกล็ดขาว บางชนิดมีพิษทำให้เกิดอาการมึนเมาและอาเจียน เช่น เห็ดหัวกวรดครีบเขียวอ่อน บางชนิดถ้ากินเพียงเล็กน้อยทำให้เกิดภาพหลอนคล้ายเสพยาเสพติด เห็ดชนิดนี้เรียก เห็ดโอสถลงจิต (Hallucinogenic mushrooms) เช่น เห็ดขี้ควาย

2.3 เห็ดที่ใช้ประโยชน์ทางยา (Medicinal mushrooms) เช่น เห็ดหลินจือ และเห็ดที่รับประทานได้โดยตรงหลายชนิด มีคุณสมบัติทำให้ร่างกายแข็งแรง เช่น เห็ดหอม มีรายงานว่าดอกและสปอร์มีสารยับยั้งการเจริญของเชื้อไวรัส ที่ทำให้เกิดโรคไขหวัดใหญ่ เนื้องอก (ในหนูทดลอง) เป็นต้น

2.4 เห็ดที่มีคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น ใช้ทำสีย้อมผ้า



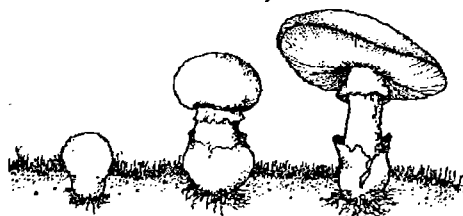
หลักการ

การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น คือ การสำรวจศึกษาวิเคราะห์ และเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเห็ดที่มีในท้องถิ่น เพื่อจำแนกประเภท และจัดทำฐานข้อมูลเห็ดที่มีในท้องถิ่น

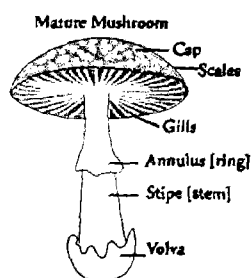
เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำประเภทรา จัดอยู่ในอาณาจักรโพรติสตา (Protista Kingdom) และอาณาจักรย่อยเทลโลไบออนตา (Thallobionta) หมวกเห็ดรา (Fungi) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีคลอโรพลาสต์ สังเคราะห์แสงปรุงอาหารเองไม่ได้ ต้องอาศัยอาหารจากอินทรีย์วัตถุ เช่น เศษซากพืชหรือสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

เห็ดขยายพันธุ์ด้วยสปอร์ (Spore)

เมื่อสปอร์ไปตกบริเวณพื้นที่ที่มีสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต สปอร์ก็จะเจริญเป็นเส้นใย แล้วพัฒนาเจริญขึ้นเป็นดอกเห็ดต่อไป



การเจริญเติบโตของเห็ด



ส่วนต่างๆ ของเห็ด

เห็ดมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน โดยทั่ว ๆ ไป เห็ดประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ 1) หมวกเห็ด 2) ครีบ 3) ก้าน 4) แอวนูลัส 5) เยื่อหุ้มดอกเห็ด 6) เนื้อในเห็ด และ 7) เยื่อหุ้มส่วนสร้างสปอร์

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถบอกชนิด และลักษณะของเห็ดที่สำรวจได้
2. นักเรียนสามารถค้นคว้าชื่อสามัญ และชื่อวิทยาศาสตร์ ของเห็ดที่สำรวจได้
3. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของเห็ดที่สำรวจ พร้อมระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกได้

เวลาที่ใช้ 3 คาบ (150 นาที)

วัสดุและอุปกรณ์

1. แบบสำรวจเห็ดในท้องถิ่น
2. ถุงพลาสติกขนาด 12 x 15 นิ้ว สำหรับเก็บตัวอย่างเห็ด
3. แม็กเย็บ พร้อมลวดเย็บ
4. กล้องถ่ายรูป พร้อมฟิล์มถ่ายรูป
5. หนังสือเห็ดเมืองไทย (อนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2539)
6. หนังสือเห็ดกินได้ และเห็ดมีพิษในประเทศไทย (ราชบัณฑิตยสถาน. 2539ก.)
7. แผ่นภาพเห็ดเมืองไทย

วิธีดำเนินการ

1. นักเรียนประชุมวางแผน กำหนดบริเวณที่จะทำการสำรวจเห็ดในท้องถิ่น
2. ทำการสำรวจ สังเกต และเก็บตัวอย่างของเห็ดใส่ในถุงพลาสติกที่เตรียมไว้
3. สอบถามหรือสัมภาษณ์ข้อมูลเกี่ยวกับเห็ดที่ทำการสำรวจได้ จากผู้รู้ แล้วบันทึกผลการสำรวจ
4. นำเห็ดและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจัดจำแนกประเภทพร้อมกันควาชื่อสามัญและชื่อวิทยาศาสตร์ของเห็ดที่ทำการสำรวจได้จากเอกสารที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ พร้อมสรุปลักษณะทั่วไปของเห็ดที่สำรวจได้
5. สรุปผลการสำรวจ เขียนรายงาน และนำเสนอผลงานการสำรวจ

แบบรายงานผลการสำรวจ
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1
เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น



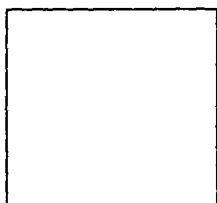
วัน/เดือน/ปี.....กลุ่มที่.....

ชื่อสมาชิก 1).....ชั้น.....เลขที่.....
2).....ชั้น.....เลขที่.....
3).....ชั้น.....เลขที่.....
4).....ชั้น.....เลขที่.....
5).....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์

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

ผลการสำรวจ



ภาพที่.....

ชื่อสามัญ (ภาษาไทย).....

(ภาษาอังกฤษ).....

ชื่อวิทยาศาสตร์

ชื่ออื่น ๆ

ลักษณะทั่วไป.....

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

สรุปผลการสำรวจ

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



แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น

1. เห็ดที่นักเรียนสำรวจได้มีกี่ประเภท อะไรบ้าง และนักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนก

.....

.....

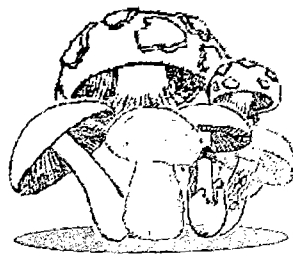
.....

.....

2. ให้นักเรียนค้นคว้าชื่อสามัญและชื่อวิทยาศาสตร์ของเห็ดที่พบตามธรรมชาติ (นอกเหนือจากเห็ดที่นักเรียนทำการสำรวจ) พร้อมกับบอกลักษณะทั่วไปของเห็ด จำนวน 5 ชนิด และบันทึกผลการค้นคว้าวลงในตาราง

ชนิดที่	ชื่อสามัญ		ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะทั่วไป
	ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ		
1				
				
				
				
				
2				
				
				
				
				
3				
				
				
				
				
4				
				
				
				
				
5				
				
				
				
				

This image shows a single sheet of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



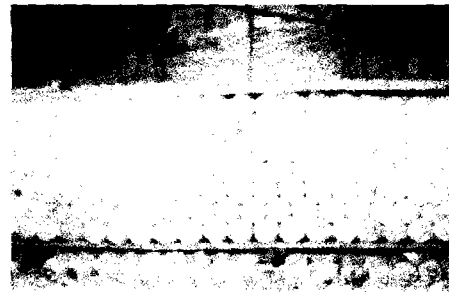
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2
เรื่อง
การผลิตเห็ดภูฐาน

ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน



สาระสำคัญ

การผลิตเชื้อเห็ดและการเพาะเห็ดเป็นวิธีการนำวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรที่ไม่มีค่า และราคาถูก กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ จึงทำให้การเพาะเห็ดนับวันมีความสำคัญมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งจัดเป็นประเทศที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดหลายชนิด ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรม จึงทำให้มีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างเหลือเฟือ เช่น ตอซังข้าว ตอซังข้าวโพด สิ่งเหล่านี้นำมาดัดแปลงในการเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี ที่สามารถเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวหรือยึดเป็นอาชีพหลัก อาชีพรองก็ยังได้ เนื่องจากการเพาะเห็ดจะใช้ระยะเวลาในการผลิตสั้นเห็นผลที่รวดเร็วและเห็ดมีสารอาหารประเภทโปรตีนสูง จึงเหมาะแก่การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและบริโภคเป็นอย่างดี



การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

ชนิดของเห็ดที่ใช้เพาะในถุงพลาสติก จะเป็นเห็ดที่พบได้ตามธรรมชาติ ที่มีการเจริญบนท่อนไม้ผุๆ เพราะเห็ดชนิดนี้สามารถใช้สารประกอบที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนในเนื้อไม้ เช่น พวกลิกนินเซลลูโลสไคโกลิน และลิกนิน ในกระบวนการย่อยอาหารของเห็ดเป็นแบบปล่อยน้ำย่อย หรือเอนไซม์ออกมาภายนอกเส้นใย เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ ๆ ให้เล็กลง ซึมเข้าไปในเซลล์ได้ จากนั้นกระบวนการย่อยของเห็ดจะดำเนินไปจนได้ดอกเห็ด

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกจึงเป็นการเลียนแบบจากธรรมชาติ ปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับชนิดของเห็ดแต่ละสายพันธุ์ เช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดหูหนู เห็ดขอน เห็ดครง เห็ดหอม เห็ดลม ฯลฯ เห็ดเหล่านี้สามารถใช้ไม้หรือผลิตภัณฑ์จากไม้เป็นวัสดุเพาะได้อย่างดี

การทำหัวเชื้อเห็ด เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขึ้นหนึ่ง ต้องมีการฝึกปฏิบัติให้ถูกต้องตามเทคนิคขั้นตอนจนเกิดความชำนาญ จึงจะได้เชื้อเห็ดที่มีคุณภาพ ดอกเห็ดที่จะมาใช้ทำพันธุ์ต้องเป็นดอกเห็ดสดใหม่ไม่เปียกน้ำ เป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์แข็งแรงไม่แก่และอ่อนเกินไป

การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ด ที่นิยมใช้กันมากคือ การเพาะเลี้ยงจากเนื้อเยื่อ เป็นการขยายพันธุ์เห็ดที่ทำง่าย สะดวกและจะได้สายพันธุ์เห็ดเหมือนสายพันธุ์เดิม แต่ต้องใช้เทคนิคการปลอดเชื้ออื่นปลอมปนในการขยายพันธุ์เห็ดจากเนื้อเยื่อ

1. วิธีการขยายพันธุ์เห็ด และการทำหัวเชื้อเห็ด

ขั้นตอนนี้สำคัญมากสำหรับผู้ประกอบการเพาะเห็ด ผลผลิตดอกเห็ดจะให้ผลผลิตดีหรือไม่ดี สายพันธุ์เชื้อเห็ดมีส่วนสำคัญมาก ถ้าได้สายพันธุ์ที่อ่อนแอ ซึ่งเกิดจากการคัดเลือกดอกที่มากทำพันธุ์ หรือการต่อเชื้อเห็ดหลายครั้งจนเชื้อเห็ดอ่อนแอลง จนทำให้ผลผลิตดอกเห็ดต่ำลง เพราะฉะนั้นผู้ประกอบการควรมีสายพันธุ์ของตัวเองและควรคัดเลือกจากดอกเห็ดใหม่ จะได้สายพันธุ์ที่แข็งแรงและให้ผลผลิตสูง สม่าเสมอ

ชนิดของจุลินทรีย์ที่สำคัญที่ต้องควบคุมในการทำเชื้อเห็ด

เชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบขึ้นปลอมปนกับเชื้อเห็ดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) เชื้อรา (Fungi) เนื่องจากเชื้อรามีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง โดยฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ เช่น เกาะไปกับฝุ่นละอองหรือติดไปกับอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ทำเชื้อเห็ด ตามปกติเชื้อราจะถูกฆ่าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับเชื้อเห็ดเชื้อราจะทนสภาพความเป็นกรดได้ดีกว่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรามีการงอกของเส้นใยคล้ายกับเชื้อเห็ดจึงชอบเจริญแข่งขันกับเชื้อเห็ดบนอาหารวุ้น P.D.A

2) เชื้อแบคทีเรีย (Bacteria) นับว่าเป็นปัญหามากที่สุดและเกิดบ่อยครั้ง เพราะเชื้อแบคทีเรียทนความร้อนได้ดี โดยเฉพาะถ้าอยู่ในรูปของสปอร์จะทนความร้อนได้ดีเป็นพิเศษ การนึ่งด้วยไอน้ำตามวิธีการธรรมดาไม่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ การฆ่าเชื้อพวกนี้จำเป็นต้องใช้หม้อนึ่งความดันโดยใช้ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20-30 นาที ใช้ในการนึ่งอาหารวุ้นหรือเมล็ดธัญพืชที่จะทำหัวเชื้อเห็ด เชื้อแบคทีเรียจะเจริญได้ดีในอาหารที่เปียกชื้น ถ้าเป็นอาหารที่แห้งพอหมาดๆ จะไม่ขึ้นมากนัก เชื้อเห็ดหรือเชื้อราจะเจริญได้ดีกว่า จากข้อได้เปรียบเสียเปรียบดังกล่าวนี้เห็ดจึงทำก่อนเชื้อเห็ดให้มีความชื้นเหมาะต่อการเจริญของเห็ดหรือไม่ขึ้นมากเกินไป เพราะการนึ่งก่อนเชื้อเห็ดด้วยหม้อนึ่งแบบลูกทุ่งไม่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ จึงจำเป็นต้องปรับความชื้นในวัสดุเพาะ ให้ไม่เหมาะต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียโดยใช้ความชื้นเป็นหลัก หลังจากนำก้อนเชื้อไปนึ่งด้วยวิธีการธรรมดาแล้ว พวกเชื้อราจะตายหมด พอใส่เชื้อเห็ดลงไปเชื้อเห็ดก็จะเจริญแข่งขันกับแบคทีเรีย การที่เชื้อเห็ดจะเจริญแข่งขันได้ดี จำเป็นต้องปรับความชื้นให้พอเหมาะหรือความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อเห็ดมากกว่าเชื้อแบคทีเรีย ถ้าก้อนเชื้อชื้นมากเกินไปจะทำให้เชื้อแบคทีเรียเจริญเติบโต ซึ่งมีผลทำให้ก้อนเชื้อเสียได้ง่าย

การจัดเชื้อปลอมปนในการเพาะเห็ด

ในการทำอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดจำเป็นต้องระมัดระวังเกี่ยวกับเชื้อปลอมปนเป็นพิเศษ เทคนิคต่างๆ ที่นำมาใช้ในการกำจัดเชื้อปลอมปนที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี

1) การกรอง นิยมใช้กับอาหารที่เป็นของเหลว โดยนำอาหารผ่านเครื่องกรองที่กำจัดเชื้อแล้ว เครื่องกรองประกอบด้วย แผ่นกรองที่สามารถกรองสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ได้ เช่น เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และเชื้อ จุลินทรีย์อื่นๆ การกรองส่วนมากใช้กับอาหารที่ไม่สามารถนำไปนึ่ง เพราะอาจทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี การกรองมักทำได้ช้ามาก บางครั้งจำเป็นต้องใช้เครื่องมือเข้าช่วย เทคนิคดังกล่าวจึงใช้กับอาหารจุลชีววิทยาที่ต้องเตรียมเป็นพิเศษสำหรับการวิจัยบางอย่างเท่านั้น เพราะอาหารอาจสลายตัวถ้าใช้วิธีการกำจัดเชื้อโดยวิธีการอื่น

2) การใช้สารเคมี การฆ่าเชื้อแบบนี้อาจใส่สารเคมีและสารเคมีจะสลายตัวไปภายหลัง เป็นวิธีการที่ไม่นิยมมากนัก และใช้กับการเตรียมอาหารบางชนิด ส่วนใหญ่ในงานด้านเพาะเห็ดนิยมใช้สารเคมีในการฆ่าเชื้อที่ติดมากับอุปกรณ์เชื้อเชื้อ หรือทำความสะอาดฆ่าเชื้อภายในตู้เชื้อเชื้อ

3) การใช้รังสี อาจใช้รังสีจากแสงอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) หรือรังสีพวกแกมมาก็ได้ พวกแสงอัลตราไวโอเล็ตส่วนมากจะใช้ในการฆ่าเชื้อภายในตู้เชื้อเชื้อ ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อที่อยู่ตามผิวนอกเท่านั้น เพราะแสงพวกนี้มีอำนาจในการทะลุทะลวงได้น้อย จึงทำให้มักเห็ดนิยมติดหลอดอัลตราไวโอเล็ตไว้ภายในตู้เชื้อเชื้อ ส่วนรังสีพวกแกมมาที่มีอำนาจในการทะลุทะลวงได้มากกว่ายังไม่นิยมนำมาใช้ในการเพาะเห็ดมากนัก

4) การใช้ความร้อนแห้ง การใช้ความร้อนแห้งในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์นิยมใช้ภาชนะหรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทนความร้อนแห้งได้ดี เช่น เครื่องแก้ว จานเปตริ แท่งแก้ว เข็มเขี่ย ฯลฯ ตามปกติแล้วจะใช้ตู้อบความร้อน (Hot air oven) โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส นาน 1½ -2 ชั่วโมง สำหรับเข็มเขี่ยเขี่ยนิยมใช้ฆ่าเชื้อจากเปลวไฟโดยตรง (Direct flame) เพราะปฏิบัติได้สะดวกกว่า โดยการลนไฟให้ปลายเข็มร้อนแดง

5) การใช้ความร้อนชื้น นิยมใช้กันมากสำหรับการเพาะเห็ด เนื่องจากอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อเห็ดมีน้ำเป็นส่วนประกอบจึงไม่สามารถใช้ความร้อนแห้งได้ เพราะอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อจะไหม้เกรียม การใช้ความร้อนชื้นเป็นการใช้อุณหภูมิเป็นพาหะนำความร้อนเข้าไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปะปนมากับอาหารเลี้ยงเชื้อ แต่การฆ่าเชื้อในก้อนปุ๋ยหมักไม่จำเป็นต้องใช้หม้อนึ่งความดันก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการฆ่าเชื้อบางอย่างที่มีผลเสียต่อเชื้อเห็ดเท่านั้น เรียกการฆ่าเชื้อแบบนี้ว่า พาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) มีการฆ่าเชื้ออีกแบบ เป็นการฆ่าเชื้อทุกชนิดให้ตายหมดโดยสิ้นเชิง ซึ่งนิยมใช้กับการเตรียมหัวเชื้อเห็ด เรียกการฆ่าเชื้อแบบนี้ว่า สเตอริไลส์ (Sterilization)

5.1 การฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ เป็นวิธีการหนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อรา เชื้อเห็ดชนิดอื่นๆ แมลง และสัตว์ที่มีขนาดเล็ก เพื่อไม่ให้เจริญแข่งขันหรือทำอันตรายแก่เชื้อเห็ด การนึ่งดังกล่าวส่วนใหญ่ใช้น้ำร้อนหรือน้ำเดือด โดยใช้ถังถึงหนึ่ง หรือถึงจาร์บี หรืออาจใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตรก็ได้ การนึ่งฆ่าเชื้อดังกล่าวใช้อุณหภูมิ 62.5 องศาเซลเซียส เวลาที่นึ่งอย่างต่ำ 2 ชั่วโมง

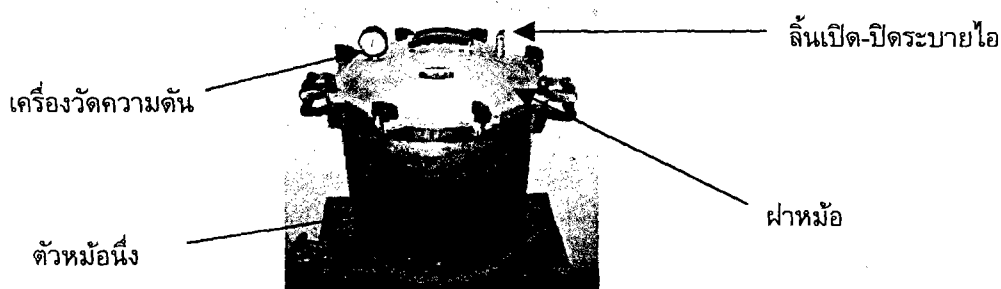
5.2 การนึ่งฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลส์ เป็นการนึ่งฆ่าเชื้อให้ตายหมดโดยสิ้นเชิง นิยมใช้ในการฆ่าเชื้อที่ติดมากับอาหารร่วน หรือเมล็ดข้าวฟ่าง เพื่อป้องกันเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียที่เจริญแข่งขันกับเชื้อเห็ด การฆ่าเชื้อแบบนี้จะใช้หม้อนึ่งที่ควบคุมความดันได้ เรียกว่า ออโตคลേฟ (Autoclave) ตามปกติแล้วจะใช้ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 121 องศาเซลเซียส นานอย่างน้อย 15 นาที ขึ้นอยู่กับอาหารและขนาดของสิ่งของที่จะนึ่ง ถ้าเป็นขวดอาหารร่วนหนึ่งนาน 20-30 นาที และถ้าเป็นขวดเมล็ดข้าวฟ่างจะนาน 30-40 นาที เป็นต้น

5.3 การนึ่งฆ่าเชื้อแบบทินดอลไลเซชัน (Tyndallization) เป็นวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อแบบ Sterilization โดยใช้หลักของทินดอล (Tyndol) ซึ่งใช้วิธีการนึ่ง 3 ครั้ง วิธีการก็คือนำสิ่งของที่จะนึ่งมานึ่งด้วยไอน้ำเดือด 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ 1 วัน ในวันที่ 2 เวลาเดิมให้นึ่งด้วยไอน้ำอีก 1 ชั่วโมง และในวันที่ 3 เวลาเดิมให้นึ่งครั้งที่ 3 ด้วยไอน้ำอีก 1 ชั่วโมง เป็นการนึ่งฆ่าเชื้อรา เชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ และเชื้อแบคทีเรียที่ไม่อยู่ในรูปของสปอร์ ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในรูปของ Vegetative cell จะไม่สามารถทนความร้อนได้ การนึ่งครั้งแรกจึงไม่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในรูปของสปอร์ได้ แต่การนึ่งครั้งแรกจะไปช่วยกระตุ้นสปอร์ของแบคทีเรียให้เจริญออกมาอยู่ในรูป Vegetative cell ซึ่งไม่ทนความร้อน การนึ่งครั้งที่สองจะช่วยเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้ได้หมด ยกเว้น สปอร์ที่มีความทนทานต่อความร้อนจริง ๆ ที่ถูกกระตุ้นด้วยการนึ่งครั้งแรกและยังไม่ยอมงอก พอถูกกระตุ้นครั้งที่สองก็จะงอกออกมาอยู่ในรูป Vegetative cell ดังนั้น ในการนึ่งครั้งที่สามอีก 1 ชั่วโมง จึงสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้หมด อย่างไรก็ตาม การนึ่งฆ่าเชื้อตามแบบนี้ใช้ได้ผลดีในประเทศที่มีอุณหภูมิต่ำที่เชื้อแบคทีเรียเจริญและสร้างสปอร์ได้ช้า จากการทดลองนึ่งสามครั้งตามวิธีการดังกล่าวในประเทศไทย พบว่าอาหารที่ได้มีเชื้ออื่นขึ้นปลอมปนเกือบ 100 % ทั้งนี้อาจเป็นเพราะประเทศไทยมีอุณหภูมิสูง ทำให้วงจรชีวิตของแบคทีเรียจะสั้นกว่าในประเทศที่มีอากาศหนาว จากการศึกษาค้นคว้า หลังจากนึ่งแล้ว 13 ชั่วโมง ทุกสปอร์ของแบคทีเรียจะงอกหมด และมีแบคทีเรียจำนวนมากจะสร้างสปอร์ใหม่ก่อนที่จะครบ 24 ชั่วโมง โดยแบคทีเรียรุ่นแรกจะสร้างสปอร์ใหม่ภายในเวลา 8 ชั่วโมง เท่านั้น ถ้าวรวมเวลาทั้งหมดหลังจากนึ่งครั้งแรกแล้วประมาณ

21 ชั่วโมง (13 ชั่วโมง + ชั่วโมงที่แบคทีเรียสร้างสปอร์) ดังนั้น ถ้านักเพาะเห็ดต้องการนั่งฆ่าเชื้อแบบกินคอล ควรใช้เวลา 3 ครั้ง และเวลาในการนั่งแต่ละครั้งควรห่างกัน 18-21 ชั่วโมง มิฉะนั้นแล้วสปอร์รุ่นใหม่จะเจริญเติบโต และสร้างสปอร์ที่ทนร้อนได้ อย่างไรก็ตาม การฆ่าเชื้อด้วยวิธีนี้เป็นการสิ้นเปลืองแรงงาน เปลืองเวลา และเชื้อเพลิง ที่สำคัญก็คือ อาหารที่จะใช้วิธีการนี้จะต้องมีสภาพเป็นกลาง ถ้าอาหารมีสภาพเป็นกรด หรืออาหารที่มีสภาพแตกตัวได้ง่ายและมีฤทธิ์เป็นกรดในขณะที่ให้ความร้อน พวกกรดต่างๆ จะไปไฮโดรไลส์ (Hydrolyze) พวกอาหารวุ้น ซึ่งเป็นพวกพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharides) ทำให้อาหารวุ้นเสียคุณสมบัติในการแข็งตัวและทำให้อาหารวุ้นเหลว ไม่สามารถนำมาใช้เลี้ยงเชื้อเห็ดได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเห็ด

1. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) เป็นหม้อหนึ่งที่ใช้สำหรับนั่งฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลส์ ตามปกติแล้วหม้อนึ่งความดันทำด้วยอะลูมิเนียมที่สามารถทนแรงกดดันได้เป็นพิเศษ จึงสามารถควบคุมความดันภายในหม้อได้



1.1) ส่วนประกอบของหม้อนึ่งความดัน

(1) ฝาหม้อ บนฝาหม้อหนึ่งจะมีที่จับ ซึ่งช่วยในการเปิด-ปิดฝาได้สะดวก และที่บริเวณขอบด้านข้างของฝาจะมีร่องสำหรับยึดฝาหม้อให้ติดแน่นกับตัวหม้อหนึ่ง

(2) ตัวหม้อหนึ่ง จะเป็นรูปทรงกระบอก ที่ขอบด้านบนของฝาจะมีหูสำหรับใช้ยึดติดกับฝาหม้อหนึ่ง

(3) หม้อชั้นใน หม้อหนึ่งที่มีขนาดใหญ่จะมีหม้อชั้นในที่สวมลงไป ในหม้อชั้นนอกได้พอดี แต่ถ้าเป็นหม้อขนาดเล็กจะไม่มีหม้อชั้นใน หม้อชั้นในมีไว้สำหรับใส่วัสดุ ภาชนะ หรืออาหารที่จะนึ่ง ที่บริเวณด้านข้างของหม้อชั้นในจะมีช่องสี่เหลี่ยมเล็กที่อยู่ด้านข้างยาวประมาณ $\frac{3}{4}$ ของหม้อชั้นใน ช่องดังกล่าวมีไว้สำหรับใส่สายท่อไอน้ำที่ติดอยู่กับฝาหม้อ

(4) ตะแกรง มีไว้สำหรับวางวัสดุที่จะนึ่งหรือหม้อชั้นใน ตะแกรงจะมีความสูงประมาณ 1-2 เซนติเมตร และมีขนาดที่สามารถวางภายในหม้อได้พอดี การใส่น้ำเวลาจะนึ่งให้ระดับของน้ำปริ่ม ๆ ตะแกรงพอดี

(5) เครื่องวัดความดัน (Pressure gauge) จะติดกับฝาหม้อด้านซ้ายมือ โดยจะมีหน้าปัดบอกความดันมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว ตั้งแต่ความดัน 0-30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว บางชนิดมีตัวเลขอุณหภูมิกำกับไว้ด้วย และที่ความดันตั้งแต่ระดับ 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้วขึ้นไปจะเป็นแถบสีเขียว ซึ่งเป็นระดับที่อันตราย ในการใช้หม้อหนึ่งความดันต้องไม่ใช้ความดันเกิน 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเด็ดขาด

(6) ลิ้นเปิด-ปิดระบายไอ (Control valve) ติดอยู่บนฝาหม้อ โดยจะอยู่ทางด้านขวามือของที่จับ ใช้ในการเปิด-ปิดระบายไอน้ำที่อยู่ในหม้อหนึ่ง ถ้าต้องการปิดไม่ให้ไอน้ำภายในหม้อระบายออกให้กดปุ่มด้านบนให้สัมพันธ์กับฝาหม้อ แต่ถ้าต้องการระบายไอให้ยกปุ่มขึ้นไอน้ำขึ้นตั้งฉากกับฝาหม้อไอน้ำภายในหม้อก็จะออกมา

(7) เซฟตี้วาล์ว (Safety valve) จะอยู่ด้านหลังของที่จับ มีลักษณะคล้าย น็อตที่บริเวณตรงกลางจะมีรูเล็กๆ ภายในรูตรงกลางน็อตจะมีตะกั่วชนิดพิเศษหลอมปิดอยู่ ถ้าความดันภายใน หม้อสูงมากเกินไปตะกั่วก็จะละลายทำให้ไอน้ำสามารถระบายออกได้ วิธีนี้เป็นการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากหม้อหนึ่งความดันระเบิดเพราะความดันภายในหม้อสูงเกินไป จึงเรียกตัวควบคุมนี้ว่า Safety valve

1.2) การใช้หม้อหนึ่งความดัน

เนื่องจากหม้อหนึ่งความดันมีราคาแพง ถ้าผู้ใช้รู้เท่าไม่ถึงการณ์อาจทำให้เกิด อันตรายขึ้นได้ จึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการใช้ให้ดีเสียก่อน และให้ปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ดังนี้

(1) ก่อนที่จะเริ่มหม้อต้องเตรียมวัสดุหรืออาหารที่จะนำไปให้ดีเสียก่อน โดยการใส่ในหม้อชั้นใน แต่ถ้าไม่มีหม้อชั้นในก็ให้ใส่โดยให้วางตะแกรงลงไปในหม้อ จากนั้นให้ใส่น้ำลงไปสักเล็กน้อยระดับปริมาตร ตะแกรง

(2) ให้อยกหม้อในส้อมลงไป ถ้าไม่มีก็ให้นำขวดอาหารหรือภาชนะที่จะ ใส่น้ำวางบนตะแกรงให้เรียบร้อย

(3) การปิดฝาหม้อหนึ่งให้สังเกตดูที่ฝาหม้อหนึ่งทุกใบจะมีตำหนิหรือเครื่องหมายเป็นรูปสามเหลี่ยมที่บริเวณด้านริมของฝา ในการปิดฝาดังกล่าวต้องให้หัวลูกศรของสามเหลี่ยมตรงกับ เครื่องหมายหรือตำหนิที่อยู่บริเวณขอบตัวหม้อหนึ่งด้านบน จึงทำให้ฝาและตัวหม้อปิดกันได้สนิท เวลานี้ไอน้ำ จะไม่รั่วออกมาทางด้านข้าง

(4) หลังจากปิดฝาแล้ว การขันน็อต (Bakelite wing nut) ของตัวหม้อให้ติด กับฝาหม้อก็มีความสำคัญ ให้ขันที่และคู่โดยให้อยู่ตรงข้ามกัน คล้ายการขันน็อตล้อรถยนต์เพื่อให้ฝาลงไป พร้อมกันจะช่วยให้น้ำแน่นดีขึ้น

(5) เมื่อปิดฝาเรียบร้อยแล้วให้ยกหม้อหนึ่งขึ้นตั้งไฟ ในระยะแรกของการ หนึ่งให้เปิดที่ระบายไอน้ำ เพื่อให้ไอน้ำอากาศที่อยู่ภายในหม้อออกให้หมด โดยสังเกตไอน้ำที่ถูกระบายออกมาจะต้อง เป็นสายค่อนข้างสม่ำเสมอ ถ้าไอน้ำที่ถูกระบายออกขาดเป็นช่วง ๆ แสดงว่าอากาศภายในยังถูกระบายออกไม่ หมด หรืออาจจะจับเวลาตั้งแต่ไอน้ำถูกปล่อยออกอย่างแรงประมาณ 5 นาที จึงทำการปิดที่ระบายไอน้ำ แสดงว่า ภายในหม้อเป็นสุญญากาศ ถ้าภายในหม้อมีอากาศอยู่จะทำให้ความดันที่อ่านค่าได้ผิดพลาดได้ง่าย หลังจากปิดที่ ระบายไอน้ำแล้วเพิ่มความดันก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนความดันภายในหม้อหนึ่งสูงประมาณ 15-17 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิภายในหม้อจะสูงประมาณ 121.5-125 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระดับความร้อนที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ได้ทุกชนิด ให้รักษาระดับความดันดังกล่าวไว้โดยการลดความร้อนจากเชื้อเพลิงจนความดันคงที่ ให้รอจนครบ กำหนดประมาณ 20-30 นาที จึงดับไฟที่ใช้น้ำ และค่อยๆ ระบายไอน้ำภายในหม้อออกมาจนถึงระดับ 0 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว จึงค่อยๆ คลายน็อตที่ยึดตัวหม้อกับฝา และนำวัสดุหรืออาหารที่หนึ่งออกจากหม้อหนึ่ง

2. หม้อหนึ่งแบบลูกทุ่ง

2.1) ส่วนประกอบของหม้อหนึ่งแบบลูกทุ่ง ตามปกติแล้วนักเพาะเห็ดนิยมใช้หม้อหนึ่ง แบบลูกทุ่งกันมากในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด เพราะช่วยให้ประหยัดและสามารถนึ่งได้คราวละมากๆ โดยดัดแปลงจาก ถังจาระบีที่มีฝาปิดพร้อมเข็มขัด หรืออาจจะใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ก็ได้ที่ฝาให้ใช้ตะปูขนาด 2 1/2 นิ้ว เจาะตรงกลางฝา 1 รู ส่วนภายในของหม้อหนึ่งแบบลูกทุ่งให้ทำตะแกรงสำหรับนึ่งสูงประมาณ 12-15 เซนติเมตร ภายในหม้อหนึ่งแบบลูกทุ่งอาจจะทำหม้อชั้นในส้อมอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้ถุงที่หนึ่งติดข้างหม้อหนึ่งและอาจ ไหม้เสียหายได้

2.2) วิธีการใช้หม้อหนึ่งลูกทุ่ง

(1) ให้วางตะแกรงลงไปบนหม้อหนึ่งลูกทุ่ง พร้อมกับเติมน้ำใส่ลงไปให้ระดับน้ำต่ำกว่าระดับตะแกรงเล็กน้อย จากนั้นให้สวมหม้อหนึ่งชั้นในที่มีลักษณะคล้ายตะแกรงลงไปถ้ามี แต่ถ้าไม่มีให้บุขอบด้านในด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ 2 ชั้น หรืออาจจะใช้ผ้าด้ายดิบเย็บให้มีลักษณะคล้ายถุงก็ได้ โดยให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับถัง และให้ใส่ถุงก่อนเชื้อที่จะนั่งลงไปและปิดฝา การที่ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์บุข้างถังชั้นใน เพื่อป้องกันไม่ให้ถุงก่อนเชื้อที่หนึ่งเปื้อนสนิมหรือถูกไฟไหม้ข้างถัง

(2) เมื่อเตรียมขั้นตอนต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วให้จุดไฟต้มน้ำให้เดือด เพื่อให้ไอน้ำไปผาเชื้อต่างๆ ภายในถุง และให้จับเวลานับตั้งแต่ไอน้ำพุ่งออกจากรูที่เจาะไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง โดยรักษาเปลวไฟให้สม่ำเสมอ แต่ถ้าเป็นหม้อหนึ่งที่บรรจุถุงก่อนเชื้อได้ตั้งแต่ 1,000 ถุงขึ้นไป ควรใช้เวลาประมาณ 4-5 ชั่วโมง

3. ตู้เขี่ยเชื้อ

เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างหนึ่งที่ใช้ในการเขี่ยเชื้อ เพราะในสภาพบรรยากาศทั่วไปจะมีเชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อจุลินทรีย์ ที่มีขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ตู้เขี่ยเชื้ออาจทำง่าย ๆ โดยใช้ไม้อัดทำหีบ แต่บริเวณด้านหน้าให้ใช้แผ่นกระจก เพื่อที่จะสามารถมองเห็นการปฏิบัติภายในตู้ได้สะดวกที่บริเวณ



ช่องดังกล่าวอาจจะใช้ผ้าปูก็ได้ ส่วนด้านบนของตู้เขี่ยเชื้อควรมีช่องให้ลมหรืออากาศระบายเข้าออกได้ ภายในตู้เขี่ยเชื้ออาจติดหลอดดูดตัวไอโอเล็ด เพื่อช่วยฆ่าเชื้อภายในตู้เขี่ยเชื้อด้วยก็ได้ ก่อนใช้ตู้เขี่ยเชื้อควรอบตู้ด้วยควันที่เกิดจากการหยอดฟอรัลลินลงบนด้านทับทิมประมาณ 2-3 ชั่วโมง และทิ้งตู้ไว้ประมาณ 4-5 วันก่อนใช้งาน แต่ถ้าเป็นกรณีเร่งด่วนอาจใช้แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้น 70 % ฉีดพ่นภายในตู้เขี่ยเชื้อก่อนใช้งานก็ได้

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเขี่ยเชื้อ

4.1) เข็มเขี่ยเชื้อ

ตามปกติด้ามของเข็มเขี่ยอาจจะทำด้วยอลูมิเนียมหรือแท่งแก้วก็ได้ ส่วนหลอดเข็มเขี่ยควรทำจากโลหะที่ผสมนิเกิลและโครเมียม ซึ่งเรียกว่า หลอดนิโครม (Nichrome wire) หลอดพวกนี้มีคุณสมบัติเย็นและร้อนเร็ว เข็มเขี่ยเชื้อที่ใช้กันมีอยู่ 3 แบบ คือ



(1) เข็มที่ใช้ตัดเนื้อเยื่อ เป็นเข็มที่มีความคมมากกว่าเข็มธรรมดา ที่บริเวณปลายเข็มจะหักงอตั้งฉากกับตัวเข็ม เพื่อสะดวกในการตัดและจิกเนื้อเยื่อออกได้ดี

(2) เข็มเขี่ยที่ใช้แยกสปอร์แบบห่วงหรืออาจเรียกว่า ลูป (Loop) ส่วนมากจะใช้หลอดนิโครมเส้นเล็กกว่าเข็มตัดเนื้อเยื่อ โดยตัดที่ปลายเข็มให้เป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4-5 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่ใช้ในการแยกสปอร์ เชื้อเชื้อยีสต์ เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราชนิดอื่นๆ

(3) เข็มเขี่ย ใช้แยกเนื้อเยื่อเห็ดเห็ดเห็ด เป็นเข็มเขี่ยอีกชนิดหนึ่งที่ดัดแปลงมาจากเข็มที่ใช้ตัดเนื้อเยื่อ โดยการทุบบริเวณปลายเข็มให้แบนและงอให้ตั้งฉากเช่นกัน ซึ่งเหมาะที่จะใช้ขูดเนื้อเยื่อจากเห็ดเห็ดเห็ด

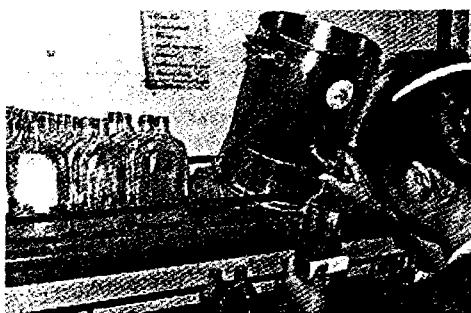
4.2) ตะเกียงแอลกอฮอล์ ตัวตะเกียงอาจทำด้วยอะลูมิเนียมหรือแก้วก็ได้ พร้อม กับมีฝาครอบ ใช้สำหรับเผาเข็มเขี่ยเชื้อให้ร้อนแดง โดยใช้เชื้อเพลิงจากแอลกอฮอล์ 95 % เพราะจะไม่เป็น เขม่าจับเข็มเขี่ย หลังจากการปฏิบัติแต่ละครั้งจำเป็นต้องใช้ฝาครอบตะเกียงไว้เพราะถ้าไม่ครอบแอลกอฮอล์ก็ จะระเหยสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

4.3) แอลกอฮอล์(Alcohol) แอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำเชื้อเห็ดที่ใช้กันมี 2 ชนิด คือ

(1) เมทิลแอลกอฮอล์ (Methyl alcohol) หรือแอลกอฮอล์ที่ใช้จุดไฟ สำหรับฆ่าเชื้อเข็มเขี่ยได้อย่างเดียว ซึ่งหาซื้อได้ตามร้านทั่วไป แอลกอฮอล์ประเภทนี้เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ด้วย เพราะเป็นแอลกอฮอล์ที่ได้จากสารอนินทรีย์

(2) เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) เป็นแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการฆ่า เชื้อโรค มีจำหน่ายตามร้านขายยา และร้านขายยาเคมีภัณฑ์บางแห่งเท่านั้น แอลกอฮอล์พวกนี้ถ้าบริสุทธิ์จะ ไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ จำเป็นต้องทำให้เจือจางโดยนำมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนแอลกอฮอล์ต่อน้ำประมาณ 3: 1 โดยปริมาตร จึงสามารถนำมาฆ่าเชื้อได้อย่างดี แต่ถ้าเป็นแอลกอฮอล์ที่มีจำหน่ายตามร้านขายยาจะเป็น แอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นประมาณ 70 % เท่านั้น

อาหารเลี้ยงเชื้อเห็ด



อาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดจากเนื้อเยื่อดอกเห็ด จะใช้ อาหารวุ้น P.D.A เห็ดทุกชนิดจะเจริญได้ดีในอาหาร นี้ อาหารวุ้นนับว่ามีความสำคัญมากในการนำมา เลี้ยงเชื้อเห็ด เชื้อรา เชื้อยีสต์ ฯลฯ อาหารวุ้นพวกนี้ อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า พี.ดี.เอ (P.D.A) ชื่อย่อมา จาก Potato Dextrose Agar ส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ มันฝรั่ง น้ำตาลเด็กโตรส และวุ้นทำขนม เชื้อ เห็ดทุกชนิด

สามารถเจริญได้ดีในอาหารนี้ การแยกเชื้อเห็ดจากเนื้อเยื่อ การเก็บรักษาเชื้อเห็ดไว้ หรือการเพิ่มปริมาณเชื้อ เห็ด ต้องใช้อาหารวุ้น P.D.A. เสมอ ส่วนผสมที่สำคัญ ได้แก่

มันฝรั่ง (Potato)	200-300	กรัม
น้ำตาล (Dextrose)	18-20	กรัม
วุ้นทำขนม (Agar)	18-20	กรัม
น้ำสะอาด	1,000	ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีทำ

มันฝรั่งปอกเปลือกล้างให้สะอาด แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 1x1x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือขนาดลูกเต๋า ไม่ควรหั่นเป็นชิ้นบางมากเวลาต้มจะละลายต่อการกรองเอากากออก นำมันฝรั่งนี้ต้มกับน้ำ สะอาด 1 ลิตร น้ำต้องสะอาดไม่เป็นกรดหรือด่าง ต้มให้เดือดเบา ๆ นาน 10-15 นาที ไม่ต้องคนหรือกวน แล้ว กรองแยกกากมันฝรั่งออก นำต้มมันที่ได้ต้องเติมน้ำลงไปอีกให้ครบ 1 ลิตร จะมีน้ำส่วนหนึ่งสูญหายไประหว่าง การต้ม เติมวุ้น 18-20 กรัม (วุ้น คือ วุ้นสำหรับทำขนมจะอยู่ในรูปของวุ้นผง หรือเส้นใช้ได้เหมือนกัน) การใส่ วุ้นต้องค่อยโรยลงไป พร้อมกวนตลอดเวลาเพื่อป้องกันวุ้นเกาะกันเป็นก้อน นำไปต้มอีก ต้องกวนตลอดเวลา พอเริ่มจะเดือด วุ้นก็จะละลายหมด เติมน้ำตาลเด็กโตรส 18-20 กรัม กวนให้ทั่วก็จะได้อาหาร P.D.A

นำอาหารวัน P.D.A ใส่ลงในขวดแบน ให้สูงจากก้นขวดประมาณ 1 เซนติเมตร ระวังไม่ให้อาหารและเบื่อนปากขวด ควรใช้กรวยที่มีก้านยาวหรือหม้อสำหรับกรอกอาหารที่มีสายต่อลงในปากขวดได้ อุดจุกปากขวดด้วยสำลีให้แน่นพอประมาณ ใช้กระดาษห่อทับสำลีอีกชั้นหนึ่ง รัดด้วยหนังยาง อาหารวันที่ใส่ขวดนี้ยังมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ อยู่มากมายการต้มเดือดไม่สามารถที่จะฆ่าเชื้อได้ทั้งหมด จึงต้องนำไปนิ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดด้วยหม้อหนึ่งความดันไอน้ำอีกครั้งหนึ่ง

2. การขยายพันธุ์เห็ดจากเนื้อเยื่อต้องใช้เทคนิคและวิธีการอย่างถูกต้อง

การทำเชื้อเห็ดทุกชนิดจำเป็นต้องใช้เทคนิคปราศจากเชื้อปลอมปน (Aseptic condition technique) เพราะถ้ามีเชื้อชนิดอื่นปนเปื้อนกับเชื้อเห็ด ก็จะทำให้เกิดการแข่งขันแย่งอาหารกับเชื้อเห็ด และเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดอาจสร้างสารที่เป็นอันตรายกับเชื้อเห็ดได้ การเลี้ยงเชื้อเห็ดจึงจำเป็นต้องใช้เชื้อบริสุทธิ์ (Pure culture) เท่านั้น การปลอมปนดังกล่าวนอกจากจะเป็นพวกเชื้อจุลินทรีย์แล้ว ยังรวมถึงการปนเปื้อนของสารเคมีอีก (Chemical contamination) ได้แก่ พริกยาสีขาว แผลง ยาฆ่าเชื้อรา หรือสารพิษอื่นๆ ที่ติดมากับอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อเห็ด ในการทำเชื้อเห็ดจำเป็นต้องระมัดระวังเกี่ยวกับการปลอมปนอย่างมาก มีขั้นตอนและอุปกรณ์ดังนี้

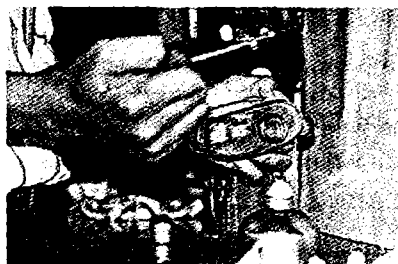
อุปกรณ์

ประกอบด้วย เข็มเย็บเชื้อ ตะเกียงแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ จุกไฟ อาหารเลี้ยงเชื้อ P.D.A. และดอกเห็ดตามสายพันธุ์ที่ต้องการ

วิธีการตามเทคนิคการปลอดเชื้อ ควรปฏิบัติ ดังนี้

1. จับเข็มเย็บเชื้อที่ด้ามจับ จับเหมือนจับดินสอหรือปากกา
2. นำปลายเข็มเย็บเชื้อไปลงไฟที่ตะเกียงแอลกอฮอล์ ให้ปลายเข็มร้อนแดง แล้วจึงค่อย ๆ เลื่อนมาลงไฟด้ามจับเล็กน้อย แล้วถือไว้ประมาณ 15 วินาที จึงทำการเย็บเชื้อ
3. ใช้มือฉีกดอกเห็ดออกเป็น 2 ส่วน ให้ผ่านก้านดอกเห็ดใช้เข็มค่อย ๆ เย็บเนื้อเยื่อบริเวณก้านดอกให้หลุดออกมา แล้วใช้เข็มเย็บจิกชิ้นเนื้อเยื่อออกมา
4. วางดอกเห็ดลง แล้วจับขวดอาหาร P.D.A ใช้นิ้วก้อย มือที่ถือเข็มเย็บเชื้อ จับจุกสำลีที่ปิดปากขวด (ห้ามวางจุกสำลี หรือไปสัมผัสสิ่งอื่นเด็ดขาด) นำปากขวดลงไฟที่ตะเกียงเล็กน้อยเพื่อฆ่าเชื้อ
5. ค่อย ๆ สอดเข็มเย็บเชื้อที่มีชิ้นเนื้อเยื่อติดอยู่ที่ปลายเข็ม วางลงบนผิวหน้าอาหารวัน P.D.A แล้วนำเข็มเย็บเชื้อออก
6. ลนปากขวดอีกครั้ง ปิดจุกสำลีเหมือนเดิม แล้วห่อหุ้มด้วยกระดาษอีกครั้งหนึ่ง
7. นำขวดอาหารวันที่มีเนื้อเยื่อตั้งไว้ในห้องที่อุณหภูมิประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส โดยบ่มขวดไว้ประมาณ 10-15 วัน ก็จะเห็นเส้นใยเห็ดเจริญบนผิวหน้าอาหารวัน
8. เมื่อได้เส้นใยเห็ดแล้ว ถ้าต้องการเชื้อเห็ดจำนวนมากก็สามารถต่อเชื้อ โดยตัดชิ้นวันที่มีเส้นใยเห็ดเจริญอยู่ ใส่ลงในขวดอาหารวันใหม่ เพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนเชื้อให้มากขึ้น แต่ไม่ควรต่อเกิน 4 ครั้ง จะทำให้เส้นใยอ่อนแอ และทำให้ผลผลิตลดลง

การปฏิบัติงานเย็บเชื้อเห็ดโดยเทคนิคปลอดเชื้อ ควรทำในห้องที่สะอาด ไม่มีลมพัดแรง หรืออาจจะทำในตู้สำหรับเย็บเชื้อ เป็นการป้องกันการปลอมปนจากเชื้ออื่นได้





เนื้อเยื่อเห็ดบนอาหารวัน P.D.A



เส้นใยเห็ดฐานที่แพร่เต็มขวดอาหารวัน P.D.A

3. การเลี้ยงเชื้อเห็ดบนเมล็ดธัญพืช

เป็นการขยายจำนวนเชื้อเห็ดให้ได้จำนวนมากขึ้น และสะดวกต่อการปฏิบัติงาน ถ้าใช้เส้นใยเห็ดโดยตรงจากอาหารวัน การปนเปื้อนจากเชื้ออื่น ๆ จะมีมาก เพราะในชั้นวันมีอาหารที่ค้างง่ายต่อการเจริญของเชื้ออื่นได้อย่างดี จะมีผลเสียต่อการดำเนินงาน ต่อการผลิตดอกเห็ด

ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดธัญพืช

1. เมล็ดธัญพืชที่นิยมใช้คือ เมล็ดข้าวฟ่าง เพราะราคาถูก หาได้ง่าย มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสม และมีขนาดเมล็ดที่พอดีสำหรับการเจริญของเส้นใยเห็ดได้ทั่วถึง นำเมล็ดข้าวฟ่างมา แช่น้ำ คัดเมล็ดที่ลอยน้ำออกทิ้ง แล้วแช่ไว้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง

2. นำมาต้มหรือหนึ่งให้สุกพอดี ดูได้จากผิวข้างนอกของ เมล็ดจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีแดงเข้ม ถ้าผ่าซีกเมล็ดออกจะเห็นในเมล็ดยังมีแป้งดิบอยู่บ้าง เป็นการต้มแบบสุก ภายนอก ดิบภายใน ห้ามต้มจนเมล็ดแตก จะทำให้มีน้ำมาก ความชื้นจะสูง จะมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

3. เทน้ำออก แล้วนำมาผึ่งลมหรือใช้พัดลมเป่าให้แห้งหมาดๆ จะทำให้ความชื้นภายนอกเมล็ดที่เป็น ความชื้นส่วนเกินลดลง

4. กรอกใส่ขวดประมาณครึ่งขวด แล้วอุดจุกด้วยสำลี ไข่กระต่ายหุ้มจุกสำลี ไข่ยางรัดคอขวด เพื่อ ป้องกันจุกสำลีเปียกในขณะหนึ่งฆ่าเชื้อ

5. นำขวดบรรจุเมล็ดข้าวฟ่างใส่ลงไปให้เต็มความดันในน้ำ โดยหนึ่งใช้ความดัน 15 ปอนด์ตารางนิ้ว นาน 15-20 นาที เมื่อครบเวลาปิดไฟหม้อหนึ่ง รอให้ความดันภายในหม้อหนึ่งลดลงถึงศูนย์จึงเปิดฝา นำขวดออกมา ก็จะได้เมล็ดข้าวฟ่างหนึ่งฆ่าเชื้อโดยไม่มีเชื้อใดๆ เหลืออยู่ เมื่ออุณหภูมิภายในขวดลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง ก็นำไป เชื้อเห็ดได้

6. การเชื้อเห็ดลงในเมล็ดข้าวฟ่าง ต้องอาศัยเทคนิคปลอดเชื้อเหมือนกับการเลี้ยงเชื้อเห็ดจากเนื้อเยื่อ ดอกเห็ด ดังที่กล่าวไว้

ขั้นตอนการเชื้อเชื้อลงในขวดเมล็ดข้าวฟ่าง

1. นำขวดที่มีเส้นใยเห็ดเจริญเต็มผิวหน้าอาหาร โดยเส้นใยเห็ดต้องไม่แก่จนเกินไป ซึ่งดูจากสีของ เส้นใย และการรวมตัวของเส้นใยเห็ด

2. เผลาเข็มเชื้อจนปลายเข็มร้อนแดง เลื่อนมาลง ต่ำมถึงเล็กน้อย



3. เปิดจุกลำลี้ด้วยนิ้วก้อย ถือลำลี้ไว้จนไฟปากขวดแล้วนำเข็มเย็บเชือกตัดชั้นวันที่มีเส้นใยเห็ดเจริญ อยู่ขนาด 1x1 เซนติเมตร ออกมาจนปากขวดปิดจุกลำลี้

4. จับขวดเมล็ดข้าวฟ่าง เขย่าให้เมล็ดแยกออกจากกัน เปิดจุกลำลี้เช่นเดียวกับวิธีการที่กล่าวมา นำชั้นวันที่ตัดออกมา โดยติดอยู่ปลายเข็มเย็บเชือก ค่อยๆ สอดลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง ลงไฟที่ปากขวด ปิดจุก ลำลี้ ห่อกระดาษเช่นเดิม นำขวดไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาประมาณ 7-10 วัน เส้นใยเห็ดก็จะเจริญเต็ม เมล็ดข้าวฟ่างภายในขวดก็สามารถนำไปปลูกลงในถุงขี้เลื่อยเพื่อเพาะดอกเห็ดต่อไป

ถ้าต้องการใช้เชื้อเห็ดเร่งด่วน แต่เส้นใยยังไม่เต็มเมล็ดข้าวฟ่าง อาจจะเย็บเชือกได้ 3-4 วัน มีเส้นใย เห็ดเล็กน้อย ให้เขย่าขวดเมล็ดข้าวฟ่าง เชื้อเห็ดจะกระจายไปทั่วทั้งขวด อีก 1-2 วัน เส้นใยเห็ดจะเจริญทั่วก็ สามารถนำไปใช้ได้ แต่จะมีข้อเสียถ้ามีการปนเปื้อนจากเชื้ออื่นอยู่ภายในขวดเมล็ดข้าวฟ่างจะดูไม่ออก



เส้นใยเห็ดที่ต่อจากเชื้อวันเจริญบนเมล็ดข้าวฟ่าง

4. การเตรียมถุงขี้เลื่อยเพื่อใช้เพาะดอกเห็ด

จากขั้นตอนที่กล่าวมายังไม่สามารถได้ดอกเห็ดตามความต้องการ เมื่อได้เส้นใยเห็ดเจริญในเมล็ดข้าว ฟ่างแล้ว ต้องนำมาเพาะให้ได้ดอกเห็ดในวัสดุที่เห็ดสามารถใช้อาหารในวัสดุนั้นๆ ให้เกิดดอกเห็ดได้ ผู้ผลิตเห็ดจะ นิยมใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา เพราะเป็นขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน เห็ดสามารถนำอาหารจากเนื้อไม้ไปใช้ในการเจริญ เติบโตเป็นดอกเห็ดได้เป็นอย่างดี โดยไม่ต้องผ่านการหมักเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายและมีราคาถูก สะดวกต่อการ ใช้งาน ในการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก จะมีการผสมอาหารเสริมอื่นๆ ลงไปในขี้เลื่อย ตามความต้องการของ เห็ดที่ใช้เป็นอาหารในการสร้างดอกเห็ดขึ้นมา

สูตรผสมขี้เลื่อยที่ใช้ในการเพาะเห็ด

ในธรรมชาติแล้วเห็ดเหล่านี้สามารถใช้ประกอบของเนื้อไม้ ใช้ในการเจริญสร้างดอกเห็ดได้เลย แต่ใน การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกเป็นการเพิ่มผลผลิตเห็ดในธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มธาตุอาหารเพื่อให้ การเจริญเติบโตของดอกเห็ดให้ได้ผลดีกว่าการเกิดเองตามธรรมชาติ

สูตร 1 ประกอบด้วย

ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	100	กิโลกรัม
รำละเอียด	6	กิโลกรัม
น้ำสะอาด	60	กิโลกรัม

* ในการนี้ที่ขี้เลื่อยใหม่ไม่มีการเก็บค้างไว้นานเกิน 6 เดือน

สูตร 2 ประกอบด้วย

ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	100	กิโลกรัม
รำละเอียด	5	กิโลกรัม
ปูนขาว	1	กิโลกรัม
ดีเกลือ	0.3	กิโลกรัม และ น้ำ 60 กิโลกรัม

* ในการนี้ที่ขี้เลื่อยเก่าเก็บไว้นานเกิน 6-8 เดือน หรือจำเป็นต้องเพิ่มธาตุอาหารที่สูญเสียไป



ถุงก้อนเชื้อขี้เลื่อยไม้ยางพารา

สูตรที่ 3 ประกอบด้วย



ถุงก่อนเชื้อฟางข้าวสับ

ฟางข้าวสับ (ยาว 1-2 นิ้ว)	100	กิโลกรัม
ปุ๋ย (16-20-0)	1	กิโลกรัม
ดีเกลือ	200	กรัม
ปูนขาว	1	กิโลกรัม
ความชื้น	70-75	%

สูตรการผสมขี้เลื่อยนี้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตดอกเห็ด เห็นความเหมาะสม อาจจะมีการดัดแปลงตามความต้องการที่เกิดจากความสามารถและความชำนาญเอง จะมีผลต่อการผลิตดอกเห็ดด้วย

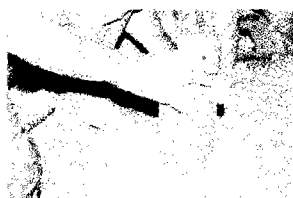
1. การผสมตามสูตร เมื่อผู้ผลิตกำหนดสูตรที่ต้องการได้แล้ว ให้ผสมตามสูตร นำเป็นส่วนผสมส่วนหนึ่ง ให้ผสมเป็นส่วนสุดท้าย เนื่องจากต้องการให้ส่วนผสมอื่นๆ ผสมเข้ากันก่อน การเติมน้ำจะกำหนดแน่นอนไม่ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพของขี้เลื่อย การเก็บรักษา การขนส่งมีส่วนทำให้ความชื้นในขี้เลื่อยเปลี่ยนแปลงได้ เพราะความชื้นมากหรือน้อยในขี้เลื่อยจะมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด ให้มีความชื้นในขี้เลื่อยประมาณ 60-70 % การทดสอบความชื้นของส่วนผสมขี้เลื่อยทำได้โดยวิธีง่ายๆ เมื่อผสมน้ำคลุกกับขี้เลื่อยแล้ว ใช้มือกำขี้เลื่อยแล้วบีบเต็มแรง ถ้าพบว่ามีน้ำไหลออกตามง่ามมือ แสดงว่าส่วนผสมชื้นมากเกินไป ถ้าบีบเต็มแรงแล้ว เมื่อแบมือออกมา ส่วนผสมขี้เลื่อยแตกกระจาย แสดงว่าแห้งเกินไป ในลักษณะของความชื้นที่เหมาะสม คือ ถ้าบีบส่วนผสมขี้เลื่อยแล้ว พบว่าไม่มีน้ำไหลออกจากง่ามนิ้วมือ เมื่อแบมือออก ส่วนผสมยังจับกันเป็นก้อน คือ ลักษณะพอดีของการผสมน้ำเพื่อให้ได้ความชื้นพอดีของการเจริญของเส้นใยเห็ดในถุงพลาสติก

ถ้าเป็นฟางต้องทำการหมักฟางก่อน โดยการฉีบน้ำที่กองฟางให้เปียกให้ทั่ว จากนั้นให้ผสมปุ๋ยเคมี สูตร 16-20-0 ลงไป พร้อมกับดีเกลือและคลุกกองฟางให้ทั่วพร้อมกับกองหมักเอาไว้ ให้กลับกองฟางหมักในวันที่ 3 และวันที่ 6 ส่วนวันที่ 7 ให้กลับกองฟางอีกพร้อมกับใส่ปูนขาวอีก 1 กิโลกรัม ทิ้งไว้อีก 1-2 วัน จึงบรรจุลงถุงพลาสติกทนร้อน การใส่ปูนขาวครั้งหลังเพื่อปรับความเป็นกรดที่เกิดจากแอมโมเนียให้เป็นกลาง ถ้าในฟางหมักมีแอมโมเนียตกค้างอยู่มาก ๆ จะเป็นอันตรายต่อเห็ดที่เพาะทำให้เห็ดชะงักการเจริญเติบโต

2. การบรรจุถุงพลาสติก เมื่อผสมขี้เลื่อยได้ตามสูตรแล้ว นำบรรจุในถุงพลาสติกที่ใช้เพาะเห็ดเป็นถุงทำด้วยพลาสติกทนร้อนขนาดกว้าง 6 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว พับด้านข้างเป็นถุงจีบทั้ง 2 ด้าน เมื่อขยายถุงออกเป็นทรงกลม บรรจุส่วนผสมขี้เลื่อยลงในถุงพลาสติก อัดให้แน่นพอประมาณ ทดสอบได้โดยการบีบถุงให้ถุงยุบลงไปเล็กน้อย ขี้เลื่อยไม่แตกแยกออกจากกัน ไม่ควรอัดถุงแน่นจนบีบถุงไม่ลง จะมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดและการเกิดดอกเห็ด

3. เมื่ออัดขี้เลื่อย หรือ ฟางข้าวลงในถุงแล้ว ให้สวมคอขวดพลาสติกที่ปากถุง รัดหนังยางอุดจุกด้วยสำลี ห่อหุ้มจุกด้วยกระดาษรัดหนังยางแล้วนำไปนั่งฆ่าเชื้อต่อไป

4. การนั่งฆ่าเชื้อขี้เลื่อย หรือฟางข้าวในการเพาะเห็ด เป็นการนั่งแบบใช้ไอน้ำอุณหภูมิประมาณ 110 องศาเซลเซียส เวลาใช้ในการนั่งประมาณ 3-4 ชั่วโมง แล้วแต่จำนวนถุงขี้เลื่อยที่บรรจุในหม้อหนึ่งและขนาดของหม้อหนึ่ง



ขั้นตอนการบรรจุวัสดุหมักลงถุงพลาสติก

5. การปลูกเชื้อและการบ่มเชื้อเห็ดในถุงขี้เลื่อย หรือฟางข้าว หรือวัสดุเพาะ

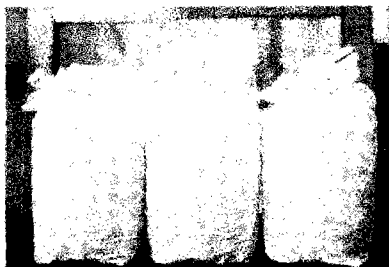
เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ถ้าเกิดการปฏิบัติการไม่ถูกต้องจะทำให้เสียหายได้

1. สถานที่ควรทำในห้องสะอาดปิดสนิท ทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ ลมสงบ ถ้าติดเครื่องกรองอากาศก่อนเข้าภายในห้องจะทำให้การเสียหายน้อยลง เตรียมถุงขี้เลื่อย และเชื้อเห็ดให้พร้อมก่อนเข้าไปทำงานห้องนี้

2. เชื้อเห็ด เชื้อเห็ดที่เจริญในขวดเมล็ดข้าวฟ่างจนทั่ว และไม่มี การปนเปื้อนจากเชื้ออื่น เชย้าหรือเคาะขวดให้เมล็ดข้าวฟ่างกระจายสม่ำเสมอ แกะกระดาษหุ้มปากถุง ดึงจุกสำลีออกมา ลนไฟฆ่าเชื้อที่ปากขวด เคาะเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่างใส่ลงไปในปากถุงอุดจุกสำลีหรือกระดาษให้ เหมือนเดิม ในการปฏิบัติควรใช้คน 2 คน จะทำงานได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น หัวเชื้อเห็ด 1 ขวด จะใส่ได้ประมาณ 40-50 ถุง โดยใส่ถุงละประมาณ 20-30 เมล็ด การปฏิบัติในขั้นตอนนี้ถ้าทำได้เร็วการเสียหายจะลดลง

6. การบ่มเชื้อเห็ด

เชื้อเห็ดจะเจริญเต็มถุงก่อนเชื้อประมาณ 25-30 วันโดยการบ่มถุงไว้ในห้องอากาศถ่ายเทที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียสระวัง มด หนู แมลงอื่น จะมากัดถุงเชื้อ จะทำให้ก้อนเชื้อเห็ดเสียหาย โรงเรือนควรทำความสะอาด และป้องกันไว้ก่อนนำก้อนเชื้อเข้าไปไว้ การบ่มเชื้อควรสังเกตอาการเจริญของเส้นใยเห็ดด้วย ถ้าพบมีการปนเปื้อนเชื้ออื่นให้นำออกไปทำลายเสีย ถ้าปล่อยไว้จะทำให้ก้อนอื่นๆ ติดเชื้อไปด้วย



เส้นใยเห็ดที่เจริญเต็มถุงวัสดุเพาะ

7. การเปิดดอกเห็ด

เมื่อบ่มเชื้อประมาณ 30 วัน เส้นใยเห็ดเจริญเต็มโตถุงขี้เลื่อย ซึ่งเรียกว่า ก้อนเชื้อเห็ด ก็สามารถนำมาเปิดดอกเห็ดในโรงเรือนสำหรับเปิดดอก

1. โรงเรือนที่ใช้ในการเปิดดอกเห็ด สภาพโรงเรือน ต้องมีหลังคา ด้านข้างปิดไม่ต้องมิดชิดมาก ให้อากาศถ่ายเทได้ รักษาความชื้นภายในโรงเรือนได้ พื้นโรงเรือนควรโรยด้วยทราย ช่วยเก็บรักษาความชื้นไว้ การวางก้อนเชื้อจะใช้วิธีใช้เชือกแขวน หรือทำเป็นเสาสามเหลี่ยม แล้ววางซ้อนทับกัน โดยหันปากถุงไปทางเดียวกัน ก่อนนำก้อนเชื้อเข้าโรงเปิดดอก ต้องทำความสะอาด และกำจัดศัตรูเห็ดให้หมดเสียก่อนโดยการฉีดพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อ ฆ่าแมลงให้หมด

2. การเปิดดอก จะนิยมให้เห็ดออกด้านปากถุง ดึงจุกสำลีและคอขวดพลาสติกออกแล้วม้วนปากถุงให้เหมือนเดิม และเอาเมล็ดข้าวฟ่างที่ติดอยู่ออกทิ้ง แล้วนำไปวางซ้อนกันหรือแขวนภายในโรงเรือน การเปิดดอกเห็ดหูหนูเมื่อถึงจุกสำลี และคอขวดออกแล้ว ให้รักษาน้ำยางปากถุงให้สนิท แล้วกรีดข้างถุงเป็นรูปสามเหลี่ยมให้รอบถุง แล้ววางตั้งภายในโรงเรือน

3. การดูแลรักษา เมื่อนำก้อนเชื้อเห็ดเข้าโรงเปิดดอกแล้ว ต้องรดน้ำเพื่อรักษาความชื้นภายในโรงเรือน การรดน้ำควรใช้วิธี ฉีดพ่นเป็นฝอยบนก้อนเชื้อไม่ให้ น้ำเข้าไปขังในถุงเห็ดจะทำให้เสียได้ ควรรดน้ำเข้าเย็น รักษาอุณหภูมิให้ได้ 28-35 องศาเซลเซียสและความชื้นภายในโรงเรือนไม่ควรต่ำกว่า 80 % โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบตุ้มเปียกตุ้มแห้งวัด ถ้าอากาศร้อนอบเกินไป ควรเปิดประตูโรงเรือน ระบายอากาศเป็นครั้งคราว ถ้าพบก้อนเชื้อมีการปนเปื้อนเชื้ออื่น ให้นำออกไปทำลายทิ้งเสีย การเปิดดอกเห็ดจะใช้เวลา 7-10 วัน จะเกิดดอกเห็ด



4. การเก็บดอกเห็ด ใช้มือบิดบริเวณก้านดอก ดอกเห็ดจะหลุดออก ให้เก็บทั้งหมดอย่าให้มีชิ้นส่วนของเห็ดหลงเหลืออยู่ในก้อนเห็ด จะทำให้ก้อนเห็ดเน่าเสียได้ การเก็บดอกเห็ด ควรเก็บตอนเช้า หรือตอนเย็น เพราะสภาพอากาศจะเหมาะสม ดอกเห็ดกำลังเจริญเต็มที่ ดอกเห็ดจะออกหมุนเวียนกันไป จะให้ผลผลิตประมาณ 5-6 เดือน ก็จะหมดอายุของก้อนเชื้อเห็ด เนื่องจากธาตุอาหารในก้อนเชื้อเห็ดถูกนำไปใช้หมด



8. ปัญหาในการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

ผู้เพาะเห็ดมักจะประสบปัญหาหลายอย่าง ปัญหาเหล่านี้ ผู้ประกอบการต้องรู้ถึงสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาให้ถูกต้อง

? ปัญหาเห็ดดอกออกดอกช้าหลังจากนำไปเปิดดอกแล้ว การเปิดดอกเห็ดควรเจริญมาเป็นดอกภายใน 7-10 วัน แต่ถ้าเปิดถุงในโรงเปิดดอกแล้ว ดอกเห็ดไม่เจริญออกมา หรือออกดอกมาน้อย



ราเชื้อในถุงก้อนเชื้อ

▶▶ การเจริญของเส้นใยยังไม่เต็มที่ ก้อนเชื้อเห็ดเมื่อเชื้อเดินเต็มถุงแล้วควรปล่อยไว้ 7-10 วัน ให้เส้นใยรัดตัว สังเกตได้จากเส้นใยเจริญสานกันแน่น มีการสะสมอาหารก่อนที่จะพัฒนาเป็นดอกเห็ด

▶▶ การระบายอากาศภายในโรงเรือนไม่ดี มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง การเจริญของเห็ดหยุด ควรเปิดด้านข้างระบายให้อากาศถ่ายเทได้ และไม่ควรใส่ก้อนเห็ดในโรงเรือนแน่นเกินไป

▶▶ ความชื้นภายในโรงเรือนไม่พอ ทำให้อากาศแห้งและอุณหภูมิสูง ควรปรับสภาพให้เหมาะสม เช่น เพิ่มการรดน้ำ และระบายอากาศออก

? ปัญหาดอกเห็ดไม่เจริญเป็นดอก อาจจะพบดอกเห็ดเล็กๆ จำนวนมาก แต่ไม่เจริญต่อแล้วตายไปในที่สุด

▶▶ หัวเชื้ออ่อนแอ เส้นใยไม่พัฒนาเป็นดอกเห็ด ควรคัดเลือกเชื้อเห็ดจากเนื้อเชื้อใหม่

▶▶ เปิดปากถุงกว้างเกินไป ทำให้เห็ดออกดอกมาก อาหารในก้อนเชื้อไม่เพียงพอที่จะใช้ในการเจริญต่อเป็นดอกเห็ดให้โตขึ้นสมบูรณ์ ดอกเห็ดจะแคระแกรนและตายไปในที่สุด ฉะนั้นการเปิดปากถุงไม่ควรกว้างเกินไปลอกคอขวดพลาสติก

▶▶ ความชื้นภายในโรงเรือนไม่พอทำให้ดอกเห็ดแห้ง ควรฉีดพ่นน้ำเพิ่ม ความชื้นภายในโรงเรือนเปิดดอก

▶▶ รดน้ำแรงเกินและมากเกินไป หรือรดน้ำแล้วน้ำเข้าไปขังในก้อนเชื้อเห็ดทำให้ดอกเห็ดเน่าเสีย การให้น้ำควรใช้วิธีฉีดพ่นให้ความชื้นแก่ก้อนเชื้อเห็ด และฟุ้งกระจายในอากาศภายในโรงเรือนไม่ให้กระทบดอกเห็ดโดยตรง

▶▶ มีเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายก้อนเชื้อ โดยเฉพาะเชื้อราเขียวจะพบได้มาก เนื่องจากภายในโรงเรือนสกปรก หรือมีการเปิดดอกต่อเนื่อง ไม่มีการพักโรงเรือนทำความสะอาด เชื้อเกิดการสะสมแพร่ระบาดของเชื้อจุลินทรีย์ ควรหยุดพักโรงเรือนแล้วทำความสะอาด ฉีดพ่นฆ่าเชื้อแล้วหยุดพักไว้ 10 วัน จึงใช้งานต่อ

▶▶ มีการระบาดของแมลงมากัดกินเส้นใยเห็ด เช่นตัวไร จะทำให้ก้อนเชื้อเห็ดเสียหายไม่เจริญเป็นดอกเห็ด เนื่องจากติดมาจากหัวเชื้อเห็ด ความสกปรกภายในโรงเรือน การจัดการบริเวณโรงเพาะไม่ดี มีสิ่งเน่าเสียมาก จึงเป็นแหล่งอาศัยของศัตรูเหล่านี้ แล้วเข้าไปทำลายก้อนเชื้อเห็ดในโรงเรือน ควรนำก้อนเชื้อที่หมดอายุแล้วหรือก้อนเชื้อที่มีการปนเปื้อนออกมาทำลายโดยการเผาหรือฝัง หรือนำไปทิ้งในที่ห่างไกลจากโรงเรือน

เห็ดภูฐาน

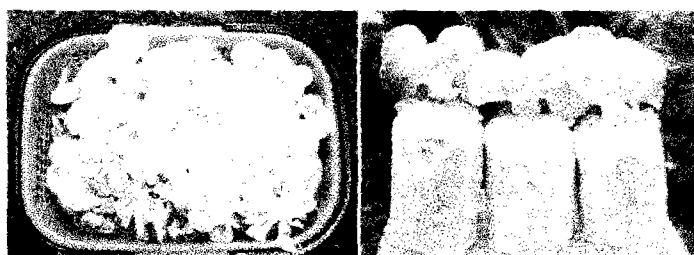
ลักษณะทางชีววิทยาของเห็ดภูฐาน

เห็ดภูฐาน หรือเห็ดนางฟ้าภูฐาน เป็นเห็ดในกลุ่มเห็ดหอยนางรม (Oyster mushrooms) ที่มีลักษณะคล้ายเห็ดนางฟ้ามาก อานนท์ เอื้อตระกูล เป็นผู้เก็บเชื้อพันธุ์จากธรรมชาติในป่าดงดิบที่เมืองเกตุ (Gedu) ประเทศภูฐาน (Bhutan) ตอนเหนือของประเทศอินเดีย โดยพบดอกเห็ดเจริญบนต้นไม้ที่เน่าเปื่อยผุพัง ไม่ที่พบเห็ดภูฐานเจริญอยู่มากคือ ไม้โอ๊ค (Urtica napoleanus) และไม้หลิว (Salix tetraepema) ได้มีการนำเชื้อเห็ดภูฐานเข้ามาในประเทศไทย ในปี พ.ศ.2526 และได้แนะนำให้เกษตรกรบางรายทดลองเพาะเลี้ยง ระยะแรกยังให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ต่อมาในภายหลังเห็ดภูฐานสามารถปรับตัวเข้าได้กับสภาพแวดล้อมดีขึ้น โดยมีความทนทานต่อช่วงอุณหภูมิสูงหรือต่ำได้ค่อนข้างกว้าง (15-32 องศาเซลเซียส) เห็ดภูฐานสามารถเจริญและออกดอกได้ดี ให้ผลผลิตสูงออกดอกได้ตลอดทั้งปี สามารถเพาะได้ทุกฤดูกาล และมีความสามารถในการเจริญแข่งขันกับเชื้อราต่าง ๆ ได้ดี อีกทั้งดอกเห็ดภูฐานมีลักษณะคล้ายเห็ดนางฟ้า ดังนั้นเห็ดภูฐานจึงได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางทั้งผู้บริโภคและผู้เพาะเห็ด

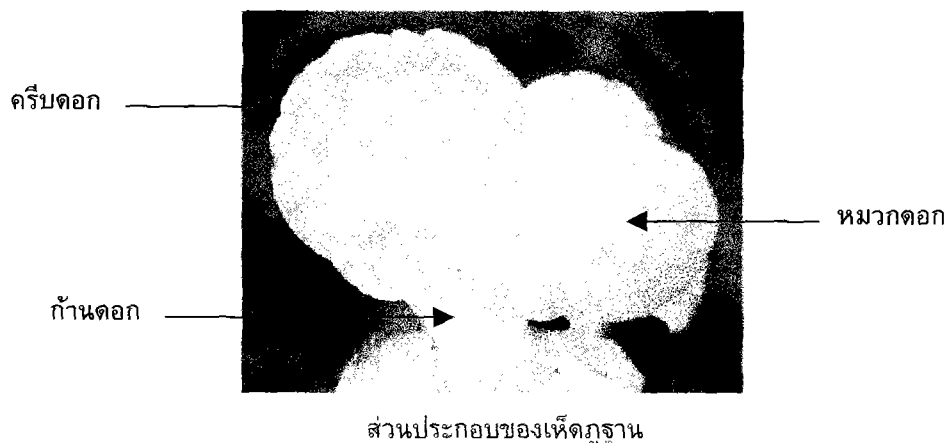
การจำแนกเห็ดภูฐานทางพฤกษศาสตร์

เห็ดภูฐาน หรือเห็ดนางฟ้าภูฐาน จัดเป็นเห็ดในกลุ่มเห็ดหอยนางรม (Oyster mushrooms) เช่นเดียวกับ เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม ได้มีการจำแนกอันดับ ดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์	: <i>Pleurotus eous</i> (Berk.) Sacc.
ชื่อสามัญ (ชื่อภาษาไทย)	: เห็ดภูฐาน หรือเห็ดนางฟ้าภูฐาน
(ชื่อภาษาอังกฤษ)	: Bhutanese abalone mushroom
Subdivision	: Basidiomycotina
Class	: Hymenomycetes
Order	: Agaricales
Family	: Tricholomataceae
Genus	: <i>Pleurotus</i> (Fr.) Quel



ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดภูฐาน



1. หมวกดอก (Pileus) ขนาด 2-15 เซนติเมตร แผ่กว้างคล้ายกับใบลาน ดอกมีสีเทาแปรเปลี่ยนได้ตามสภาพแวดล้อม ได้แก่ เมื่อได้รับแสงมากและอากาศเย็นดอกจะมีสีเข้มมากขึ้น ผิวของดอกด้านบนเรียบ ไม่มีขน (ในขณะที่พบขนบนผิวดอกของเห็ดนางรม) เมื่อดอกยังอ่อนขอบดอกจะม้วนงอเข้าไปทางครีบอก โดยจะคลี่ออกเมื่อโตเต็มที่ ขอบดอกอาจจะบานขึ้นไปทางข้างบน ตรงข้ามกับรอยต่อระหว่างหมวกดอกกับก้านจะมีรอยเว้าเข้าข้างใน และลักษณะของหมวกดอกจะเป็นเนื้อเดียวกับก้านดอก

2. ก้านดอก (Stalk) มีขนาด 0.3-1.6 เซนติเมตร ยาว 3.2-13.2 เซนติเมตร

3. ครีบอก (Gills) มีครีบอกเล็ก ๆ จำนวนมาก ปลายขอบดอกมีลักษณะคล้ายครีบอกของปลา เป็นแผ่นบางเล็ก ๆ สั้นและยาวสลับกัน สปอร์มี 4 อัน เกิดที่ปลายก้านชู (Sterigma) บนเบซิเดียม (Basidium) สปอร์มีรูปร่างคล้ายกับไข่หรือเมล็ดข้าว กว้างประมาณ 2.5-3.5 ไมครอน ยาวประมาณ 6.0-7.5 ไมครอน

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดภูฐาน

1. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งต่อการเจริญของเห็ด การสร้างส่วนสืบพันธุ์และการงอกของสปอร์ อุณหภูมิที่สำคัญต่อกระบวนการสร้างและสลายมี 3 ระดับ คือ อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และเหมาะสม ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการเกิดดอกของเห็ดภูฐาน คือ 15-38 องศาเซลเซียส เห็ดภูฐานจะเจริญเติบโตเร็วและเจริญเติบโตช้าลงเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าหรือสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส

2. ความเป็นกรด-เบส (ค่า pH) มีผลต่อการพัฒนาสัณฐานวิทยาของเห็ดเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปเห็ดต้องการสภาพความเป็นกรด-เบส ที่ค่อนข้างเป็นกรดที่ pH 4-8 ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในเห็ดแต่ละชนิด ผลของความเป็นกรด-เบสมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างและสลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความสามารถในการใช้ประโยชน์จากวัสดุที่เจริญ ระดับความเป็นกรด-เบสในการเจริญของเห็ดภูฐานเจริญได้ดีในสภาพที่เป็นกลาง (pH 7.0) หรืออยู่ในช่วง pH 6.5-7.5

3. แสงแดด เส้นใยไม่ต้องการแสงแดดเพื่อการเจริญเติบโต แต่ระยะที่เป็นตุ่มดอกเห็ดกลับต้องการแสงแดดสำหรับการเจริญเติบโต ถ้าไม่ได้รับแสงแดดอย่างเพียงพอ เห็ดจะงอแต่ก้านเห็ดเรียวยาว ดอกจะมีสีซีดและบางครั้งอาจมีก้านเห็ดงอกจากบนก้านเห็ดอีกที

4. ความชื้น ในการเจริญเติบโตของเส้นใย ต้องหมั่นดูให้วัสดุเพาะเลี้ยงมีน้ำอยู่ 60-70 % ส่วนในระยะออกดอกจะต้องการความชื้น 70-75 % และระยะที่กำลังเจริญเติบโตเป็นดอกเห็ดต้องการความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 80-90 % ถ้าในอากาศมีความชื้นต่ำเห็ดจะชะงักการเจริญเติบโต ดอกเห็ดจะมีขนาดเล็กและบาง ผิวแห้งแตก

ข้อดีของเห็ดภูฐาน มีหลายประการ คือ

1. เส้นใยเห็ดภูฐานเจริญได้ดีในอาหารวัน P.D.A ที่ใช้เลี้ยงเห็ดชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะอาหารวันที่ผสมถั่วเหลือง หรือถั่วเขียวจะเจริญเติบโตได้ดีมาก
2. เส้นใยเห็ดภูฐานเจริญเติบโตบนเมล็ดธัญพืชได้เร็วมาก ในระยะแรกจะเดินบางๆ และจะเจริญหนาขึ้น เมื่อเส้นใยเดินเต็มเมล็ดข้าวฟ่าง
3. ออกดอกเร็ว หลังจากเชื้อลงถุงปุ๋ยหมักจะใช้เวลาเพียง 16-21 วัน และช่วงห่างของการออกดอกสั้น กล่าวคือ หลังจากเก็บผลผลิตแล้วจะใช้เวลา 5-7 วัน เท่านั้นในการเก็บผลผลิตรุ่นถัดไป
4. มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารสูงมาก ถ้าเพิ่มอาหารผลผลิตจะสูงมาก และมีความสามารถในการต้านทานพวงราเขียวและราดำได้ดี โดยสามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับเชื้อราเขียว ราดำ
5. มีรสชาติอร่อยเช่นเดียวกับเห็ดนางฟ้า มีกลิ่นหอม มีความกรอบกรอบและหวาน และสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้า โดยเฉพาะถ้าเก็บในตู้เย็นจะเก็บได้ประมาณ 3-4 วัน
6. ให้ผลผลิตตอบแทนสูงกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ และเปอร์เซ็นต์ก้อนเชื้อที่เสียต่ำกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถเพาะได้ทุกฤดูกาลและทุกสภาพของปุ๋ยหมัก



ตอนที่ 1 : การเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐานและการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนอาหารเห็ด P.D.A

หลักการ

เห็ดเป็นพืชชั้นต่ำจำพวกที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้แบบพืชที่มีสีเขียวทั่วไป ฉะนั้นอาหารและพลังงานของเห็ดจึงได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้อยู่ในรูปของน้ำตาล เซลลูโลส แป้ง ฯลฯ

ในการเพาะเห็ด อาหารเห็ดมีความสำคัญในการนำมาเลี้ยงเชื้อเห็ด อาหารเห็ด หรือ พี.ดี.เอ (P.D.A) ย่อมาจาก Potato Dextrose Agar มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ มันฝรั่ง (Potato) ทำหน้าที่เป็นโปรตีนสำหรับเห็ด น้ำตาลเดกโตรส (Dextrose) ทำหน้าที่เป็นอาหารสำหรับเห็ด และวุ้นทำขนม (Agar) ทำหน้าที่พุงเส้นใยเห็ดให้เจริญบนผิว และให้ความชื้นในระหว่างการเจริญเติบโต

การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด คือ การนำเอาเนื้อเยื่อของดอกเห็ดหรือสปอร์มาเพาะให้เจริญขึ้นเป็นเส้นใย เพื่อใช้ขยายพันธุ์ไปทำหัวเชื้อต่อไป โดยนำมาเลี้ยงเส้นใยเห็ดบนอาหารเห็ด P.D.A

การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด ทำได้โดยการตัดชิ้นเนื้อเยื่อในลำต้นเห็ดมาเลี้ยงบนอาหารเห็ด P.D.A เรียกว่า วิธี "ทิสซุคัลเจอร์" (Tissue culture) ใช้กับเห็ดขนาดใหญ่ และสามารถตัดเนื้อเยื่อมาเลี้ยงได้ง่าย เป็นวิธีที่นิยมทำกันมากและดอกเห็ดที่ได้มีลักษณะตรงตามพันธุ์เดิมทุกประการ

การต่อเส้นใยเห็ดที่เจริญบนอาหารเห็ด P.D.A ลงบนอาหารเห็ด P.D.A เป็นการนำเอาเส้นใยเห็ดที่เจริญบนอาหารเห็ด P.D.A อยู่แล้ว มาเลี้ยงบนอาหารเห็ด P.D.A อีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้มีปริมาณของเส้นใยเพิ่มมากขึ้น

จุดประสงค์

1. นักเรียนรู้จักอุปกรณ์และเลือกใช้อุปกรณ์ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานได้
2. นักเรียนสามารถเตรียมอาหารเห็ดเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน (P.D.A) ได้
3. นักเรียนสามารถใช้หม้อนึ่งความดันในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเห็ดเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานได้
4. นักเรียนสามารถเตรียมอุปกรณ์สำหรับแยกเชื้อเห็ดภูฐานได้
5. นักเรียนสามารถแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน เพื่อเลี้ยงบนอาหารเห็ด P.D.A ได้
6. นักเรียนสามารถขยายเชื้อเห็ด (ต่อเส้นใยเห็ดภูฐาน) ลงบนอาหารเห็ด P.D.A ได้
7. นักเรียนสามารถผลิตเส้นใยเห็ดภูฐานบนอาหารเห็ด P.D.A เพื่อนำไปถนอมเลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างได้

เวลาที่ใช้

9 คาบ (450 นาที)

● ขั้นตอนที่ 1.1 การเตรียมอาหารวัน P.D.A สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน (3 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. อาหารวัน P.D.A สำหรับเลี้ยงเชื้อ		
1.1 มันฝรั่งปอกเปลือก	200	กรัม
1.2 น้ำตาลเด็กโทรส	20	กรัม
1.3 วุ้นผงทำขนม	20	กรัม
1.4 น้ำสะอาด	1,000	ลบ.ซม.
2. ถ้วยตวง หรือบีกเกอร์ ขนาด 1,000 ลบ.ซม.	1	ใบ
3. หม้อสำหรับต้มมันฝรั่ง	2	ใบ
4. มีด	1	อัน
5. เขียง	1	อัน
6. ผ้าขาวบาง	1	ผืน
7. ไม้พาย	1	อัน
8. สำลี่	1	ม้วน
9. ยางรัดซอง	1	ถุง (2ขีด)
10. ขวดกัก หรือขวดแบน	20	ใบ
11. กรวยกรอง	1	อัน
12. กระดาษ ขนาด 12x12 เซนติเมตร สำหรับปิดปากขวด	20	แผ่น
13. หม้อนึ่งความดัน		
14. เครื่องชั่ง		

วิธีดำเนินการ

- นำเอามันฝรั่งปอกเปลือกและเอาส่วนที่เสียทิ้งให้หมดแล้วล้างน้ำให้สะอาด
- หั่นมันฝรั่งเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้มีขนาดเท่ากับลูกเต๋า นำไปชั่งให้ได้จำนวน 200 กรัม ใส่ลงในหม้อต้มที่มีน้ำสะอาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- นำไปต้มจนกระทั่งเดือด เมื่อน้ำเดือดดีแล้วให้ลดไฟลงและต้มต่อไปด้วยไฟอ่อนๆ ประมาณ 15 นาที แล้วนำมารองด้วยผ้าขาวบาง เอาเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำต้มมันฝรั่ง
- ชั่งวุ้นผง 20 กรัม ใส่ลงถ้วยตวงหรือบีกเกอร์ ที่มีน้ำกลั่น 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้ละลาย
- ผสมสารละลายในข้อ 3 และ 4 ให้เข้ากัน ต้มไฟอ่อนๆ คอยจนวุ้นละลาย ใส่ น้ำตาลเด็กโทรส ลงไป กวนจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลาประมาณ 5-10 นาที ยกออกจากไฟ ใช้ถ้วยตวงหรือบีกเกอร์ตวงดูปริมาณ ถ้าปริมาณไม่ถึง 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เติมน้ำร้อนหรือน้ำอุ่นไปจนครบ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้ทั่ว
- นำอาหารวันที่ยังร้อนอยู่กรอกใส่ในขวดกักหรือขวดแบน โดยให้ใส่อาหารวันลงไปในขวดละ 20 ลบ.ซม.
- เช็ดปากขวดด้วยสำลี่ให้สะอาด แล้วปิดปากขวดด้วยก้อนสำลี่ให้แน่นพอประมาณ ใช้กระดาษปิดทับสำลี่พร้อมกับรัดด้วยยางรัดซอง
- นำขวดอาหารวันที่เตรียมเสร็จแล้ว ไปนึ่งในหม้อนึ่งความดัน (Autoclave) ที่ความดันระดับ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (121 องศาเซลเซียส) เป็นเวลานาน 30 นาที ต่อเนื่อง
- นำขวดอาหารวันที่เตรียมเสร็จแล้วมาวางเรียงทำมุมประมาณ 45-70 องศา เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวหน้าอาหารวัน ทิ้งไว้ให้เย็นหรือแช่ตู้เย็น แล้วนำไปเลี้ยงเชื้อเห็ดต่อไป

● **ขั้นตอนที่ 1.2 การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด姑蘇 (Tissue Culture) และการเลี้ยงเชื้อ姑蘇**
เห็ด姑蘇 (การต่อเส้นใยเห็ด姑蘇) บนอาหารวุ้น P.D.A (6 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

1. ดอกเห็ด姑蘇ที่สมบูรณ์		
2. เชื้อเห็ด姑蘇ที่เจริญเต็มขวดอาหารวุ้น P.D.A	1	ขวด
3. ขวดอาหารวุ้น P.D.A	20	ขวด (จากขั้นตอนที่ 1.1)
4. เข็มเขี่ย	1	อัน
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1	อัน
6. สำลี	1	ม้วน
7. แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 %	1	ขวด
8. ไมซ์ไฟ		
9. ตู้เขี่ยเชื้อ		

วิธีดำเนินการ

● **ขั้นตอนการเขี่ยเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด姑蘇**

1. ให้นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขี่ยเชื้อ ได้แก่ ดอกเห็ด姑蘇 , ขวดอาหารวุ้น P.D.A, เข็มเขี่ย, ตะเกียงแอลกอฮอล์, สำลี, แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 % และไมซ์ไฟ ใส่ในตู้เขี่ยเชื้อที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภายในตู้เรียบร้อยแล้ว
2. ให้สอดมือเข้าไปในตู้เขี่ยเชื้อ พร้อมกับเอาสำลีจุ่มแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อให้เปียกตามมือ แขน และพื้นที่ที่จะปฏิบัติงาน โดยให้แอลกอฮอล์ระเหยหมดก่อนแล้วจึงจุดตะเกียง
3. จับเข็มเขี่ยที่ด้ามจับ จับเหมือนจับดินสอหรือปากกา ใช้เข็มเขี่ยจุ่มแอลกอฮอล์พร้อมกับลนไฟฆ่าเชื้อที่ปลายเข็มเขี่ยให้ร้อนแดง แล้วจึงค่อยๆ ใส่ชิ้นมาเรื่อยๆ จนถึงส่วนที่เป็นด้ามจับ แล้วถือไว้ประมาณ 15 วินาที จึงทำการเขี่ยเชื้อ
4. ใช้มืออีกข้างหนึ่งฉีกดอกเห็ด姑蘇ออกเป็น 2 ส่วน ให้ผ่านก้านดอกเห็ด พร้อมกับใช้เข็มเขี่ยค่อยๆ เขี่ยเนื้อเยื่อบริเวณก้านดอกให้หลุดออกมา
5. เสร็จแล้ววางดอกเห็ด姑蘇ลง และหยิบขวดอาหารวุ้น P.D.A พร้อมกับใช้อุ้งมือที่ถือเข็มเขี่ยเชื้อ ดึงจุกสำลีออก ลนไฟที่ปากขวดอาหารวุ้น P.D.A. เล็กน้อย
6. ค่อยๆ สอดเข็มเขี่ยเชื้อที่มีชิ้นเนื้อเยื่อเห็ด姑蘇ติดอยู่กับปลายเข็มเขี่ยลงบนผิวหน้าอาหารวุ้น P.D.A แล้วนำเข็มเขี่ยเชื้อออก ลนไฟที่ปากขวดอาหารวุ้น P.D.A อีกครั้ง ปิดจุกสำลีเหมือนเดิม
7. นำขวดอาหารวุ้น P.D.A ที่มีเนื้อเยื่อเห็ด姑蘇ไปเก็บไว้ในที่บริเวณมืดๆ ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการแพร่เส้นใยของเห็ด姑蘇 บันทึกผล

● ขั้นตอนการเชื่อมต่อวันเหตุฐาน (การต่อเส้นใยเหตุฐาน)

1. ให้นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ได้แก่ เชื้อเหตุฐานที่เจริญเต็มขวดอาหารวัน P.D.A, ขวดอาหารวัน P.D.A, เข็มเขี่ย, ตะเกียงแอลกอฮอล์, สำลี, แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 % และไม้ขีดไฟ ใส่ในตู้เขี่ยเชื้อ ที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภายในตู้เรียบร้อยแล้ว
2. ให้สอดมือเข้าไปในตู้เขี่ยเชื้อ พร้อมกับเอาสำลิจุ่มแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อให้เปียกตามมือ แขน และพื้นที่ที่จะปฏิบัติงาน โดยให้แอลกอฮอล์ระเหยหมดก่อนแล้วจึงจุดตะเกียง
3. จับเข็มเขี่ยที่ด้ามจับ จับเหมือนจับดินสอหรือปากกา ใช้เข็มเขี่ยจุ่มแอลกอฮอล์พร้อมกับ ลนไฟฆ่าเชื้อที่ปลายเข็มเขี่ยให้ร้อนแดง แล้วจึงค่อยๆ ใส่ขึ้นมาเรื่อยๆ จนถึงส่วนที่เป็นด้ามจับ แล้วถือไว้ ประมาณ 15 วินาที จึงทำการเชื่อมต่อ
4. ใช้มืออีกข้างหนึ่งหยิบขวดเชื้อเหตุฐานที่มีเส้นใยเจริญเต็มขวดขึ้นมา พร้อมกับใช้อุ้งมือที่ ถือเข็มเขี่ยเชื้อดึงจุลสำลีออก พร้อมกันนั้นนำปากขวดเชื้อเหตุฐานลนไฟที่ตะเกียงเล็กน้อย
5. ใช้เข็มเขี่ยสอดเข้าไปในขวดเชื้อเหตุฐาน และใช้เข็มเขี่ยเชื้อตัดอาหารวัน P.D.A ที่มีเส้นใย เจริญอยู่ให้เป็นชั้นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า แล้วใช้เข็มเขี่ยจิกส่วนอาหารวันที่ตัดชิ้นแล้วออกมา ลนปากขวดเชื้อเหตุฐาน อีกครั้งหนึ่ง ปิดจุลสำลีเหมือนเดิม
6. เสร็จแล้ววางขวดเชื้อเหตุฐานลง แล้วหยิบขวดอาหารวัน P.D.A สำหรับต่อเส้นใยขึ้นมา ใช้อุ้งมือที่ถือเข็มเขี่ยเชื้อดึงจุลสำลีออก นำปากขวดอาหารวัน P.D.A ลนไฟที่ตะเกียงเล็กน้อย
7. ค่อยๆ สอดเข็มเขี่ยที่มีชิ้นอาหารวันที่มีเส้นใยเหตุฐานวางลงบนผิวหน้าอาหารวัน P.D.A แล้วจึงนำเข็มเขี่ยออกมา ลนไฟที่ปากขวดอาหารวัน P.D.A อีกครั้งหนึ่ง ปิดจุลสำลีเหมือนเดิม
8. นำขวดอาหารวัน P.D.A ที่ต่อเส้นใยแล้วไปเก็บไว้ในบริเวณมืดๆ ที่อุณหภูมิห้อง บริเวณ ที่มีดๆ สังเกตการแพร่เส้นใยของเหตุฐาน บันทึกผลการทดลอง

[illegible][illegible]

ตอนที่ 2 : การเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง
หลักการ

การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง เป็นการขยายเชื้อเห็ดภูฐาน ให้มีปริมาณมากขึ้นก่อนที่จะนำไปขยายลงถุงปุ๋ยหมักหรือถุงซีลเยื่อต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการเปลี่ยนอาหารให้กับเส้นใยเห็ดจากอาหารอ่อนมาเป็นอาหารแข็ง เป็นการสร้างความแข็งแรงให้กับเส้นใยของเห็ดภูฐาน และเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานเชื้ออื่นที่จะเข้ามาได้ด้วย

การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง ทำโดยการนำเมล็ดข้าวฟ่างแช่น้ำไว้ 1 คืน นำไปนึ่งพอสุกผึ่งลมให้เย็น กรอกใส่ขวด แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน เสร็จแล้วจึงนำไปขยายเชื้อต่อไป นอกจากเมล็ดข้าวฟ่างแล้ว ยังมีเมล็ดธัญพืชที่เหมาะสมที่จะนำมาทำหัวเชื้อมีหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ข้าวเปลือก ข้าวสาลี ฯลฯ

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถเตรียมอุปกรณ์ สำหรับการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่างได้
2. นักเรียนสามารถตัดถ่ายเส้นใยเห็ดภูฐานจากอาหารวัน P.D.A มาเลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างได้
3. นักเรียนสามารถเลี้ยงเส้นใยเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง เพื่อนำไปเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติกต่อไปได้

เวลาที่ใช้ 6 คาบ (300 นาที)

● ขั้นตอนที่ 2.1 การเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง (3 คาบ)
วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. เมล็ดข้าวฟ่าง	1	กิโลกรัม
2. ขวดกก หรือขวดแบน	15	ขวด
3. กระดาษ ขนาด 12x12 ซม. สำหรับปิดปากขวด	30	แผ่น
4. สำลี	1	ม้วน
5. ยางรัดซอง	1	ถุง (ขีด)
6. ไม้พาย	1	อัน
7. เตาแก๊ส หรือเตาหุงต้ม		
8. ลังถึง หรือหวดข้าว		
9. กระด้ง หรือตะแกรงตาข่าย		
10. หม้อนึ่งความดัน		
11. เครื่องชั่ง		

วิธีดำเนินการ

1. นำเมล็ดข้าวฟ่าง 1 กิโลกรัม ล้างน้ำให้สะอาดคัดเอาส่วนที่เสียทิ้งให้หมดแล้วนำไปแช่น้ำไว้ 1 คืน
2. นำไปนึ่งจนเมล็ดสุกพอดี ใช้เวลาประมาณ 20 นาที
3. นำเมล็ดข้าวฟ่างที่นึ่งสุกแล้วเทใส่กระด้ง/ตะแกรงตาข่าย แล้วเกลี่ยเมล็ดข้าวฟ่างให้กระจายผึ่งลมให้แห้งหมด ๆ ใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที
4. นำเมล็ดข้าวฟ่างกรอกลงในขวดกึ่ง/ขวดแบน โดยกรอกลงประมาณ $\frac{1}{2}$ ของขวด แล้วปิดปากขวดด้วยจุกสำลีให้แน่นพอประมาณ และปิดทับด้วยกระดาษอีกชั้นหนึ่งรัดด้วยยางรัดของ
5. นำขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่เตรียมเสร็จแล้วไปนึ่งในหม้อนึ่งความดัน ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส) เป็นเวลานาน 30 นาทีต่อเนื่อง
6. นำขวดเมล็ดข้าวฟ่างออกจากหม้อนึ่งความดัน ทิ้งไว้ให้เย็นเป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง
7. จากนั้นนำขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่เย็นแล้วมาเขย่าให้กระจาย แล้วจึงนำไปเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากอาหารวุ้น P.D.A ที่มีเส้นใยเห็ดภูฐานต่อไป

● ขั้นตอนที่ 2.2 การเย็บเชื้อเห็ดวันเห็ดภูฐาน ลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง (3 คาบ)

วัสดุและอุปกรณ์

1. เชื้อเห็ดภูฐานที่เจริญเต็มขวดอาหารวัน P.D.A	1	ขวด (จากตอนที่ 1)
2. ขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว	15	ขวด (จากขั้นตอนที่ 2.1)
3. เข็มเย็บ	1	อัน
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1	อัน
5. สำลี	1	ม้วน
6. แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 %	1	ขวด
7. ตู้เขี่ยเชื้อ		
8. ไมชิตไฟ		

วิธีดำเนินการ

1. ให้นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการเย็บเชื้อ ได้แก่ เชื้อเห็ดภูฐานที่เจริญเต็มขวดอาหารวัน P.D.A , ขวดเมล็ดข้าวฟ่าง, เข็มเย็บ, ตะเกียงแอลกอฮอล์, สำลี, แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 % และไมชิตไฟ ใส่ในตู้เขี่ยเชื้อที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภายในตู้เรียบร้อยแล้ว

2. ให้สอดมือเข้าไปในตู้เขี่ยเชื้อ พร้อมกับเอาสำลีจุ่มแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อให้เปียกตามมือ แขน และพื้นที่ที่จะปฏิบัติงาน โดยให้แอลกอฮอล์ระเหยหมดก่อนแล้วจึงจุดตะเกียง

3. จับเข็มเย็บที่ด้ามจับ จับเหมือนจับดินสอหรือปากกา ใช้เข็มเย็บจุ่มแอลกอฮอล์พร้อมกับลนไฟฆ่าเชื้อที่ปลายเข็มเย็บให้ร้อนแดง แล้วจึงค่อยๆ ใส่ขึ้นมาเรื่อยๆ จนถึงส่วนที่เป็นด้ามจับ แล้วถือไว้ประมาณ 15 วินาที จึงทำการเย็บเชื้อ

4. ใช้มืออีกข้างหนึ่งหยิบขวดเชื้อเห็ดภูฐานที่มีเส้นใยเจริญเต็มขวดอาหารวัน P.D.A ขึ้นมา พร้อมกับใช้อุ้งมือที่ถือเข็มเย็บเชื้อดึงจุกสำลีออก พร้อมกันนั้นนำปากขวดเชื้อเห็ดภูฐานลนไฟที่ตะเกียงเล็กน้อย

5. ใช้เข็มเย็บสอดเข้าไปในขวดเชื้อเห็ดภูฐาน และใช้เข็มเย็บเขี่ยตัดอาหารวัน P.D.A ที่มีเส้นใยเจริญอยู่ให้เป็นชั้นสลับเลี่ยมลูกเต๋า แล้วใช้เข็มเย็บจิกส่วนอาหารวันที่ตัดชิ้นแล้วออกมาลนปากขวดเชื้อ เห็ดภูฐานอีกครั้งหนึ่ง ปิดจุกสำลีเหมือนเดิม

6. เสร็จแล้ววางขวดเชื้อเห็ดภูฐานลง แล้วหยิบขวดเมล็ดข้าวฟ่างสำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานขึ้นมาใช้อุ้งมือที่ถือเข็มเย็บเชื้อดึงจุกสำลีออก นำปากขวดเมล็ดข้าวฟ่างลนไฟที่ตะเกียงเล็กน้อย

7. ค่อยๆ สอดเข็มเย็บที่มีชั้นอาหารวันที่มีเส้นใยเห็ดภูฐานวางลงตรงกลางขวดเมล็ดข้าวฟ่าง แล้วดึงเข็มเย็บออก จากนั้นลนไฟที่ปากขวดเมล็ดข้าวฟ่างอีกครั้งหนึ่ง ปิดจุกสำลีไว้เหมือนเดิม

8. นำขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านการเย็บเชื้อแล้ว ไปเก็บไว้ในที่บริเวณมืดๆ ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐาน บันทึกผลการทดลอง



แบบรายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2
เรื่อง การผลิตเห็ดถั่งห่าน

ตอนที่ 2 : การเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งห่านบนเมล็ดข้าวฟ่าง

วันเดือนปี.....กลุ่มที่.....

ชื่อสมาชิก

1).....ชั้น.....เลขที่.....

2).....ชั้น.....เลขที่.....

3).....ชั้น.....เลขที่.....

4).....ชั้น.....เลขที่.....

5).....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

ตาราง 1 ลักษณะและความยาวของเส้นใยเห็ดถั่งห่าน จากเชื้อเห็ดถั่งห่านบนเมล็ดข้าวฟ่าง

ที่	วันเดือนปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความยาวของเส้นใย (cm)			ลักษณะของ เส้นใย	หมายเหตุ
				ขวด 1	ขวด 2	ขวด 3		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 : การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก)

หลักการ

เมื่อหัวเชื้อที่ขยายในเมล็ดข้าวฟ่างเจริญเต็มขวดแล้ว ให้นำเชื้อไปขยายลงถุงพลาสติกทนร้อนที่บรรจุฟางข้าว หรือขี้เลื่อย หรือวัสดุเพาะอื่นๆ และอาหารเสริม เพื่อทำให้เกิดดอกต่อไป

จุดประสงค์

1. นักเรียนรู้จักและสามารถเตรียมอุปกรณ์ในการผลิตเห็ดที่เพาะได้ในถุงพลาสติก
2. นักเรียนสามารถผลิตก้อนเชื้อเห็ดในถุงพลาสติกได้

เวลาที่ใช้ 9 คาบ (450 นาที)

● ขั้นตอนที่ 3.1 การเตรียมวัสดุหมัก (3 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และอุปกรณ์

วัสดุหมักสูตร 1 ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม

1. ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	50	กิโลกรัม
2. รำละเอียด	2.5	กิโลกรัม
3. ปูนขาว	0.5	กิโลกรัม
4. ดีเกลือ	100	กรัม
5. น้ำ	60-65 %	

วิธีดำเนินการ

● การเตรียมวัสดุหมัก สูตร 1 ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม

1. นำขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมกับรำละเอียด, ปูนขาว และดีเกลือ คลุกให้เข้ากันแล้วเติมน้ำลงไป คลุกให้เข้ากันจนกระทั่งส่วนผสมมีความชื้นพอดี

การทดสอบความชื้นของขี้เลื่อย : ทดสอบโดยการกำและบีบ

- ความชื้นมากเกินไป : ชะกะก้ำและบีบมีน้ำไหลออกตามง่ามมือ และพอบีบมือออกขี้เลื่อยจับกันเป็นก้อนแน่น
- แห้งเกินไป : ชะกะก้ำและบีบ ไม่มีน้ำไหลออกตามง่ามมือ และพอบีบมือออกขี้เลื่อยแตกกระจายเป็นชิ้นเล็ก ๆ
- ความชื้นพอดี : ชะกะก้ำและบีบ ไม่มีน้ำไหลออกตามง่ามมือ และพอบีบมือออกขี้เลื่อยยังจับกันเป็นก้อน

2. จากนั้นนำส่วนผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราบรรจุลงถุงพลาสติกต่อไป

● ขั้นตอนที่ 3.2 การบรรจุวัสดุหมักลงถุงพลาสติก (3 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ถุงพลาสติกทึบร้อน ขนาด 8 x 12 นิ้ว	150	ถุง
2. คอขวดพลาสติก	150	อัน
3. สำลี	1	ม้วน
4. กระดาษ ขนาด 12 x 12 เซนติเมตร สำหรับหุ้มจุกลำลี	150	แผ่น
5. ยางรัดของ	1	ถุง (2 ซีด)
6. หมอนึ่งความดัน สำหรับนึ่งก้อนเชื้อ		

วิธีดำเนินการ

● การบรรจุวัสดุหมัก สูตร 1 ซึ่เลี้ยงไมยารพาราผสมอาหารเสริม

- นำสูตรอาหารที่ 2 ที่ผสมได้ที่แล้ว บรรจุลงถุงพลาสติกให้แน่นเสมอกัน แต่ละถุงหนักประมาณ 8 กรัม
- ใส่คอขวด ดึงให้แน่น ใช้ยางรัด จุกด้วยสำลี และหุ้มด้วยกระดาษอีกชั้นหนึ่ง
- นำถุงที่บรรจุเรียบร้อยแล้วไปนึ่งในหมอนึ่งความดัน โดยใช้เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง ต่อเนื่อง นับจากน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส
- เมื่อนึ่งครบกำหนดปล่อยให้เย็น แล้วนำถุงก้อนเชื้อไปเก็บไว้ในห้องเลี้ยงเชื้อเพื่อเชื้อต่อไป

● ขั้นตอนที่ 3.3 การเชื่อมต่อให้ดูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างลงบนถุงก่อนเชื่อม (วัสดุหมัก) (3 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. เชื้อให้ดูฐานในเมล็ดข้าวฟ่าง	5 ขวด (จากการทดลองตอนที่ 2)
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 อัน
3. สำลี	1 ห่อ
4. แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 %	1 ขวด
5. กระดาษขนาด 12 x 12 ซม. สำหรับหุ้มจุกลำลี	150 แผ่น
6. ยางรัดของ	1 ถู (2 ซีด)
7. ห้องสำหรับเลี้ยงเชื้อ ปิดมิดชิดลมไม่โกรก	

วิธีดำเนินการ

1. ให้นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ ได้แก่ เชื้อให้ดูฐานในเมล็ดข้าวฟ่าง, ตะเกียงแอลกอฮอล์, สำลี, แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 %, กระดาษสำหรับหุ้มจุกลำลี และยางรัดของ เข้าไว้ในห้องสำหรับเชื่อมต่อให้ดูฐาน
2. เขย่า หรือใช้หลอดที่แข็งสนไฟฆ่าเชื้อแล้วสอดเข้าไปในขวดเมล็ดข้าวฟ่าง เชื้อให้เมล็ดข้าวฟ่างกระจายเสียก่อน
3. ทำความสะอาดมือทั้งสองข้าง โดยใช้สำลีจุ่มแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อเช็ดให้เปียกตามมือ และแขนทั้งสองข้าง
4. หลังจากนั้นดึงจุกลำลีออกจากปากขวดเมล็ดข้าวฟ่าง นำปากขวดเมล็ดข้าวฟ่างลงไฟที่ตะเกียงเล็กน้อย
5. เปิดถุงก่อนและดึงจุกลำลีออกและถือจุกลำลีไว้
6. เทหัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างใส่ลงประมาณ 15-20 เมล็ด พร้อมกับปิดจุกลำลี
7. ปฏิบัติตามขั้นตอนในข้อ 5 และข้อ 6 ประมาณ 4-5 ถู หลังจากนั้นจึงนำปากขวดเมล็ดข้าวฟ่างลงไฟที่ตะเกียงอีกครั้งหนึ่ง
8. ปฏิบัติตามขั้นตอนในข้อ 7 จนกระทั่งทำการเทเชื้อให้ดูฐานในเมล็ดข้าวฟ่างครบทุกถุง
9. หลังจากนั้นปิดปากถุงก่อนเชื่อมด้วยกระดาษ พร้อมกับรัดด้วยยางรัดของ
10. เมื่อเสร็จแล้วให้นำถุงก่อนเชื่อมไปบ่มไว้ในห้องมืดที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส ดูแลตรวจดูให้ดูและสังเกตการแพร่ของเส้นใยให้ดูฐาน บันทึกผลการทดลอง

สรุปผลการทดลองThis image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no text or other markings on the paper.

ตอนที่ 4 : การเปิดดอกเห็ดภูฐาน

หลักการ

การเปิดดอกเห็ด หมายถึง การนำถุงก้อนเชื้อที่ผ่านการบ่มพักเชื้อแล้วไปเปิด หรือกรีดถุงเพื่อให้เกิดดอก

จุดประสงค์

นักเรียนสามารถดูแล รดน้ำ ถุงก้อนเชื้อเห็ดภูฐานจนกระทั่งออกดอก และเก็บผลผลิตได้

เวลาที่ใช้ 3 คาบ (150 นาที)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ถุงก้อนเชื้อเห็ดภูฐานที่มีเส้นใยเห็ดภูฐานเจริญเต็มถุง
2. โรงเรือนเปิดดอก
3. เครื่องชั่ง
4. เทอร์โมมิเตอร์แบบดัมเปียก และดัมแห้ง

วิธีดำเนินการ

1. นำถุงก้อนเชื้อเห็ดภูฐานไปวางบนชั้นในโรงเรือนเปิดดอก โดยวางเรียงซ้อนกันชั้นละ 3-5 ก้อน แล้วดึงกระดาษและจุลสารีที่ปากคอถุงพลาสติกออก
2. ทำการรดน้ำเป็นละอองเล็กๆ หรือใช้สเปรย์ฉีดบนปากถุงเห็ด พื้นโรงเรือนให้เปียกอยู่เสมอ รดน้ำวันละ 2-3 ครั้ง โดยรักษาความชื้นประมาณ 80-85 % สังเกตและบันทึกผลการทดลอง
3. เมื่อดอกเห็ดเจริญเติบโตพอกับความต้องการให้เก็บดอกเห็ด โดยใช้มือดึงดอกเห็ดจากถุง ชั่งน้ำหนักของดอกเห็ดที่เก็บได้แต่ละถุง บันทึกผลการทดลอง
4. สรุปผลการทดลองบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก เขียนรายงานและนำเสนอผลการทดลอง



แบบรายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2
เรื่อง การผลิตเห็ดถัถุฐาน

ตอนที่ 4 : การเปิดดอกเห็นภูฐาน

วันเดือนปี.....กลุ่มที่.....

ชื่อสมาชิก

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

จุดประสงค์

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

ตาราง 1 ปริมาณน้ำหนักร่างกายของเห็ดภูฐาน ที่ได้จากวัสดุหมัก (ถั่วงอกเนื้อเห็ดภูฐาน) สูตร 1 ที่เลี้ยงไม่ยั้งพารา
ผสมอาหารเสริม

[illegible]

สรุปผลการทดลอง

[illegible]

สรุปผลการทดลอง บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ดถั่วงา

[illegible]



แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน

1. ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

.....

.....

2. ในการเตรียมอาหารรุ้น P.D.A ถ้าใช้ไฟแรง ๆ ในการต้มมันฝรั่งจนสุก หรือต้มมันฝรั่งจนสุกและเปื่อย จะมีผลอย่างไรต่อการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน

.....

.....

3. เมล็ดข้าวฟ่างที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน ถ้านึ่งสุกเกินไป หรือบานมากเกินไป จะมีผลอย่างไรต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดภูฐาน

.....

.....

4. หลังจากที่นั่งเมล็ดข้าวฟ่างแล้ว ควรเขย่าขวดเมล็ดข้าวฟ่างให้แตกกระจายเสียก่อน เนื่องจากสาเหตุใด

.....

.....

5. นอกจากขี้เลื่อย และฟางข้าว นักเรียนคิดว่าวัสดุชนิดใดที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดได้อีก และมีวิธีการอย่างไร

.....

.....

6. ให้นักเรียนอธิบายสาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหามักจะพบเสมอในการเพาะเห็ด

6.1 ราเขียวขึ้นในขวดอาหารรุ้น P.D.A

.....

.....

6.2 เส้นใยเห็ดเจริญแต่ไม่ออกดอก

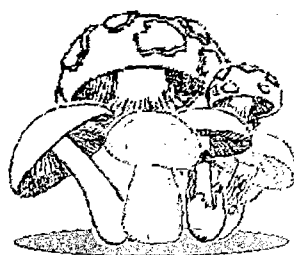
.....

.....

6.3 ราเขียวและราสีส้มขึ้นในถุงก่อนเชื้อฟางข้าว

.....

.....



บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3
เรื่อง
การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน



ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑ฐาน

สาระสำคัญ

อาหารเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะได้ถูกจัดให้เป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ และเป็นองค์ประกอบความต้องการขั้นพื้นฐาน อาหารทุกๆ ประเภทโดยธรรมชาติย่อมประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิด ในปริมาณมากน้อยต่างๆ กัน สารอาหารแต่ละชนิดมีหน้าที่ของตัวเองในการสร้างความเจริญเติบโตให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย ปฏิบัติหน้าที่ในการควบคุมการปฏิบัติงานของอวัยวะต่างๆ ตลอดจนช่วยป้องกันโรค

สารอาหาร (Nutrient) หมายถึง สารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหารที่เรากิน และเป็นตัวที่ทำให้อาหารแต่ละชนิดเกิดประโยชน์ในการบำรุงร่างกาย และสุขภาพสมบูรณ์ สารอาหารแบ่งออกเป็น 6 ชนิด คือ

1. คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ อาหารจำพวกแป้ง และน้ำตาล
2. ไขมัน ได้แก่ ไขมันจากสัตว์ และน้ำมันจากพืช
3. โปรตีน ได้แก่ โปรตีนจากเนื้อสัตว์ นม ไข่ ถั่วเหลือง เป็นต้น
4. วิตามิน ได้แก่ วิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามิน เอ บี ซี ดี อี เค
5. เกลือแร่ ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไอโอดีน แมกนีเซียม โซเดียม
6. น้ำ ได้แก่ น้ำที่ร่างกายได้รับทั้งในรูปน้ำดื่ม และน้ำที่อยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ

สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)

สารอาหารคาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารสำคัญในการให้พลังงานแก่ร่างกาย เป็นพวกอินทรีย์สาร ประกอบด้วย คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) สูตรเป็น $C_nH_{2n}O_n$ โดยมี คาร์บอนอย่างน้อย 6 ตัว และมีไฮโดรเจนเป็นสองเท่าของออกซิเจนเสมอ ในร่างกายของมนุษย์สามารถเปลี่ยนสารอาหารโปรตีนให้เป็นคาร์โบไฮเดรตได้ 50 % คาร์โบไฮเดรตได้จากแป้งและน้ำตาล ในพืชสีเขียวสามารถสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตจากคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศและน้ำ โดยอาศัยแสงอาทิตย์แล้วสะสมในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ในลำต้น ราก เมล็ด ใบ หัว คนและสัตว์ได้คาร์โบไฮเดรตจากพืช

คาร์โบไฮเดรตแบ่งตามส่วนประกอบทางเคมีออกเป็น 3 ประเภท คือ

1 โมโนแซคคาไรด์ (Monosaccharide) เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว มีจำนวนคาร์บอนอะตอมตั้งแต่ 2 - 8 แต่ส่วนใหญ่ในธรรมชาติจะมีจำนวนคาร์บอน 5-6 อะตอม เป็นส่วนใหญ่ เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กที่สุด ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายอีก น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ที่รู้จักกันดี คือ น้ำตาลกลูโคส เกิดจากการสังเคราะห์แสงของพืชและมีในน้ำเลือด มีรสหวาน ละลายในน้ำง่าย น้ำตาลฟรุคโตส มีความหวานมากที่สุด พบในผลไม้ต่างๆ เช่น มะม่วง กล้วย น้ำผึ้ง และน้ำตาลกาแลคโตส พบจากการย่อยนม

2 โอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharide) หรือน้ำตาลโมเลกุลคู่ เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากโมโนแซคคาไรด์ ตั้งแต่ 2-10 หน่วย เป็นผลึกละลายง่าย รสหวาน ย่อยง่าย ได้แก่ น้ำตาลมอลโทส เกิดจากน้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุลรวมกัน พบน้ำตาลมอลโทสในข้าวชนิดต่าง ๆ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวมอล น้ำตาลซูโครส หรือน้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลที่ให้ความหวานมากที่สุด เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลกลูโคส

กับน้ำตาลฟรุคโทส น้ำตาลแลคโทส เป็นน้ำตาลที่มีอยู่ในน้ำนมที่มีความหวานน้อย เกิดจากการรวมตัวกันระหว่างน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลกาแลคโทส

3 โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) หรือน้ำตาลโมเลกุลใหญ่ เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เกิดจากโมโนแซคคาไรด์มากกว่า 10 หน่วยขึ้นไป ไม่มีรสหวาน ไม่ละลายน้ำ เช่น แป้ง เซลลูโลส ไกลโคเจน เป็นต้น

หน้าที่ของสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

1. ให้พลังงานและความร้อนแก่ร่างกาย คาร์โบไฮเดรต 1 กรัม ให้พลังงานประมาณ 4 แคลอรี เป็นความร้อนที่ใช้ในการทำงาน การเคลื่อนไหว การออกกำลังกาย การย่อยอาหาร ให้ความอบอุ่น ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่

2. ช่วยสงวนโปรตีนให้ร่างกายได้นำโปรตีนไปใช้ในทางที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย ถ้าร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตและไขมันไม่เพียงพอ ร่างกายจะดึงเอาโปรตีนมาเผาผลาญเป็นพลังงานแทน

3. ช่วยปฏิบัติกริยาการใช้ไขมันเป็นไปตามปกติ การใช้ไขมันในร่างกายจะไม่สมบูรณ์ถ้าอาหารที่รับประทานมีคาร์โบไฮเดรตไม่พอ

4. คาร์โบไฮเดรตบางชนิด เช่น กลูโคส มีประโยชน์พิเศษ คือ เป็นอาหารของเซลล์และเนื้อเยื่อ

5. โมเลกุลของกลูโคส อาจจะใช้ในการสังเคราะห์กรดอะมิโนบางตัวได้ในร่างกาย

6. ร่างกายสามารถเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตที่เหลือใช้เป็นไขมัน และเก็บสะสมไว้ในร่างกายได้

7. กลูโคสในเลือดมีส่วนที่เกี่ยวกับการบริโภคอาหาร ควบคุมความหิว ความอิ่ม

8. พวกกาก ได้แก่ เซลลูโลส ช่วยระบายท้อง

การทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

การทดสอบน้ำตาล

การทดสอบเบเนดิกต์ (Benedict test) สารละลายต่างที่ใช้คือ C^{2+} ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) และเกลือซิงค์เรต กลไกการเกิดปฏิกิริยา C^{2+} จะจับตัวกับเกลือซิงค์เรต เกิดเป็นสารประกอบโซเดียมคิวบิเตเรต จากนั้นน้ำตาลรีดิวซ์จะรีดิวซ์ C^{2+} ให้เป็น Cu_2O ที่เป็นตะกอนสีแดงอิฐ บางครั้งอาจให้สีเขียวอมเหลือง สีเหลือง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล ถ้าน้ำตาลน้อยสีของสารละลายอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีเขียวอมเหลือง ถ้ามีปริมาณน้ำตาลมาก อาจได้สีแดงหรือสีน้ำตาลปนแดง

การทดสอบแป้ง

ในแป้งจะมีองค์ประกอบ 2 ชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเพคติน ประมาณ 80 % การทดสอบหาแป้งจะทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน จะได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน เนื่องจากไอโอดีนจะแทรกเข้าไปในส่วนของโพลาไรในเกลียวของอะไมโลส ซึ่งความยาวของเกลียวอะไมโลส จะเป็นตัวกำหนดสีของสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่เกิดขึ้น

สารอาหารประเภทไขมัน (Lipid)

สารอาหารไขมัน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานอีกประเภทหนึ่ง พบมากในเนื้อเยื่อไขมันของสัตว์ และในเมล็ดพืชต่าง ๆ เช่น ถั่ว งา ละหุ่ง ฝ้าย มะพร้าว ฯลฯ ไขมันและน้ำมันทั่วๆ ไป คือ สารไขมันที่ประกอบด้วย กลีเซอรอล (Glycerol) 1 โมเลกุล กับ กรดไขมัน (Fatty acid) 1, 2 หรือ 3 โมเลกุล ก็ได้ แต่ส่วนใหญ่เป็น 3 โมเลกุล ซึ่งเรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) กรดไขมันมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีความยาวของโมเลกุลต่างๆ กัน และมีความไม่อิ่มตัวด้วยไฮโดรเจน (พันธะระหว่างคาร์บอนเป็นพันธะคู่) ต่างๆ กัน กรดไขมันที่ต่างชนิดกันนี้เองทำให้ไขมันที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ มีสมบัติแตกต่างกัน



ไขมันจากพืช ส่วนใหญ่ เช่น จากเมล็ดถั่ว งา ฝ้าย ยกเว้นน้ำมันมะพร้าวจะประกอบด้วย กรดไขมันสายสั้น ๆ ที่ไม่อิ่มตัว ดังนั้น ไขมันจากพืชจะอยู่ในสภาพน้ำมันไม่แข็งตัวเหมือนไขมันสัตว์ นอกจากนี้ไขมันจากพืชมี กรดไขมันไลโนเลอิก (Linoleic acid) อยู่มาก ซึ่งกรดไขมันชนิดนี้มีความสำคัญคือ เป็นกรดไขมันที่ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ในร่างกาย จำเป็นที่จะต้องได้รับจากอาหาร เรียกว่า กรดไขมันจำเป็น (Essential fatty acid)

ไขมันจากสัตว์ ประกอบด้วย กรดไขมันชนิดสายยาวและอิ่มตัว มีสมบัติแข็งตัวง่ายกว่าไขมันจากพืช นอกจากไขมันและน้ำมันทั่ว ๆ ไปแล้ว สารไขมันชนิดอื่นที่ควรทราบ คือ โคเลสเตอรอล (Cholesterol) ซึ่งพบในเนื้อเยื่อหลายชนิดของร่างกายคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมองและระบบประสาท แต่ถ้าบริโภคอาหารที่มีโคเลสเตอรอลสูง เช่น ไข่แดง สมอง กุ้ง หอย เนย ครีม และเครื่องในสัตว์อยู่เสมอ อาจจะทำให้ระดับโคเลสเตอรอลในเลือดสูงผิดปกติ เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเส้นเลือดตีบเพราะมีไขมันเกาะ ซึ่งเป็นอันตรายมากถ้าอุดตันที่อวัยวะสำคัญอย่างสมองและหัวใจได้

หน้าที่ของสารอาหารประเภทไขมัน

ไขมันเป็นพลังงานสำรองที่ร่างกายสะสมไว้ใช้ เมื่อขาดคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น (กรดไลโนเลอิก) และช่วยในการดูดซึมวิตามิน เอ ดี อี และเค ซึ่งละลายในไขมัน ไขมันที่สะสมไว้ใต้ผิวหนังเป็นฉนวนป้องกันความร้อน และไขมันที่สะสมรอบอวัยวะก็จะช่วยยึดอวัยวะและป้องกันการกระแทกกระเทือน

เราไม่ควรกินอาหารที่มีไขมันมากเกินไป โดยปกติร่างกายของคนเราสามารถสังเคราะห์สารไขมันแทบทุกชนิดจากคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนที่เหลือใช้อยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม เราจำเป็นต้องได้รับไขมันไม่อิ่มตัวจากพืช เพื่อให้ร่างกายได้รับกรดไขมันจำเป็นที่สังเคราะห์เองไม่ได้ ในปริมาณวันละ 1 ช้อนโต๊ะด้วย

สารอาหารประเภทโปรตีน (Protein)

เป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกาย เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ในร่างกายของเรามีโปรตีนมากเป็นอันดับสองรองจากน้ำ ร่างกายต้องการสารอาหารโปรตีนให้เพียงพอทุก ๆ วัน เพราะร่างกายไม่มีการเก็บสะสมไว้ใช้ โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ขนาดใหญ่ ประกอบด้วยหน่วยที่เล็กที่สุดคือ กรดอะมิโนมารวมกัน กรดอะมิโนในธรรมชาติมีมากกว่า 20 ชนิด จึงทำให้โปรตีนมีคุณค่าทางอาหารต่างกัน องค์ประกอบของโปรตีนประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน แต่โปรตีนบางชนิดมีกำมะถัน หรือฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย

หน้าที่ของโปรตีน

1. เกี่ยวกับความเจริญเติบโตของร่างกายในการสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อต่าง ๆ รวมทั้งการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรบในอวัยวะต่าง ๆ ในการสร้างเซลล์และเนื้อเยื่อนั้น

2. เป็นส่วนประกอบของสารเคมีพวกเอนไซม์และฮอร์โมน ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การย่อยอาหาร การหายใจ

3. เป็นส่วนประกอบของสารเคมีที่ให้อำนาจต้านทานโรค ทำให้ร่างกายแข็งแรง

4. เป็นส่วนประกอบของเม็ดโลหิตแดง ซึ่งจะพาออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

5. ให้พลังงานโปรตีน 1 กรัม ให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตและไขมันไม่พอเพียง ร่างกายจะใช้โปรตีนมาเผาผลาญให้พลังงานทดแทน



การทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน

การทดสอบไบยูเรต (Biuret test) เป็นการทดสอบสารที่มีพันธะเปปไทด์ตั้งแต่ 2 แห่งขึ้นไป และโปรตีนทุกตัวสารดังกล่าวจะรวมกับ Cu^{2+} ในเบส ได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีม่วงจนถึงสีชมพูอมม่วง สีของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุลสารอาหารประเภทโปรตีน เมื่อทดสอบกับสารละลายไซเตียมไฮดรอกไซด์ และคอปเปอร์ซัลเฟต จะได้สีม่วงหรือชมพูอมม่วง หรือสีน้ำเงิน สีที่เกิดขึ้นเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของ Cu^{2+}

สารอาหารประเภทวิตามิน (Vitamin)

เป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อคนเรา แม้ว่าร่างกายมีความต้องการวิตามินแต่ละอย่างเป็นจำนวนน้อย แต่ถ้าขาดไปจะทำให้การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายผิดปกติ และทำให้เกิดการเจ็บป่วยขึ้นได้ ฉะนั้นร่างกายจะต้องได้รับสารอาหารวิตามินให้เพียงพอกับความต้องการของร่างกายอยู่เป็นประจำ เพราะร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์สารอาหารชนิดนี้ขึ้นมาใช้ได้ และไม่สามารถที่จะนำสารอื่นมาทดแทนได้

ประเภทของวิตามิน ตามสมบัติในการละลาย มี 2 ประเภท

1. วิตามินที่ละลายในน้ำ ได้แก่ วิตามินบีต่าง ๆ วิตามินซี วิตามินเอฟ และคาร์นิทีน
2. วิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี และ เค

หน้าที่ของวิตามิน

1. ช่วยควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายให้เป็นไปอย่างปกติ
2. ช่วยให้ร่างกายใช้สารอาหารอื่น ๆ ให้เกิดประโยชน์และเหมาะสม
3. ช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงของสารต่าง ๆ ให้ดำเนินไปด้วยดี
4. ช่วยให้ร่างกายมีความต้านทานโรค

วิตามินซี

ในภาวะบริสุทธิ์เป็นผลึก ไม่มีสี ละลายน้ำได้ดี ถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน อากาศ แสงสว่าง เบส เป็นวิตามินที่ถูกทำลายได้ง่ายกว่าวิตามินอื่น ๆ การล้างและการปรุงที่ไม่ถูกวิธีอาจทำให้วิตามินถูกทำลาย

หน้าที่ของวิตามินซี

1. ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟันและช่วยบำรุงสุขภาพของเหงือก
2. ช่วยให้เส้นโลหิตฝอยแข็งแรง
3. ช่วยในการสร้างกระดูกและฟัน การติดของกระดูกเวลาหัก
4. ช่วยในการดูดซึมเหล็กและแคลเซียม
5. ช่วยให้บาดแผลลึบและบาดแผลไฟไหม้หายเร็ว
6. ช่วยในการปฏิบัติงานของเอ็นไซม์หลายชนิดให้ทำงานปกติ
7. ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตแข็งแรง สดชื่นไม่อ่อนเพลีย



การทดสอบสารอาหารประเภทวิตามินซีอย่างง่าย

โดยหยดสารละลายที่ต้องการทดสอบลงในน้ำแฉ่ง ผสมสารละลายไอโอดีน (จะได้สารละลายสีน้ำเงิน) เป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่ ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีให้เปรียบเทียบจากจำนวนหยดที่ใช้กับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีสังเคราะห์ที่ทราบความเข้มข้นของวิตามินซี และในการทดลองต้องควบคุมปริมาณน้ำแฉ่งและปริมาณสารละลายไอโอดีนที่หยดลงไปให้เท่ากัน หลอดหยดที่ใช้ต้องเท่ากันด้วย

สารอาหารประเภทแร่ธาตุ (Mineral elements)

สารอาหารแร่ธาตุ เป็นสารอาหารที่ไม่ให้พลังงานอีกประเภทหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อร่างกายมากที่สุด มีอยู่ 10 กว่าชนิด ซึ่งบางชนิดร่างกายต้องการค่อนข้างมาก เพราะเป็นส่วนประกอบของอวัยวะที่เป็นโครงสร้างของร่างกาย บางชนิดก็เป็นส่วนประกอบของสารในร่างกาย และบางชนิดทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งแร่ธาตุพวกหลังนี้ต้องการในปริมาณน้อยมากแต่ก็จำเป็นที่จะขาดไม่ได้

แร่ธาตุที่ร่างกายต้องการ แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามปริมาณความต้องการ ดังนี้

1. **แร่ธาตุหลัก (Macroelement)** คือ แร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน โซเดียม คลอรีน แมกนีเซียม และเหล็ก ตามลำดับ

2. **แร่ธาตุรอง (Microelement)** คือ แร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยมาก ได้แก่ ไอโอดีน แมงกานีส ทองแดง สังกะสี ซีลีเนียม ฟลูออรีน เป็นต้น

ความสำคัญของแร่ธาตุ

แคลเซียม (Ca) เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน ช่วยการทำงานของหัวใจ ระบบประสาท และกล้ามเนื้อ เป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับการแข็งตัวของเลือด โดยทำงานร่วมกับวิตามินเค

ฟอสฟอรัส (P) ร่วมกับแคลเซียมในการสร้างกระดูกและฟัน จำเป็นสำหรับการดูดซึมคาร์โบไฮเดรต จำเป็นสำหรับการสร้างเซลล์สมองและประสาท

โพแทสเซียม(K) จำเป็นต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาทร่วมกับโซเดียมในการรักษาสสมดุลน้ำ

เหล็ก (Fe) สร้างสารฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์บางชนิด

ไอโอดีน (I) เป็นส่วนประกอบของฮอร์โมนไทร ออกซิน ซึ่งควบคุมการเจริญเติบโตและเมตาบอลิซึมของร่างกาย

โซเดียม (Na) รักษาปริมาณน้ำในเซลล์ให้คงที่ โดยทำให้เกิดแรงดัน ออสโมติก จำเป็นสำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท โดยทำงานร่วมกับโพแทสเซียม

แมกนีเซียม (Mg) จำเป็นสำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท โดยทำงานร่วมกับแคลเซียม เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน

กำมะถัน (S) เป็นส่วนประกอบของโปรตีน ช่วยสร้างผิวหนัง เล็บ และผม

ฟลูออรีน (F) เสริมสร้างกระดูกและฟัน

สารอาหารประเภทน้ำ (Water)

สารประกอบที่มีปริมาณมากที่สุดในร่างกาย คือ น้ำ ซึ่งมีอยู่ถึง 70 % ของน้ำหนักตัว น้ำจึงจัดเป็นสารอาหารไม่ให้พลังงานอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งร่างกายจำเป็นต้องได้รับให้เพียงพอ ในวันหนึ่ง ๆ คนเราจะต้องได้รับน้ำจากการดื่มน้ำและเครื่องดื่มอื่น ๆ ประมาณ 1,100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ร่างกายจะต้องการน้ำมากกว่านี้เมื่ออากาศร้อนและเหงื่อออกมากหรือกินเกลือมาก เพราะร่างกายต้องการน้ำเพื่อขับเกลือออกจากร่างกาย

ถ้าร่างกายขาดน้ำเนื่องจากกินน้ำไม่พอ ท้องร่วงหรืออาเจียน จะเกิดการกระหายน้ำ (ขาดน้ำ 4-5 % ของร่างกาย) แต่ถ้าขาดน้ำมาก (15-20 %) ก็อาจทำให้ถึงแก่ความตายได้

หน้าที่ของน้ำต่อร่างกาย

น้ำมีบทบาทสำคัญที่สุด คือ เป็นตัวกลางในการทำปฏิกิริยาเคมีทุกชนิดในกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกาย และเป็นตัวกลางที่ช่วยให้มีการย่อยอาหาร การดูดซึม การลำเลียงอาหารไปในกระแสเลือด ทั้งนี้เพราะน้ำคือตัวทำละลายสารต่าง ๆ ในร่างกายทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน เกลือแร่ และวิตามิน นอกจากนี้ น้ำยังมีส่วนให้ความชุ่มชื้นเปลี่ยนแปลงปลั่งแก่ร่างกาย ช่วยระบายความร้อนโดยขับเหงื่อ ช่วยหล่อลื่นอวัยวะ ฯลฯ

คุณค่าทางอาหารของเห็ด



จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเห็ดหลายชนิด พบว่าเห็ดจัดเป็นอาหารที่มีปริมาณของโปรตีนค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพืชผัก นอกจากนี้เห็ดยังมีการดอะมิโน (Amino acid) เป็นส่วนประกอบมากกว่า 20 ชนิด ในปริมาณที่แตกต่างกัน กรดอะมิโนเหล่านี้มีอยู่ 9 ชนิดที่มีความสำคัญต่อร่างกายและร่างกายของมนุษย์ไม่สามารถสร้างขึ้นได้ ได้แก่ Lysine , Methionine , Tryptophane , Threonine , Valine , Leucine , Isoleucine , Cystine และ Phenylalanine กรดอะมิโนเหล่านี้ มีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีนในร่างกายมนุษย์ ตามปกติแล้ว โปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์จะมีปริมาณสูงกว่าพืช ในเมล็ดธัญพืชมีกรดอะมิโนพวก Lysine ในปริมาณที่น้อยมาก ส่วนในพืชตระกูลถั่วมักจะขาดกรดอะมิโน

พวก Methionine และ Tryptophane แต่ในเห็ดจะมีการดอะมิโนที่สำคัญต่อร่างกายมนุษย์ครบทั้ง 9 ชนิด นอกจากนี้ เห็ดยังมีคุณค่าทางอาหารอีกหลายอย่าง ได้แก่ ไขมัน ฟอสฟอรัส , เหล็ก , Thiamine (B₁) , Riboflavin (B₂) และ Niacine เห็ดจัดเป็นอาหารที่มีปริมาณของแคลอรี คาร์โบไฮเดรต และแคลเซียมต่ำ แต่มีปริมาณ Ascorbic acid (Vitamin C) สูงในเห็ดสกุล Agaricus (เห็ดแชมปิยอง) และมี Ergosterine (Vitamin D) สูงในเห็ดสกุล Lentinus (เห็ดหอม) และเห็ดสกุล Volvariella (เห็ดฟาง) ส่วนปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางอาหารของเห็ดแต่ละชนิด จะแตกต่างกัน

ในปัจจุบัน อัตราการเพิ่มประชากรของโลก ได้เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ความต้องการโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นเป็นเงาตามตัวไปด้วย อาหารโปรตีนดังกล่าวอาจได้มาจากพืช หรือสัตว์ก็ได้ แต่อาหารโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์มีราคาค่อนข้างแพงเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารประเภทอื่น ๆ และคนส่วนใหญ่เชื่อว่าถ้าต้องการอาหารโปรตีน ก็ต้องบริโภคเนื้อสัตว์ แต่ความจริงแล้วไม่จำเป็นต้องบริโภคเนื้อสัตว์เสมอไป เพราะมีอาหารหลายอย่างที่มีปริมาณโปรตีนสูง และสามารถจะใช้ทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้ โดยเฉพาะเห็ดซึ่งจัดว่ามีโปรตีนสูง และอาหารโปรตีนที่ได้จากเห็ดไม่มีสารพวกคอเลสเตอรอล ที่ทำให้เส้นเลือดอุดตัน และเห็ดยังมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์มาก นอกจากนี้สถาบัน The Institute of Mushroom Research รัฐ Massachusetts ประเทศสหรัฐอเมริกายังรายงานว่ามีเห็ดหลายชนิดที่มีสรรพคุณทางยารักษาโรค สามารถที่จะบำบัดโรคมะเร็งอย่างได้ผล ชาวจีนเชื่อว่าถ้ารับประทานเห็ดหอม และเห็ดหูหนูขาวเป็นประจำจะช่วยป้องกันการสะสมไขมันในเส้นเลือด โรคความดันและเห็ดพวกนี้ยังมีสารที่ต่อต้านเนื้องอกได้ ประกอบกับในปี พ.ศ.2530 กรมวิชาการได้เชิญนายแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่น มารายงานการทดลองรักษากันไชที่เป็นโรคมะเร็งโดยใช้เห็ดหลินจือ (เห็ดหมื่นปี) พบว่าเห็ดชนิดนี้สามารถที่จะรักษาผู้ที่ เป็นโรคมะเร็งได้ จึงทำให้ประชาชนหันมาสนใจเห็ดและนิยมรับประทานเห็ดกันมากขึ้น และเห็ดยังจัดเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่ยอมรับประทานมังสะวิรัติ ตลอดจนผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจ โรคตับ โรคความดัน ฯลฯ และยังสำหรับผู้ที่ต้องการจะลดน้ำหนักอีกด้วย

ตาราง 1 แสดงคุณค่าทางอาหารของเห็ด

คุณค่าทางอาหาร	เห็ดหูหนู ชนิดบาง (สด)	เห็ดหอม (สด)	เห็ดฟาง (สด)	เห็ด นางรม (สด)	เห็ด แชมปิญอง (สด)
ความชื้น (Initial moist.) %	87.1	80.3	90.1	90.8	88.8
โปรตีนหรือCrude Protein (% ต่อน้ำหนักแห้ง)	7.7	12.7	21.2	30.4	23.9
ไขมัน หรือ Fat (% ต่อน้ำหนักแห้ง)	0.8	2.0	10.1	2.2	8.0
คาร์โบไฮเดรต (% ต่อน้ำหนักแห้ง)	87.6	79.6	58.6	57.6	61.1
เถ้า (% ต่อน้ำหนักแห้ง)	3.9	5.7	10.19.8	9.8	8.0
พลังงาน (Kcal % ต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม)	347.0	330.0	368.0	345.0	381.0
Thiamine (มก.ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	0.2	7.8	1.2	4.8	8.9
Raboflavin (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	0.9	4.9	3.3	4.7	3.7
Niacin (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	1.6	54.9	91.9	108.7	42.5
Ascorbic acid (มก.ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	nd	0	20.2	0	26.5
Ca (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	287.0	98.0	71.0	33.0	71.0
P (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	-	476.0	677.0	1348.0	921.0
Fe (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	47.3	8.5	17.1	15.2	8.8
Na (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	nd	61.0	374.0	837.0	106.0
K (มก. ต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	nd	nd	3455.0	3793.0	2850.0

ที่มา : ปัญญา โพธิ์รัตนรัตน์.(2538). เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. หน้า 2-5. อ้างอิงมาจาก Crisan and Sands,1978.

ตาราง 2 แสดงปริมาณกรดอะมิโน

ชนิดของกรดอะมิโน	เห็ดแชมปิญอง	เห็ดหอม	เห็ดนางรม	เห็ดโคน	เห็ดฟาง	เห็ดตับเต่า
Isoleucine	200	218	267	286	491	93
Leucine	329	348	610	437	321	378
Lysine	400	174	287	402	384	611
Methionine	41	87	97	98	80	192
Cystine	47	nd	29	nd	205	1041
Phenylalanine	186	261	233	277	437	331
Tyrosine	171	174	189	223	143	388
Threonine	243	261	290	330	375	342
Tryptophan	91	nd	87	nd	98	756
Valine	112	261	326	366	607	254
Histidine	120	87	107	214	3187	720
Alanine	414	305	403	nd	nd	544
Aspartic acid	400	392	570	nd	nd	544
Glutamic acid	629	1349	1041	nd	nd	803
Glycine	229	218	281	nd	nd	321
Proline	457	218	287	nd	nd	476
Serine	243	261	309	nd	nd	316

ที่มา : ปัญญา โพธิ์รัฐรัตน์.(2538). เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. หน้า 2-5. อ้างอิงมาจาก Crisan and Sands,1978.

สรุปการทดสอบสารอาหารประเภทต่าง ๆ

การทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

การทดสอบน้ำตาล

การทดสอบเบนดิคต์ (Benedict test) สารละลายต่างที่ใช้คือ C^{2+} ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) และกลีโคซิเตเรต กลไกการเกิดปฏิกิริยา C^{2+} จะจับตัวกับกลีโคซิเตเรต เกิดเป็นสารประกอบโซเดียมคิวบิเตเรต จากนั้นน้ำตาลรีดิวซ์จะรีดิวซ์ C^{2+} ให้เป็น Cu_2O ที่เป็นตะกอนสีแดงอิฐ บางครั้งอาจให้สีเขียวอมเหลือง สีเหลือง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล ถ้าน้ำตาลน้อยสีของสารละลายอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือสีเขียวอมเหลือง ถ้ามีปริมาณน้ำตาลมาก อาจได้สีแดงหรือสีน้ำตาลปนแดง

การทดสอบแป้ง

ในแป้งจะมีองค์ประกอบ 2 ชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเพคติน ประมาณ 80 % การทดสอบหาแป้งจะทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน จะได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน เนื่องจากไอโอดีนจะแทรกเข้าไปในส่วนนอนโพลาไรในเกลียวของอะไมโลส ซึ่งความยาวของเกลียวอะไมโลส จะเป็นตัวกำหนดสีของสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่เกิดขึ้น

การทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน

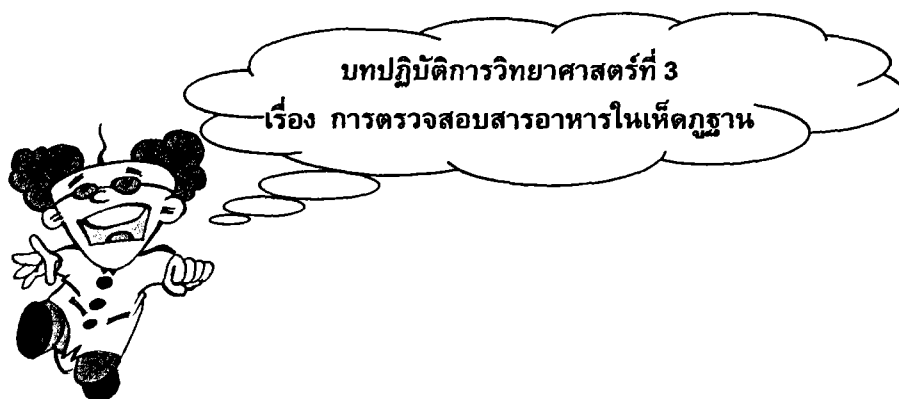
การทดสอบไบยูเรต (Biuret test) เป็นการทดสอบสารที่มีพันธะเปปไทด์ตั้งแต่ 2 แห่งขึ้นไป และโปรตีนทุกตัวสารดังกล่าวจะรวมกับ Cu^{2+} ในเบส ได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีม่วงจนถึงสีชมพูอมม่วง สีของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุลสารอาหารประเภทโปรตีน เมื่อทดสอบกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และคอปเปอร์ซัลเฟต จะได้สีม่วงหรือชมพูอมม่วง หรือสีน้ำเงินสีที่เกิดขึ้นเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของ Cu^{2+}

การทดสอบสารอาหารประเภทวิตามินซีอย่างง่าย

โดยหดยดสารละลายที่ต้องการทดสอบลงไปในน้ำแบ่งสุกผสมสารละลายไอโอดีน (จะได้สารละลายสีน้ำเงิน) เป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่ ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีให้เปรียบเทียบจากจำนวนหยดที่ใช้กับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีสังเคราะห์ที่ทราบความเข้มข้นของวิตามินซี และในการทดลองต้องควบคุมปริมาณน้ำแบ่งและปริมาณสารละลายไอโอดีนที่หยดลงไปให้เท่ากัน หลอดหยดที่ใช้ต้องเท่ากันด้วย

การเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของวิตามินซี

- ถ้าจำนวนหยดของสารละลายที่ต้องการทดสอบหยดลงไปในน้ำแบ่งสุกผสมสารละลายไอโอดีน (จะได้สารละลายสีน้ำเงิน) เปลี่ยนเป็นไม่มีสี ใช้จำนวนหยดน้อย แสดงว่าระดับความเข้มข้นของวิตามินซีมาก
- ถ้าจำนวนหยดของสารละลายที่ต้องการทดสอบหยดลงไปในน้ำแบ่งสุกผสมสารละลายไอโอดีน (จะได้สารละลายสีน้ำเงิน) เปลี่ยนเป็นไม่มีสี ใช้จำนวนหยดเท่ากัน แสดงว่าระดับความเข้มข้นของวิตามินซีใกล้เคียงกัน
- ถ้าจำนวนหยดของสารละลายที่ต้องการทดสอบหยดลงไปในน้ำแบ่งสุกผสมสารละลายไอโอดีน (จะได้สารละลายสีน้ำเงิน) เปลี่ยนเป็นไม่มีสี ใช้จำนวนหยดมาก แสดงว่าระดับความเข้มข้นของวิตามินซีน้อย



หลักการ

สารอาหาร (Nutrient) หมายถึง สารเคมีที่ประกอบอยู่ในอาหารที่เรากิน และเป็นตัวที่ทำให้อาหารแต่ละชนิดเกิดประโยชน์ในการบำรุงร่างกาย และสุขภาพสมบูรณ์ สารอาหารแบ่งออกเป็น 6 ชนิด คือ 1) คาร์โบไฮเดรต 2) ไขมัน 3) โปรตีน 4) วิตามิน 5) เกลือแร่ และ 6) น้ำ

การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดถั่ว คือ การตรวจสอบสารอาหาร ประเภทคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ น้ำตาล และแป้ง ประเภทโปรตีน และประเภทวิตามิน ได้แก่ วิตามินซี ในเห็ดถั่ว ที่สามารถตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีทดสอบด้วยวิธีอย่างง่าย

การตรวจสอบสารอาหารในเห็ดถั่ว ทั้ง 3 ประเภท ตรวจสอบโดยวิธีการ ดังนี้

- 1) ตรวจสอบแป้ง ด้วยสารละลายไอโอดีน จะได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน
- 2) ตรวจสอบน้ำตาล ด้วยสารละลายเบเนดิกต์ จะได้ตะกอนสีแดงอิฐ บางครั้งอาจให้สีเขียวอมเหลือง สีเหลือง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล ถ้าน้ำตาลน้อยสีของสารละลายอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือสีเขียวอมเหลือง ถ้ามีปริมาณน้ำตาลมาก อาจได้สีแดงหรือสีน้ำตาลปนแดง
- 3) ตรวจสอบโปรตีน ด้วยวิธีไบยูเรต คือเมื่อทดสอบกับสารละลายไซเคียมไฮดรอกไซด์ และคอปเปอร์ซัลเฟต จะได้สีม่วงหรือชมพูอมม่วง หรือสีน้ำเงิน
- 4) ตรวจสอบวิตามินซี ด้วยสารละลายน้ำแป้งสุกและสารละลายไอโอดีน จะได้สารละลายสีน้ำเงิน และเมื่อหยดสารละลายที่ต้องการตรวจสอบลงไปนับจำนวนหยดของสารละลายจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่ ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีให้ เปรียบเทียบจากจำนวนหยดที่ใช้กับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีสังเคราะห์ที่ทราบความเข้มข้นของวิตามินซี และในการทดลองต้องควบคุมปริมาณน้ำแป้งและปริมาณสารละลายไอโอดีนที่หยดลงไปให้เท่ากัน หลอดหยดที่ใช้ต้องเท่ากันด้วย

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปวิธีการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดถั่วได้
2. นักเรียนสามารถสรุปข้อแตกต่างของการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดถั่วแต่ละวิธีได้
3. นักเรียนสามารถสรุปสารอาหารที่พบในเห็ดถั่วได้

เวลาที่ใช้

3 คาบ (150 นาที)

วัสดุและอุปกรณ์

1. น้ำกลั่น	100	ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. น้ำนม	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ไข่ขาว	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. น้ำเห็ดภูฐาน	50	ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. น้ำแป้งมัน	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
6. สารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1 %	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. สารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1 %	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. น้ำแป้งสุก	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
9. น้ำมะนาว	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
10. สารละลายไอโอดีน	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
11. สารละลายเบเนดิกต์	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
12. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
13. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
14. หลอดทดลองขนาดกลาง	8	หลอด
15. กระบอกตวงขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร	2	อัน
16. แท่งแก้วคนสาร	2	อัน
17. หลอดจีดยาขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร	2	อัน
18. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ และขาหนีบ	1	ชุด

วิธีดำเนินการ

กิจกรรมที่ 1 : การตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง

1. นำน้ำกลั่น, น้ำแป้ง และน้ำเห็ดภูฐาน ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ในปริมาณหลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. หยดสารละลายไอโอดีน จำนวน 3 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด เขย่าหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง
3. ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 1-2 อีก 2 ครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง
4. สรุปผลและนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 2 : การตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล

1. นำน้ำกลั่น, สารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1 % และน้ำเห็ดภูฐาน ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ในปริมาณหลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. หยดสารละลายเบเนดิกต์ จำนวน 5 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด เขย่าหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด
3. นำหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด ที่หยดสารละลายเบเนดิกต์ไปต้มในน้ำร้อนในบีกเกอร์ เป็นเวลา 2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง
5. สรุปผลและนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 3 : การตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน

1. นำน้ำกลั่น, น้ำนม, ไข่ขาว และน้ำเห็ด姑蘇 ใสลงในหลอดทดลองขนาดกลาง ในปริมาณหลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. หยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต จำนวน 5 หยด และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 10 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 4 หลอด เขย่าหลอดทดลองทั้ง 4 หลอด สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง
3. ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 1-2 อีก 2 ครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง
4. สรุปผลและนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 4 : การตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซี

1. นำน้ำแอปเปิ้ล ใสลงในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด ในปริมาณหลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร หยดสารละลายไอโอดีน จำนวน 1 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 3 หลอด เขย่า สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารและบันทึกผลการทดลอง
2. หยดสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1 % ลงในหลอดทดลองที่ 1 เขย่า นับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1 % ที่ทำให้สารละลายน้ำแอปเปิ้ลที่มีไอโอดีนเปลี่ยนเป็นไม่มีสี บันทึกจำนวนหยดที่ใช้
3. ทำการทดลอง 2 แต่ใช้น้ำกลั่น น้ำมะนาว และน้ำเห็ด姑蘇 แทนสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1 % โดยเติมในหลอดที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง
4. ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 1-3 อีก 2 ครั้ง บันทึกผลการทดลอง
5. สรุปผล และนำเสนอผลงาน



แบบรายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3
เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蘇

วัน/เดือน/ปี.....กลุ่มที่.....

ชื่อสมาชิก 1).....ชั้น.....เลขที่.....
 2).....ชั้น.....เลขที่.....
 3).....ชั้น.....เลขที่.....
 4).....ชั้น.....เลขที่.....
 5).....ชั้น.....เลขที่.....
 6).....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

ผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 : การตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง

ตาราง 1 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้ง ในเห็ด姑蘇

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลง หลังทดสอบกับสารละลายไอโอดีน			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	น้ำกลั่น				
2	น้ำแป้ง				
3	น้ำเห็ด姑蘇				

สรุปผลการทดลอง.....

กิจกรรมที่ 2 : การตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล

ตาราง 2 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล ในเห็ด姑蘇

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลง หลังทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	น้ำกลั่น				
2	สารละลายน้ำตาล กลูโคสเข้มข้น 1 %				
3	น้ำเห็ด姑蘇				

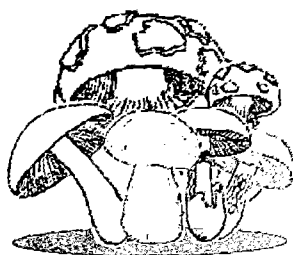
สรุปผลการทดลอง.....

กิจกรรมที่ 3 : การตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน

ตาราง 3 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน ในเห็ด姑蘇

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลงหลังทดสอบ กับสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	น้ำกลั่น				
2	น้ำนม				
3	ไข่ขาว				
4	น้ำเห็ด姑蘇				

สรุปผลการทดลอง.....



บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4
เรื่อง
การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน



**ใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน**

สาระสำคัญ

การแปรรูปหรือการถนอมอาหาร โดยหลักการใหญ่ คือ การทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่หรืออาจเกิดขึ้นในอาหาร และทำให้เกิดการเน่าเสียให้หมดไป เพื่อถนอมอาหารให้สามารถเก็บไว้ได้นาน

การถนอมอาหารในสมัยโบราณ เป็นไปในระดับพื้นบ้านหรือครัวเรือน เป็นกรรมวิธีต่างๆ โดยอาศัยธรรมชาติเป็นส่วนช่วยให้เก็บผลผลิตการเกษตรไว้ได้นาน มีทั้งการเก็บในลักษณะสด และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่โดยที่คุณภาพเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และสามารถเก็บไว้ได้นาน เช่น

1. การเก็บในสภาพสด ส่วนมากจะเป็นผักผลไม้ที่มีเปลือกหนา เช่น ฟักทอง ฟักเขียว สามารถเก็บไว้ได้นานในที่ร่มและอากาศถ่ายเทได้สะดวก

2. การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ

2.1 การทำแห้ง เช่น การตากแดด การกวน การต้มหรือการนึ่งแล้วตากแห้ง

2.2 การรมควัน

2.3 การแช่อิ่ม

2.4 การทอดหรือการคั่ว

2.5 การหมักเกลือ

การถนอมผลผลิตการเกษตรอาจจะใช้เกลือเป็นตัวช่วยในการรักษาไม่ให้เน่าเสียได้ เช่น เนื้อวัว เนื้อควาย และปลา เมื่อหมักโดยคลุกเคล้าเกลือกับเนื้อสัตว์ เกลือจะดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อ และขณะเดียวกันก็ซึมเข้าไปในเนื้อสัตว์ ทำให้เนื้อสัตว์มีรสเค็ม และทำให้เกิดภาวะไม่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

2.6 การหมักดอง

การหมัก (Fermentation) หมายถึง การถนอมอาหารโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์บางชนิดเป็นตัวช่วยในการย่อยสลาย เช่น น้ำปลา ปลาจ๋า ปลาเฒ่า หม่า ไข่กรอก (เปรี้ยว) เค็มหมกนัต ข้าวหมาก อุ (น้ำเมาหมักจากข้าว) ผักกาดดอง และหน่อไม้ดอง เป็นต้น

การดอง (Pickling) หมายถึง การถนอมอาหารในน้ำเกลือและอาจจะมีน้ำส้มเล็กน้อย อาจเติมเครื่องเทศ น้ำตาล หรือน้ำมันด้วยก็ได้ ผลิตภัณฑ์ที่ต้องในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำ ได้แก่ แตงกวาดอง กระเทียมดอง และขิงดอง หรืออาจดองโดยไม่ต้องอาศัยเชื้อจุลินทรีย์เลย เช่น ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว หรือที่มีความเป็นกรดสูงและใช้น้ำเกลือที่เค็มจัด หรือมีความเข้มข้นสูง เช่น มะม่วงดอง ไข่เค็ม เป็นต้น

การถนอมอาหารในปัจจุบัน ใช้วิวัฒนาการทางเทคโนโลยี เพื่อแปรรูปวัตถุดิบจำนวนมากพร้อมๆ กันเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป หรือกึ่งสำเร็จรูป หรือปรับปรุงกรรมวิธีการถนอมอาหารสมัยโบราณให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น ทั้งในด้านความสะอาด สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และเพื่อยืดอายุการเก็บอาหารนั้นให้ได้นาน

เห็ดเป็นผลผลิตทางการเกษตรอีกชนิดหนึ่ง เมื่อเห็ดที่มีการเพาะขายสดนั้นมีปัญหาเรื่องการขายสดไม่ได้ ล้นตลาด ดังนั้น ผู้เพาะเห็ดจะต้องคำนึงถึงปัญหาดตลาดและการแปรรูปรองรับ เพราะการขายเห็ดสดในประเทศไทยมีขีดจำกัด ดังนั้นเพื่อการแก้ปัญหาจึงต้องมีการถนอมและแปรรูปเห็ด เพื่อเก็บเห็ดนั้นไว้ได้นานและเพื่อการขาย หรืออาจสร้างรายได้ใหม่เป็นอาชีพเสริม

การถนอมหรือการแปรรูปเห็ด มีด้วยกันหลายวิธี เช่น

1. การตากแห้ง เป็นการตากเห็ดด้วยแดด โดยขั้นแรกต้องทำความสะอาดเห็ดก่อน แล้วจะหันหรือใช้ทั้งดอกตากแห้งก็ได้ สัก 3-4 แดด จึงนำใส่ถุงพลาสติกและตากแดดอีกที่ จึงนำไปเก็บไว้

2. การอบแห้ง การอบแห้งที่ดีควรแบ่งขั้นตอนการอบออกเป็น 3 ระยะ

ระยะแรกใช้อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง

ระยะสองใช้อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง

ระยะสามใช้อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง

ในระหว่างการอบควรเป่าอากาศให้ผิวเห็ดแห้งโดยเร็ว เพื่อรักษาให้มีรูปทรงเดิมอยู่

3. การบรรจุกระป๋อง จะต้องรักษาคุณภาพของเห็ด ต้องใช้เห็ดสดและไม่บอบช้ำ สะอาด การบรรจุกระป๋อง ควรใช้เห็ดทั้งดอกหรือหันก็ได้แล้วแต่ความต้องการ ซึ่งแน่นอนราคาก็จะแตกต่างกันไป ด้วย การบรรจุกระป๋องมีวิธีการ ดังต่อไปนี้

1. ล้างและตัดแต่งดอกเห็ดเอาตำหนิออกเสีย
2. ลวกเห็ดในน้ำเดือด 3 นาที แล้วทำให้เย็นทันที
3. ในน้ำที่ใช้ลวกผสมมะนาวลงไปเล็กน้อย
4. บรรจุกระป๋องให้มีน้ำหนักแห้งประมาณ 55 % ของน้ำหนักทั้งหมด
5. เติมน้ำเกลือให้มีความเข้มข้น 2-3 % ลงไปในกระป๋อง
6. ใส่อากาศออกด้วยการนึ่งสัก 10-15 นาที
7. ผึ่งฝากระป๋อง
8. นำไปนึ่งด้วยหม้อหนึ่งความดันไอ 16 ปอนด์ เป็นเวลา 20 นาที
9. ทำให้เย็นทันที โดยแช่น้ำอุณหภูมิ 35-38 องศาเซลเซียส
10. ลองสุ่มนำเห็ดกระป๋องมาตรวจสอบสภาพ



เห็ดกระป๋อง

4. เห็ดแช่แข็ง

1. ล้างเห็ดด้วยน้ำส้มสายชูหรือมะนาวอย่างเจือจาง
2. ลวกเห็ดที่ล้างแล้วในน้ำเดือดนาน 3 นาที เอาขึ้นแช่เย็นพักให้สะเด็ดน้ำ
3. บรรจุในภาชนะ ถุงพลาสติก กล่องพลาสติก ขวด กระป๋อง ฯลฯ
4. นำไปแช่แข็งทันที



ซอสเห็ด

5. แหนมเห็ด

แหนมเป็นอาหารหมักพื้นบ้านอย่างหนึ่งของคนไทยที่รู้จักกันมานาน นิยมบริโภคแทบทุกภาคของประเทศ การหมักแหนมเป็นวิธีการหนึ่งของการถนอมอาหาร และแปรรูปอาหาร ส่วนประกอบเครื่องปรุงที่ใช้ในการหมักแหนมจะแตกต่างกันไปตามแหล่งผลิตแต่ละแหล่ง แต่เดิมการผลิตแหนมจะผลิตกันในระดับครัวเรือน โดยส่วนมากจะเป็นการผลิตแหนมเนื้อ แหนมหมู โดยการนำเนื้อมาบดและผสมกับส่วนประกอบอื่นๆ เช่น หนั้หมู พริก กระเทียม ข้าวเหนียวบด และห่อด้วยใบตอง รัดให้แน่นและหมักทิ้งไว้ 2-3 วัน แต่ในปัจจุบันการผลิตแหนมจะผลิตกันเป็นระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีการดัดแปลงการหมักแหนมในรูปแบบอื่นๆ เช่น แหนมเอ็นไก่ แหนมซี่โครง แหนมปลา รวมถึงแหนมเห็ด เป็นต้น

แหนมเห็ด เป็นอาหารหมักที่เกิดจากการดัดแปลงจากการทำแหนมในรูปแบบอื่น ๆ ทำจากเนื้อเห็ดฉีกเป็นฝอยละเอียดหนึ่งให้สุก ผสมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ เกลือ ข้าวเหนียวหนึ่งสุกบด และกระเทียมปอกเปลือกบดละเอียด ผสมคลุกเคล้าและนวดให้เข้ากัน ปล่อยให้เกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อเห็ด เป็นพวกแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus* spp.) จะผลิตกรดแลคติกทำให้เกิดรสเปรี้ยวในเนื้อเห็ดขึ้น หลังจากหมักนาน 3 วัน

กระบวนการผลิตแหนมเห็ด

แหนมเห็ดนางฟ้า (สูตรกลุ่มสตรีอาสาพัฒนา และกลุ่มแปรรูปเห็ดนางฟ้า ต.ท่าวัน จ.เพชรบุรี)

มีส่วนประกอบและวิธีการ ดังนี้

ส่วนประกอบ

เห็ดนางฟ้า	5	กิโลกรัม
เกลือป่น	5	ช้อนโต๊ะ
กระเทียมปอกเปลือก	200	กรัม
ข้าวเหนียวหนึ่งสุก	100	กรัม

วิธีดำเนินการ

เริ่มจากนำเห็ดนางฟ้ามาฉีกเป็นฝอยละเอียด ล้างน้ำให้สะอาดแล้วนำไปนึ่งในลังถึงประมาณ 30 นาที ยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เห็ดเย็นตัว นำเห็ดหนึ่งมาคั้นเอาน้ำออกด้วยเครื่องคั้นน้ำแบบกด บีบเอาน้ำออกแล้วนำไปใส่ภาชนะสำหรับคลุกควรเป็นกะละมัง เอาส่วนผสมทั้งหมดใส่ลงในเห็ด แล้วใช้ไม้พายพลาสติกหรือใช้มือสวมถุงมือคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้ากันดีทั้งหมด เมื่อผสมเข้ากันหมดแล้วใช้เข็มจับผลไม้มาคียบเนื้อเห็ด บรรจุถุงพลาสติกขนาดความกว้างปากถุงประมาณ 3 นิ้ว แล้วใช้มือตักแต่งจากภายนอกถุงพลาสติก ให้ได้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวประมาณ 3 นิ้ว หยา 1 นิ้ว เมื่อได้รูปทรงตามขนาด ม้วนถุงพลาสติกให้แน่นจนสุดถุง แล้วจึงใช้หนังยางรัดเป็นปล้องๆ ด้านหัวและด้านท้าย กะให้ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว เก็บไว้ในที่ร่มเวลา 3 วัน นำออกจำหน่ายหรือรับประทานเป็นแหนมเห็ดได้

แหนมเห็ดนางรม (สูตร ศูนย์รวมเห็ด บ้านเห็ดอัญญาญิก จ.นครปฐม) มีส่วนประกอบและวิธีการ ดังนี้

ส่วนประกอบ

เห็ดนางรม	2	ขีด
เกลือ	1	ช้อนชา
ข้าวเหนียวสุก	1/4	ถ้วยตวง
กระเทียม	1	ช้อนโต๊ะ
เส้นเชียงฮั้ว	1	ขีด

วิธีดำเนินการ

1. นำเห็ดนางรมล้างให้สะอาด แล้วนึ่งให้สุก
2. นำเห็ดที่นึ่งสุกแล้วมาสับหยาบ พักไว้
3. นำเส้นเชียงฮั้วลวกให้สุกหั่นเป็นเส้น ๆ
4. โขลกกระเทียมและเกลือให้ละเอียด
5. นำข้าวเหนียวสุกมาแช่น้ำ



แหนมเห็ดนางรม

6. เอาส่วนผสมทุกอย่างมาคล้าให้เข้ากัน นำใส่ถุงพลาสติกใส่พริกชี้หนู หมักไว้ พอมีรสเปรี้ยวนำมารับประทาน หรือชุบแป้งทอด

6. ข้าวเกรียบเห็ด

ข้าวเกรียบจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดหนึ่งที่คนไทยรู้จักกันแพร่หลาย และนิยมบริโภค โดยเฉพาะการบริโภคเป็นกับแกล้ม มีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งมันสำปะหลัง ผสมด้วยน้ำ และเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ พริกไทย กระเทียม ข้าวเกรียบที่รู้จักมาช้านาน ได้แก่ ข้าวเกรียบวุ้น และข้าวเกรียบกึ่ง เนื่องจากข้าวเกรียบเป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันทั้งเด็กและผู้ใหญ่ จึงได้มีการนำมาพัฒนาในหลายรูปแบบ โดยมีส่วนผสมของอาหารชนิดอื่นด้วย เช่น ใช้น้ำมันปลา กุ้ง ปลาหมึก พักทอง ถั่วเหลือง ฯลฯ และมีชื่อเรียกตามชนิดอาหารที่นำมาผสม เช่น ข้าวเกรียบปลา ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลาหมึก ข้าวเกรียบพักทอง ข้าวเกรียบถั่วเหลือง

การทำข้าวเกรียบเห็ด ใช้วิธีเช่นเดียวกับการทำข้าวเกรียบประเภทอื่น เพียงแต่ใช้น้ำมันเห็ดบดหรือสับละเอียดผสมกับแป้งมันที่ใช้ทำข้าวเกรียบ ปริมาณน้ำที่เติมระหว่างการนวดแป้งควรปรับให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้แป้งเหลวหรือแห้งเกินไป การใช้น้ำมันเห็ดผสมปริมาณน้ำที่ใสจะลดลงไปด้วย เนื่องจากมีน้ำค่อนข้างมากในน้ำมันเห็ด

เทคนิคสำคัญของการทำข้าวเกรียบ นอกจากขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำแล้ว ยังขึ้นอยู่กับวิธีการนวดแป้งให้เข้ากับส่วนผสมจนมีเนื้อเนียน การนึ่งให้เนื้อแป้งสุกทั่วกัน การหั่นเป็นชิ้นบางๆ เรียงสม่ำเสมอ และการตากแดด แม้ว่าการทำข้าวเกรียบจะมีกรรมวิธีที่ไม่ยุ่งยาก อาหารที่ได้ก็มีคุณภาพใช้ได้ อย่างไรก็ตามการทำข้าวเกรียบให้มีคุณภาพดีจำเป็นต้องอาศัยความสนใจในแต่ละขั้นตอน บางคนอาจไม่ประสบความสำเร็จ ข้าวเกรียบไม่พองเมื่อทอดก็มี

ข้าวเกรียบเห็ด (สูตร ศูนย์รวมเห็ด บ้านเห็ดอัญญา จ.นครปฐม) มีส่วนประกอบและวิธีการ ดังนี้

ส่วนประกอบ

แป้งมัน	2 ½	ถ้วยตวง
น้ำ	1 ½	ถ้วยตวง
น้ำตาลทราย	2	ช้อนโต๊ะ
เห็ด	2	ขีด
งาปน	1	ช้อนโต๊ะ

พริกไทย

เกลือ

วิธีดำเนินการ

1. นำเห็ดมาฉีกเป็นชิ้นเล็ก ๆ พักไว้ นำเครื่องปรุงที่เหลือทั้งหมดผสมเข้ากันแล้วนำมาใส่เครื่องปั่นให้ละเอียด
2. ใช้อุปกรณ์แบบทำข้าวเกรียบปากหม้อตั้งน้ำให้เดือด แล้วนำของเหลวที่ปั่นละเอียดมาลงบนผ้าขนาดใหญ่ เล็ก ตามต้องการ
3. ปิดฝาพอสุกก็แซะใส่ตะแกรง แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง
4. เมื่อแห้งแล้วก็นำมาทอดให้เหลือง



ข้าวเกรียบเห็ด

ข้าวเกรียบเห็ดจะมีสีขาวของเห็ดที่บดแล้ว ซึ่งอาจเป็นสีที่ไม่ชวนรับประทานเท่าสีของข้าวเกรียบกึ่ง การใช้ส่วนผสมอื่นช่วย เช่น เนื้อพักทองจะช่วยให้ได้สีเหลืองอ่อน ดูน่ารับประทาน และข้าวเกรียบที่ได้จะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง คือ ได้โปรตีนจากเห็ด และวิตามินเอจากเนื้อพักทอง



บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4
เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑蕈

ตอนที่ 1 : การทำแหนมเห็ด姑蕈

หลักการ

แหนมเห็ด เป็นอาหารหมักที่เกิดจากการดัดแปลงจากการทำแหนมในรูปแบบอื่นๆ ทำจากเนื้อเห็ดฉีกเป็นฝอยละเอียดหนึ่งให้สุก ผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ เกลือ ข้าวเหนียวหนึ่งสุกบด และกระเทียมปอกเปลือกบดละเอียด ผสมคลุกเคล้าและนวดให้เข้ากัน ปลดปล่อยให้เกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อเห็ด เป็นพวกแลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus* spp.) จะผลิตกรดแลคติกทำให้เกิดรสเปรี้ยวในเนื้อเห็ดขึ้น หลังจากหมักนาน 3 วัน

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตแหนมเห็ด姑蕈ได้
2. นักเรียนสามารถตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของแหนมเห็ด姑蕈ได้
3. นักเรียนสามารถสรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตแหนมเห็ด姑蕈ได้
4. นักเรียนสามารถนำหลักการผลิตแหนมเห็ด姑蕈ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้

3 คาบ (150 นาที)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. เห็ด姑蕈	1	กิโลกรัม
2. เกลือป่น	15	กรัม
3. กระเทียมปอกเปลือก	40	กรัม
4. ข้าวเหนียวหนึ่งสุก	40	กรัม
5. ล้างถึง	1	ชุด
6. กะละมัง ขนาดกลาง	2	อัน
7. ถุงพลาสติก ขนาด 7 x 8 นิ้ว	20	ใบ
8. ยางรัดของ	40	เส้น
9. เครื่องชั่ง		
10. เตาแก๊สสำหรับนึ่งเห็ด		

วิธีดำเนินการ

1. นำเห็ด姑蕈 1 กิโลกรัม ล้างน้ำให้สะอาด ฉีกเป็นฝอยละเอียด แล้วนำไปนึ่งในลังถึงให้สุกประมาณ 20 นาที ยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
2. นำเห็ด姑蕈ที่นึ่งแล้ว มาบีบเอาน้ำที่ผสมอยู่ในเห็ดออก ใส่ไว้ในกะละมัง
3. เติมส่วนผสม เกลือป่น 15 กรัม ข้าวเหนียวหนึ่งสุกบด 40 กรัม และกระเทียมปอกเปลือกบดละเอียด 40 กรัม ลงในเห็ด姑蕈 คลุกเคล้าให้เข้ากัน และนวดจนเนื้อเห็ดจับตัวกัน
4. นำเนื้อเห็ดที่ได้ปั้นเป็นก้อน ๆ บรรจุใส่ถุงพลาสติก ม้วนถุงพลาสติกให้แน่นไปจนสุดถุงแล้วรัดด้วยยางรัดของ ทิ้งไว้ 3 วัน สังเกตผลการทดลอง บันทึกผล
5. สรุปผลการทดลองและนำเสนอผลงาน



**แบบรายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4
เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้ดูฐาน**

ตอนที่ 1 : การทำขนมให้ดูฐาน

วัน/เดือน/ปี.....กลุ่มที่.....

ชื่อสมาชิก 1).....ชั้น.....เลขที่.....
 2).....ชั้น.....เลขที่.....
 3).....ชั้น.....เลขที่.....
 4).....ชั้น.....เลขที่.....
 5).....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

ผลการทดลอง

ตาราง 1 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของขนมให้ดูฐาน หลังจากการหมักครบ 3-4 วัน

ที่	คุณลักษณะทางกายภาพ	ผลการสังเกต	หมายเหตุ
1	สี		
2	กลิ่น		
3	รสชาติ		
4	เนื้อสัมผัส		
5	ความชอบโดยรวม		

สรุปผลการทดลอง

.....

ตอนที่ 2 : การทำข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน

หลักการ

ข้าวเกรียบจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดหนึ่งที่คนไทยรู้จักกันแพร่หลาย และนิยมบริโภค โดยเฉพาะการบริโภคเป็นกับแกล้ม มีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งมันสำปะหลัง ผสมด้วยน้ำ และเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ พริกไทย กระเทียม และได้มีการนำมาพัฒนาในหลายรูปแบบ โดยมีส่วนผสมของอาหารชนิดอื่นด้วย เช่น ใช้เนื้อมี ปลา กุ้ง ปลาหมึก ฟักทอง ถั่วเหลือง ฯลฯ และมีชื่อเรียกตามชนิดอาหารที่นำมาผสม เช่น ข้าวเกรียบปลา ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลาหมึก ข้าวเกรียบฟักทอง ข้าวเกรียบถั่วเหลือง

การทำข้าวเกรียบเห็ด ใช้วิธีเช่นเดียวกับการทำข้าวเกรียบประเภทอื่น เพียงแต่ใช้เนื้อเห็ดบดหรือสับละเอียดผสมกับแป้งมันที่ใช้ทำข้าวเกรียบ ผสมด้วยน้ำ และเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ พริกไทย กระเทียม ปริมาณน้ำที่เติมระหว่างการนวดแป้งควรปรับให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้แป้งเหลวหรือแห้งเกินไป การใช้เนื้อเห็ดผสมปริมาณน้ำที่ใช้จะลดลงไปด้วย เนื่องจากมีน้ำค่อนข้างมากในเนื้อเห็ด

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบเห็ดภูฐานได้
2. นักเรียนสามารถตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของข้าวเกรียบเห็ดภูฐานได้
3. นักเรียนสามารถนำหลักการผลิตข้าวเกรียบเห็ดภูฐานไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้ 3 คาบ (150 นาที)

วัสดุและอุปกรณ์

1. แป้งมัน	500	กรัม
2. เนื้อเห็ดภูฐานบด	150	กรัม
3. เกลือป่น	10	กรัม
4. พริกไทยป่น	15	กรัม
5. น้ำตาลทราย	10	กรัม
6. กระเทียมปอกเปลือกโขลกละเอียด	20	กรัม
7. น้ำเดือด	50	ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. น้ำ	25	ลูกบาศก์เซนติเมตร
9. เครื่องปั่น		
10. เครื่องชั่ง		
11. กะละมัง ขนาดกลาง		
12. ลังถึง		
13. เต้าแก๊สสำหรับนั่งแก๊ง		
14. ใบตอง		
15. กระทะ		
16. น้ำมัน		
17. แผงตากข้าวเกรียบ		
18. มีด		

วิธีดำเนินการ

1. นำเห็ดภูฐานล้างน้ำให้สะอาด ฉีกเป็นชิ้นเล็กๆ บดให้ละเอียด
 2. ผสมแป้งมันกับเกลือป่น พริกไทยป่น น้ำตายทรายให้เข้ากัน
 3. นำแป้งที่ผสมเครื่องแล้ว 250 กรัม นวดกับน้ำเดือนก่อน แล้วค่อยๆ เติมน้ำเห็ดภูฐานบดละเอียด และกระเทียมปอกเปลือกโขลกละเอียด นวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน
 4. เติมน้ำที่ผสมเครื่องส่วนที่เหลือ และน้ำเย็นสลับกันไปจนแป้งที่ผสมเครื่องหมด
 5. ปั้นแป้งที่นวดได้แล้วเป็นแท่งกลมๆ ยาว แล้วใส่ลงในที่กรุด้วยใบตอง นำไปนึ่งประมาณ 1 1/2 ชั่วโมง
 6. เมื่อหนึ่งเสร็จแล้ว ตั้ทิ้งไว้ค้างคืน 1 คืน
 7. หั่นข้าวเกรียบที่หนึ่งแล้วเป็นชิ้นบางๆ ด้วยมีด แล้วตากบนแผงตากข้าวเกรียบประมาณ 1-2 แดด
- สังเกตผลการทดลอง บันทึกผล
8. เมื่อแห้งสนิทดีแล้ว นำมาทอดในน้ำมันร้อนๆ สังเกตผลการทดลอง บันทึกผล
 9. สรุปผลการทดลองและนำเสนอผลงาน



แบบรายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4
เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑蕈

ตอนที่ 2 : การทำข้าวเกรียบเห็ด姑蕈

วันเดือนปี.....กลุ่มที่.....

ชื่อสมาชิก 1).....ชั้น.....เลขที่.....
 2).....ชั้น.....เลขที่.....
 3).....ชั้น.....เลขที่.....
 4).....ชั้น.....เลขที่.....
 5).....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์

.....

ผลการทดลอง

ตาราง 2 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ด姑蕈 ก่อนและหลังทอด

ที่	คุณลักษณะทางกายภาพ	ผลการสังเกต		หมายเหตุ
		ก่อนทอด	หลังทอด	
1	สี			
2	ลักษณะ			
3	เนื้อสัมผัส			
4	รสชาติ			
5	ความชอบ			

สรุปผลการทดลอง

.....

ตอนที่ 3 : การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดภูฐาน

หลักการ

การแปรรูปหรือการถนอมอาหาร โดยหลักการใหญ่ คือ การทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่หรืออาจเกิดขึ้นในอาหาร และทำให้เกิดการเน่าเสียให้หมดไป เพื่อถนอมอาหารให้สามารถเก็บไว้ได้นาน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น การเก็บในสภาพสด การทำแห้ง การรมควัน การแช่แข็ง การทอดหรือการคั่ว การหมักเกลือ การหมักหรือการดอง

ดังนั้นการนำวัตถุดิบมาแปรรูป ถนอมรักษา และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ จึงต้องมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องโดยผสมผสานความรู้ วิธีการ และเทคโนโลยีจากหลายสาขา เพื่อให้เข้าใจถึงสาเหตุและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งจะนำมาสู่แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดีขึ้น รวมทั้งการพัฒนาและแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ให้มีความหลากหลายได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถทดลองและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดภูฐานได้
2. นักเรียนสามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดภูฐานได้
3. นักเรียนสามารถนำหลักการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดภูฐานไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

เวลาที่ใช้ 3 คาบ (150 นาที)

วัสดุและอุปกรณ์

1. เอกสารเสริมความรู้เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการ

กิจกรรมที่ 1 การเขียนเค้าโครง โครงงานวิทยาศาสตร์

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม และแต่ละกลุ่มศึกษาสำรวจและระดมความคิดในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดภูฐาน
2. แต่ละกลุ่มเสนอหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดภูฐาน
3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและแต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์
4. แต่ละกลุ่มเขียนเค้าโครงโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พิจารณาเลือก และนำเสนอผลงาน

กิจกรรมที่ 2 การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1. ลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแผนที่กำหนดไว้ในเค้าโครง โครงงานวิทยาศาสตร์
2. บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลอง
3. เขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์
4. นำเสนอผลงานและจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ แล้วประเมินโครงงาน



แบบรายงานผลการทดลอง
บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4
เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑蘇

ตอนที่ 3 : การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑蘇

วันเดือนปี.....กลุ่มที่.....

ชื่อสมาชิก 1).....ชั้น.....เลขที่.....
2).....ชั้น.....เลขที่.....
3).....ชั้น.....เลขที่.....
4).....ชั้น.....เลขที่.....
5).....ชั้น.....เลขที่.....

จุดประสงค์

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

ผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 : การเขียนเค้าโครง โครงการวิทยาศาสตร์

1. การวิเคราะห์หัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์

ตาราง 1 การวิเคราะห์หัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์

รายการ	โครงการที่			หมายเหตุ
	1	2	3	
1. ความถนัด/ความสนใจ ในการทำงานตามโครงการนี้				เกณฑ์การให้คะแนน 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด โครงการที่ได้รับ คะแนนมากที่สุดเป็น โครงการที่พิจารณา เลือก
2. ความต้องการ/ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการนี้				
3. ความรู้/ประสบการณ์เดิมที่สามารถนำมาใช้ในโครงการนี้				
4. ความพร้อมในด้านเงินทุน				
5. ความพร้อมในด้านเวลา				
6. ความพร้อมด้านแหล่งวิทยาการที่รู้จัก				
7. ความพร้อมของคณะผู้ร่วมงาน				
8. การสนับสนุนจากเพื่อน ๆ				
9. การสนับสนุนจากผู้ปกครอง				
10. การสนับสนุนจากอาจารย์ผู้สอน				
11. การสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษ				
รวมคะแนน				

2. การเขียนเค้าโครง โครงการวิทยาศาสตร์

2.1 ชื่อโครงการ.....

.....

2.2 สมมติฐาน.....

.....

2.3 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....

.....

2.4 ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....

.....

2.4 วิธีดำเนินการ

2.4.1 วัสดุและอุปกรณ์.....

.....

2.4.2 แนวทางการศึกษาทดลอง.....

.....

2.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....

.....

2.6 เอกสารอ้างอิง.....

.....

กิจกรรมที่ 2 การทำโครงการวิทยาศาสตร์

1. บันทึกผลการทดลอง

1.1 ผลการทดลอง.....

.....

1.2 สรุปผลการทดลอง.....

.....

1.3 วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง.....

.....

2. การเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์

- ชื่อโครงงาน.....
- ชื่อผู้ทำโครงงาน.....
- ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
- บทคัดย่อ.....
- บทที่ 1 บทนำ
 - 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....
 - 1.2 ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....
 - 1.3 ประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้า.....
 - 1.4 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....
 - 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะของการศึกษาค้นคว้า.....
 - 1.6 สมมติฐาน.....
 - 1.7 กรอบแนวคิด.....
- บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....
- บทที่ 3 วิธีดำเนินการ
 - 3.1 วัสดุและอุปกรณ์.....
 - 3.2 วิธีดำเนินการ.....
- บทที่ 4 ผลการศึกษา.....
- บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล.....
- เอกสารอ้างอิง.....
- ภาคผนวก.....

3. การจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงาน

①	②	③

- 3.1 การจัดผังแสดงโครงงาน
- 3.2 การนำเสนอผลงาน (Presentation)
- 3.3 ชิ้นงาน

การประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....



แบบฝึกห้ายบตปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
บตปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 เรื่อง การแปรรูปผลิตภณท์ให้ดฐาน

1. การบริภคแหนมให้ดฐานที่ถูกสขลักษณะควรปฏิบัติอย่างไร

.....

.....

.....

2. จงอธิบายวิธีการทำข้วเกรียบให้ดฐาน และสรุปลักษณะของข้วเกรียบให้ดฐานที่ได้จากการทดลอง

.....

.....

.....

3. การนำหลักการผลิตแหนมให้ดฐาน และข้วเกรียบให้ดฐานไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่น มีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

4. แนวคิดโครงการวิทยาศาสตร์เรื่องที่ทำ นักเรียนได้มาจากแหล่งใดและด้วยวิธีการใด

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนได้รับประโยชน์หรือไม่ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

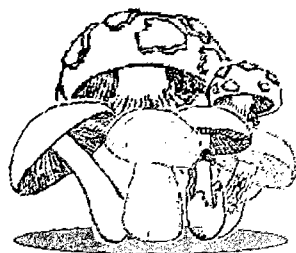
6. นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะเผยแพร่ความรู้เรื่องการแปรรูปผลิตภณท์ให้ดฐานที่นักเรียนได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนของนักเรียน และการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่น จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....



คู่มือประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
เรื่อง
การผลิตและการตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เรื่อง การสำรวจเห็ดในท้องถิ่น

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1

เพื่อให้นักเรียนสำรวจ ศึกษา วิเคราะห์ และเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเห็ดที่มีในท้องถิ่น เพื่อจำแนกประเภท และจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับเห็ดที่มีในท้องถิ่น

หมายเหตุ ครูให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องทั่วไปของเห็ด และการสำรวจเห็ดในท้องถิ่น ตามรายละเอียดในใบความรู้ประกอบการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 1 ประมาณ 50 นาที

จำนวนเวลาเรียนทั้งหมด 3 คาบ (200 นาที)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกชนิด และลักษณะของเห็ดที่สำรวจได้
2. นักเรียนสามารถค้นคว้าชื่อสามัญ และชื่อวิทยาศาสตร์ของเห็ดที่สำรวจได้
3. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของเห็ดที่สำรวจ พร้อมระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกได้

วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. แบบสำรวจเห็ดในท้องถิ่น	1 ชุด
2. ถูพลาสติกขนาด 12 x 15 นิ้ว สำหรับเก็บตัวอย่างเห็ด	1 ชุด
3. แม็กเย็บ พร้อมลวดเย็บ	1 ชุด
4. กล้องถ่ายรูป พร้อมฟิล์มถ่ายรูป	
5. หนังสือเห็ดเมืองไทย (อนงค์ จันทศรีกุล.2539)	
6. หนังสือเห็ดกินได้ และเห็ดมีพิษในประเทศไทย (ราชบัณฑิตยสถาน. 2539ก)	
7. แผ่นภาพเห็ดเมืองไทย (ถ้ามี)	

การเตรียมตัวก่อนล่วงหน้า

1. ครูสำรวจเห็ดที่มีในท้องถิ่น โดยกำหนดบริเวณที่ทำการสำรวจ ทำการสำรวจ สัมภาษณ์ข้อมูลเกี่ยวกับเห็ด นำมาจำแนกประเภท และจัดทำฐานข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการถ่ายรูป หรือถ่ายสไลด์
2. เตรียมข้อมูลเกี่ยวกับเห็ด เช่น หนังสือ แผ่นภาพ สำหรับให้นักเรียนทำการศึกษาข้อมูลหลังจากทำการสำรวจเห็ดที่มีในท้องถิ่น

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการแบ่งเขตพื้นที่ในการสำรวจเห็ดที่มีในท้องถิ่น
2. ในการสำรวจเห็ดที่มีในท้องถิ่น ครูควรบอกนักเรียนให้นักเรียนสำรวจเห็ดทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และเห็ดที่ทำการเพาะ
3. เมื่อนักเรียนสำรวจเห็ดที่มีในท้องถิ่นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารที่ครูได้เตรียมไว้ให้

ตัวอย่างเห็ดในท้องถิ่นที่ได้จากสำรวจ



ชื่อสามัญ (ภาษาไทย) เห็ดฟาง
(ภาษาอังกฤษ) Padi-straw Mushroom
Straw Mushroom

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Volvariella volvacea* (Bull.ex Fr.) Sing.

ชื่ออื่นๆ เห็ดบัว

ลักษณะทั่วไป ดอกเห็ดอ่อนรูปไข่ หรือรูปสามเหลี่ยม

มุ่มป้าน เมื่อเจริญขึ้นจะปรากฏคงเหลือเยื่อหุ้มรูปถ้วยอยู่ที่โคน ผิวนอกของเยื่อหุ้มส่วนมากจะเปลี่ยนเป็นสีขาวหม่นหรือสีเนื้อ หมวกเห็ดรูปไข่ เมื่อบานเต็มที่เส้นผ่าศูนย์กลาง 4-10 cm กลางหมวกมีขนละเอียดสีน้ำตาลดำหรือน้ำตาลแดง ครีบสีขาวแล้วเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน ไม่ยึดติดกับก้าน สันยาวไม่เท่ากัน ก้านยาว 4-10 cm เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 0.5-1 cm ผิวสีขาวนวลมีขนสีขาว เนื้อเป็นเส้นหยาบสีขาวรวมกันแน่น ตรงกลางก้านกลวง



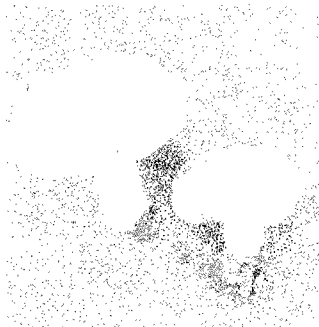
ชื่อสามัญ (ภาษาไทย) เห็ดลม
(ภาษาอังกฤษ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lentinus polychrous* Le'v.

ชื่ออื่นๆ เห็ดกระด้าง, เห็ดขอน, เห็ดบด

ลักษณะทั่วไป หมวกเห็ดรูปกรวยเล็ก สีขาวนวลหรือ

น้ำตาลอ่อนอมเทา เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-8 cm เนื้อคล้ายหนัง ขอบงอเล็กน้อย ผิวมีขนสั้นๆ สีน้ำตาลซึ่งรวมกันคล้ายเกล็ดเล็กๆ และปลายงอนขึ้นเล็กน้อยเกล็ดเรียงกระจายออกไปยังขอบหมวก ดอกอ่อนมีขอบบางและมันงอครึ่งสีน้ำตาลอ่อนอมเทา บางและแคบ เมื่อแห้งจะเหนียวแข็งและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงหรือน้ำตาลอมม่วง ครีบมีความยาวต่างกัน 5 ขนาด ด้านในยาวขนานเรียบเล็กลงไปติดกัน ด้านนอกเรียบแคบไปติดขอบหมวก ขอบครึ่งจักฟันเลื่อยเล็กน้อย มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แต่เวลาลูบจากซากมี ก้านแข็งเหนียว สีขาวนวลแล้วเปลี่ยนเข้มขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลดำ ยาว 0.5-2.5 cm เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4-1.5 cm อยู่กึ่งกลางหมวกหรือเยื้องไปข้างใดข้างหนึ่ง โคนใหญ่กว่า เนื้อในเห็ดสีขาวหม่นหรือขาวนวลอมเทาอ่อน



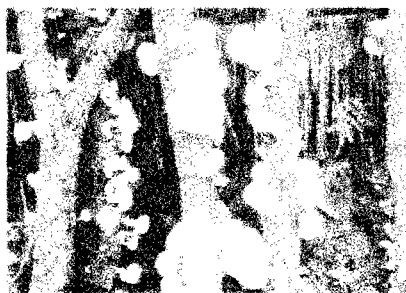
ชื่อสามัญ (ภาษาไทย) เห็ดแดงน้ำหมาก
(ภาษาอังกฤษ) Emetic Russula,
Sickener

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Russula emetica* (Schaeff. Ex Fr.) Pers.
ex S.F. Gray

ชื่ออื่นๆ -

ลักษณะทั่วไป หมวกเห็ดรูปกระดะคว่ำ สีแดงสด แดงเข้ม

หรือแดงอมส้ม เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-6 cm ตรงกลางเว้าตื้น ขอบม้วนงอลง ผิวเรียบ ใต้ผิวด้านบนมีสีแดง
เรื่อๆ เมื่อผิวถูกลอก ครีบสีขาวหรือขาวนวลเรียงห่างกันเล็กน้อย ไม่ยึดติดกับก้าน ก้านสีขาว ขาว 5-10 cm
เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-2.5 cm โคนรูปใบพาย ผิวเรียบ เป็นร่องตามยาว เนื้อในก้านสีขาวและมักเป็นโพรง



ชื่อสามัญ (ภาษาไทย) เห็ดขอนขาว
(ภาษาอังกฤษ)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lentinus Squarrosulus* Mont.

ชื่ออื่นๆ -

ลักษณะทั่วไป หมวกเห็ดเป็นรูปกรวยตื้น สีขาว เส้นผ่าน

ศูนย์กลาง 2-8 cm ขอบงอลงเล็กน้อย ผิวมีเกล็ดสีเหลืองเล็กๆ สีขาวนวล น้ำตาลหม่น หรือเทา เรียงกระจาย
จากกลางหมวกออกไปยังขอบเนื้อบางและเหนียวเล็กน้อยเมื่อเป็นเห็ดอ่อน ครีบสีขาว แดงและเรียงชิดกัน
ขาวนวลกับกรวยลงไปยึดติดกับก้าน ก้านรูปทรงกระบอก สีขาว ขาว 2-6 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1 cm
โคนก้านเรียว บนก้านมีเกล็ดเช่นเดียวกับหมวก เนื้อสีขาว แน่นและเหนียว

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้

1. เห็ดที่ได้จากการสำรวจในท้องถิ่น บริเวณรอบๆ โรงเรียน และรอบๆ หมู่บ้าน ต.พังทรา และ
ต.นาคำ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ได้แก่ เห็ดตีนตุ๊กแก, เห็ดตับเต่า, เห็ดแดงน้ำหมาก, เห็ดขอนขาว, เห็ด
ไข่น้ำตาล, เห็ดฟาง, เห็ดลม, เห็ดหนู, เห็ดเป่าฮื้อ, เห็ดพายทอง, เห็ดขี้ควาย, เห็ดขี้วัว, ซึ่งสามารถจัด
จำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1.1 เห็ดประเภทกินได้ ได้แก่ เห็ดตับเต่า, เห็ดแดงน้ำหมาก, เห็ดขอนขาว, เห็ดไข่น้ำตาล, เห็ดฟาง,
เห็ดลม, เห็ดหนู และเห็ดเป่าฮื้อ

1.2 เห็ดประเภทกินไม่ได้ ได้แก่ เห็ดตีนตุ๊กแก, เห็ดพายทอง, เห็ดขี้ควาย และเห็ดขี้วัว

1.3 เห็ดที่นำมาเพาะ ได้แก่ เห็ดขอนขาว, เห็ดฟาง, เห็ดลม, เห็ดหนู และเห็ดเป่าฮื้อ

2. เห็ดที่ได้จากการสำรวจในท้องถิ่น มีด้วยกันหลายชนิด หลายประเภท มีทั้งกินได้และกินไม่ได้ มี
ทั้งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและการนำมาเพาะ เห็ดมีลักษณะเป็นเส้นใย เกิดจากการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน
ของเส้นใยเกิดเป็นดอกเห็ด โดยอาศัยอาหารจากอินทรีย์วัตถุ ดังนั้นจากหลักการดังกล่าวจึงได้มีผู้นำเห็ดตาม
ธรรมชาติมาเพาะลงบนวัสดุเพาะ เพื่อให้เกิดดอกเห็ด

แนวคำตอบแบบฝึกหัดทฤษฎีการวิทยาศาสตร์

1. ให้เด็กที่นักเรียนสำรวจได้มีกี่ประเภท อะไรบ้าง และนักเรียนใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนก

ตอบ 2 ประเภท เห็ดที่รับประทานได้และเห็ดมีพิษ (รับประทานไม่ได้) แบ่งตามเกณฑ์คุณสมบัติการรับประทาน

2. ให้นักเรียนค้นคว้าชื่อสามัญและชื่อวิทยาศาสตร์ของเห็ดที่พบตามธรรมชาติ (นอกเหนือจากเห็ดที่นักเรียนทำการสำรวจ) พร้อมกับบอกลักษณะทั่วไปของเห็ด จำนวน 5 ชนิด และบันทึกผลการค้นคว้าวลงในตาราง

ตอบ ตามความคิดเห็นของนักเรียน (ข้อมูลจากหนังสือเกี่ยวกับชนิดของเห็ดทั่วไป)

3. นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่าเห็ดชนิดใดกินได้ และเห็ดชนิดใดมีพิษ และมีวิธีการทดสอบอย่างไร

ตอบ ทดสอบโดยวิธีการต้มกับข้าวเหนียวสุก ถ้าสีของข้าวเหนียวเปลี่ยนเป็นสีจากสีขาวเป็นสีอื่น เช่น สีม่วง แสดงว่าเห็ดมีพิษ

4. นอกจากที่นักเรียนสำรวจเห็ดในห้องดินของนักเรียนแล้ว นักเรียนพบเห็ดชนิดใดบ้างอีก มีลักษณะอย่างไร นำมารับประทานได้หรือไม่ และมีวิธีการทำอย่างไร

ตอบ จากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยพบ และความเข้าใจของนักเรียน

5. ถ้านักเรียนสามารถนำเห็ดที่นักเรียนสำรวจได้มาเพาะ นักเรียนจะเลือกเพาะเห็ดชนิดใด เพราะเหตุใด และนักเรียนมีวิธีการเพาะอย่างไร

ตอบ ตามความคิดเห็นของนักเรียน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1. ในการสำรวจเห็ดในห้องดิน ผลการสำรวจแต่ละชุมชน ห้องดิน หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ของแต่ละท้องถิ่นจะไม่เหมือนกัน ผลการสำรวจในคู่มือนี้เป็นเพียงตัวอย่างที่ทำการสำรวจเท่านั้น

2. ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 นี้ บางครั้งไม่สามารถปฏิบัติการสำรวจได้ เนื่องจาก ช่วงเวลาที่ปฏิบัติการสำรวจไม่ตรงกับช่วงเวลาที่เห็ดเกิดดอก ดังนั้นผู้สอนอาจให้นักเรียนช่วยกันเสนอชื่อเห็ดที่พบในห้องดิน และทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลตามแบบรายงานผลการสำรวจในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 1 ทำการสรุปและอภิปรายผลร่วมกัน ภายในห้องเรียนแทนการออกสำรวจเห็ดในห้องดิน

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 เรื่อง การผลิตเห็ดภูฐาน

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ถึงเทคนิคในการทำเชื้อเห็ด การกำจัดเชื้อปลอมปน อุปกรณ์ในการเพาะเห็ด วิธีการดูแลรักษาเห็ด และวิธีการเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก

สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 นี้ ไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเห็ดชนิดต่างๆ ที่สำคัญทางเศรษฐกิจและท้องถิ่น สามารถนำไปประกอบอาชีพตลอดจนแนะนำผู้อื่นได้

หมายเหตุ ครูให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก ตามรายละเอียดในใบความรู้ประกอบบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 ประมาณ 50 นาที (1 คาบ)

จำนวนเวลาเรียนทั้งหมด 27 คาบ (1,350 นาที)

หัวข้อสำคัญ ๆ ของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐานและการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนอาหารวัน P.D.A. (9 คาบ)

ขั้นตอนที่ 1.1 การเตรียมอาหารวัน P.D.A สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน (3 คาบ)

ขั้นตอนที่ 1.2 การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue culture) และการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใยเห็ดภูฐาน) บนอาหารวัน P.D.A (6 คาบ)

ตอนที่ 2 การเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง (6 คาบ)

ขั้นตอนที่ 2.1 การเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง (3 คาบ)

ขั้นตอนที่ 2.2 การเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง (3 คาบ)

ตอนที่ 3 การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) (9 คาบ)

ขั้นตอนที่ 3.1 การเตรียมวัสดุหมัก (3 คาบ)

ขั้นตอนที่ 3.2 การบรรจุวัสดุหมักลงถุงพลาสติก (3 คาบ)

ขั้นตอนที่ 3.3 การเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างลงถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) (3 คาบ)

ตอนที่ 4 การเปิดดอกเห็ดภูฐาน (3 คาบ)

ตอนที่ 1 การห่อเยื่อจากดอกเห็ดฐานและการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดฐานบนอาหารวัน P.D.A

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนรู้จักอุปกรณ์และเลือกใช้อุปกรณ์ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดฐานได้
2. นักเรียนสามารถเตรียมอาหารวันเลี้ยงเชื้อเห็ดฐาน (P.D.A) ได้
3. นักเรียนสามารถใช้หม้อนึ่งความดันในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวันเลี้ยงเชื้อเห็ดฐานได้
4. นักเรียนสามารถเตรียมอุปกรณ์สำหรับแยกเชื้อเห็ดฐานได้
5. นักเรียนสามารถแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดฐาน เพื่อเลี้ยงบนอาหารวัน P.D.A ได้
6. นักเรียนสามารถขยายเชื้อวัน (ต่อเส้นใยเห็ดฐาน) ลงบนอาหารวัน P.D.A ได้
7. นักเรียนสามารถผลิตเส้นใยเห็ดฐานบนอาหารวัน P.D.A เพื่อนำไปถ่ายเลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างได้

เวลาที่ใช้ทั้งหมด 9 คาบ (450 นาที)

ขั้นตอนที่ 1.1 การเตรียมอาหารวัน P.D.A สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ดฐาน (3 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. อาหารวัน P.D.A. สำหรับเลี้ยงเชื้อ	
1.1 มันฝรั่งปอกเปลือก (Potato = P)	200 กรัม
1.2 น้ำตาลเด็กโตรอส (Dextrose = D)	20 กรัม
1.3 วุ้นผงทำขนม (Agar =A)	20 กรัม
1.4 น้ำสะอาด	1,000 ลบ.ซม.
2. ถ้วยตวง หรือบีกเกอร์ ขนาด 1,000 ลบ.ซม.	1 ใบ
3. หม้อสำหรับต้มมันฝรั่ง	2 ใบ
4. มีด	1 อัน
5. เขียง	1 อัน
6. ผ้าขาวบาง	1 ผืน
7. ไม้พาย	1 อัน
8. สำลี่	1 ม้วน
9. ยางรัดของ	1 ถูง (2 ซีด)
10. ขวดกัก หรือขวดแบน	20 ขวด
11. กรวยกรอง	1 อัน
12. กระดาษ ขนาด 12x12 ซม. สำหรับปิดปากขวด	20 แผ่น
13. หม้อนึ่งความดัน	
14. เครื่องชั่ง	

การเตรียมตัวก่อนล่วงหน้า

เตรียมอุปกรณ์การเตรียมอาหารวุ้น P.D.A สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. เตือนให้นักเรียนระวังขณะเทอาหารวุ้นใส่ขวด อย่าให้อาหารวุ้นเปื้อนปากขวด และหลังจากเทอาหารวุ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วให้เช็ดทำความสะอาดปากขวดด้วยสำลี แล้วจึงทำการปิดจุกสำลี หุ้มกระดาษรัดด้วยหนังยาง
2. ครูอธิบายและสาธิตเกี่ยวกับวิธีใช้หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave)

ขั้นตอนวิธีการเตรียมอาหารวุ้น P.D.A สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน



1



2



3



4



5



6

ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนวิธีการเตรียมอาหารวุ้น P.D.A สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน

1. ต้มมันฝรั่ง 200 กรัม กับน้ำ 500 ลบ.ซม.
2. กรองเอากากมันฝรั่งออก
3. เติมนุ่นผง 20 กรัม น้ำตาลเด็กโทรส 20 กรัม และน้ำ 500 ลบ.ซม. ต้มไฟอ่อนๆ
4. กรอกอาหารวุ้นใส่ขวด พร้อมจุกสำลีแล้วหุ้มด้วยกระดาษ
5. นึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ใช้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 30 นาทีต่อเนื่อง
6. นำขวดอาหารวุ้นมาวางนอน 45-70 องศา เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวหน้าอาหารวุ้นต่อไป

หมายเหตุ

1. กรณีที่ไม่สามารถใช้น้ำตาลเดกโตรสได้ สามารถใช้น้ำตาลกลูโคสแทนได้
2. อาหารวุ้น P.D.A ที่เตรียมได้ นำไปใช้ในขั้นตอนที่ 1.2

ขั้นตอนที่ 1.2 การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด姑蘇 (Tissue Culture) และการเลี้ยงเชื้อ姑蘇เห็ด姑蘇 (การต่อเส้นใยเห็ด姑蘇) บนอาหารวุ้น P.D.A (6 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ดอกเห็ด姑蘇ที่สมบูรณ์	
2. เชื้อเห็ด姑蘇ที่เจริญเต็มขวดอาหารวุ้น P.D.A	1 ขวด
3. ขวดอาหารวุ้น P.D.A	20 ขวด (จากขั้นตอนที่ 1.1)
4. เข็มเขี่ย	1 อัน
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 อัน
6. สำลี	1 ม้วน
7. แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 %	1 ขวด
8. ไม้ขีดไฟ	
9. ตู้เขี่ยเชื้อ	

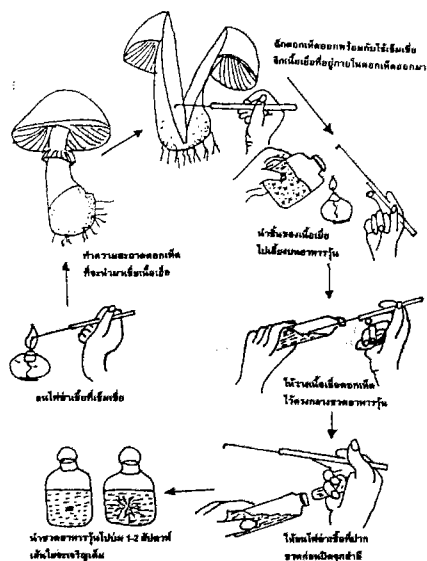
การเตรียมตัวก่อนล่วงหน้า

1. เตรียมดอกเห็ด姑蘇ที่สมบูรณ์สำหรับการเลี้ยงเชื้อเห็ด姑蘇 โดยเลือกดอกเห็ด姑蘇สดที่สมบูรณ์ แข็งแรง ให้ผลผลิตสูง ปราศจากโรคแมลงรบกวน และดอกเห็ด姑蘇ที่นำมาเขี่ยเนื้อเยื่อห้ามรดน้ำเด็ดขาด
2. เตรียมเชื้อเห็ด姑蘇ที่เจริญเต็มขวดอาหารวุ้น P.D.A โดยทำการเลี้ยงเนื้อเยื่อเห็ด姑蘇ตามบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 ตอนที่ 1 ก่อนล่วงหน้า 15 วัน หรือขอเชื้อเห็ด姑蘇จากศูนย์บริการเชื้อเห็ด (ถ้ามี)
3. ทำการฆ่าเชื้อตู้เขี่ยเชื้อ ก่อนการเขี่ยเชื้อ 2-3 วัน โดยใช้ด่างทับทิมประมาณ 50 กรัมต่อฟอร์มาลิน 100 ลบ.ซม. อบฆ่าเชื้อ ปิดทิ้งไว้ประมาณ 24-48 ชั่วโมง ก่อนลงมือปฏิบัติ และทำความสะอาดนอกตู้เขี่ยเชื้อ โดยเช็ดด้วยแอลกอฮอล์

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเขี่ยเชื้อเห็ด姑蘇 ก่อนลงมือปฏิบัติการเขี่ยเชื้อ
2. ครูอธิบายพร้อมยกตัวอย่างวิธีการเลือกดอกเห็ด姑蘇สำหรับนำมาเลี้ยงเชื้อ และการฆ่าเชื้อในตู้เขี่ยเชื้อ ก่อนลงมือปฏิบัติการเขี่ยเชื้อ
3. ครูอธิบายวิธีใช้อุปกรณ์ในการทดลอง
4. ครูอธิบายและสาธิตวิธีการเขี่ยเชื้อเห็ด姑蘇 ทั้งจากดอกเห็ด姑蘇และเชื้อเห็ด姑蘇ในอาหารวุ้น P.D.A
5. ให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการเขี่ยเชื้อนอกตู้เขี่ยเชื้อก่อนลงมือปฏิบัติการทดลอง
6. ให้นักเรียนถอดเครื่องประดับที่มีมือออก ก่อนที่จะสอดมือเข้าไปเขี่ยเชื้อ และเมื่อนักเรียนสอดมือเข้าไปภายในตู้เขี่ยเชื้อ ให้นักเรียนทำความสะอาดบริเวณมือ แขน และพื้นตรงที่จะทำการเขี่ยเชื้อ โดยเช็ดด้วยแอลกอฮอล์
7. ในการเขี่ยเชื้อเห็ด姑蘇 เตือนให้นักเรียนระวังอย่าลืมนำไฟฆ่าเชื้อที่เขี่ยเชื้อ และปากขวดอาหารวุ้น P.D.A และระวังอย่าให้ปลายเข็มเขี่ยสัมผัสส่วนใดภายในตู้เขี่ยเชื้อ
8. เมื่อนักเรียนดึงจุกสำลีออกจากปากขวดอาหารวุ้น P.D.A ระวังอย่าให้ส่วนของสำลีสัมผัสสิ่งอื่นเด็ดขาด และห้ามกำจุกสำลี

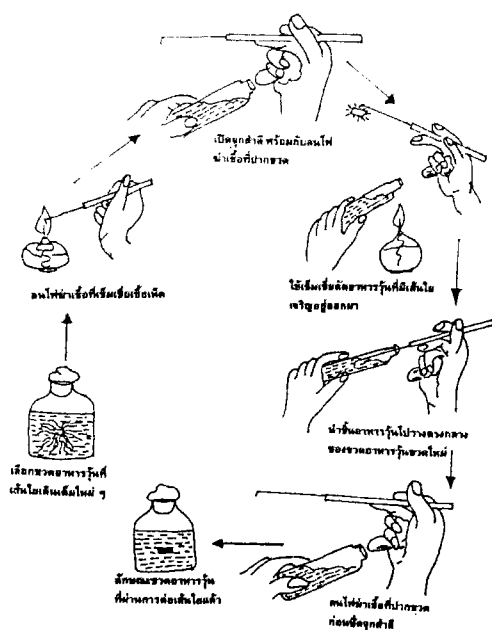
ขั้นตอนการเย็บเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดลงบนอาหารวุ้น P.D.A



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการเย็บเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด เลี้ยงบนอาหารวุ้น P.D.A

ที่มา : ปัญญา โพธิ์รัตนัน. (2538). เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. หน้า 181.

ขั้นตอนการเย็บเชื้อวุ้นเห็ด ลงบนอาหารวุ้น P.D.A



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการเย็บเชื้อวุ้นเห็ด (การต่อเส้นใย) จากอาหารวุ้น P.D.A ลงบนอาหารวุ้น P.D.A

ที่มา : ปัญญา โพธิ์รัตนัน. (2538). เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. หน้า 83.

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 ลักษณะและความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐาน จากการแยกเนื้อเยื่อเห็ดจากดอกเห็ดภูฐาน (Tissue culture) บนอาหารวุ้น P.D.A

วันที่	ความยาวของเส้นใย (cm)	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มขยายเนื้อเยื่อเห็ดจากดอกเห็ดภูฐาน ลงบนอาหารวุ้น P.D.A	อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-30 °C
2	-	-	
3	0.1	เริ่มมีเส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายผ้าบางๆ) แพร่กระจายออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดภูฐาน เห็น เส้นใยไม่ชัดเจน	
4	0.5	เส้นใยสีขาวเริ่มหนาขึ้น มองเห็นเส้นใยชัดเจน แพร่กระจายไปตามอาหารวุ้น P.D.A	
5	1.0	เส้นใยสีขาว มีความยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ แพร่กระจายไปตามอาหารวุ้น P.D.A	
6	2.0		
7	2.0		
8	2.2		
9	2.8		
10	3.0		
11	3.5		
12	4.0		
13	5.0		
14	5.0	เส้นใยสีขาวรัดตัวกันหนาและแน่น แพร่กระจาย เต็มขวดอาหารวุ้น P.D.A มองไม่เห็นผิวหน้า	
15	5.0	อาหารวุ้น P.D.A	

ตาราง 2 ลักษณะและความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐาน จากการเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐาน (การต่อเส้นใย)
บนอาหารวัน P.D.A

วันที่	ความยาวของเส้นใย (cm)	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มเปียเชื้อวันเห็ดภูฐาน ลงบนอาหารวัน P.D.A	อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-30 °C
2	-	-	
3	0.5	เริ่มมีเส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายผ้าบางๆ) แพร่กระจายออกจากเชื้อวันเห็ดภูฐาน เห็น เส้นใยไม่ชัดเจน	
4	1.0	เส้นใยสีขาวเริ่มหนาขึ้น มองเห็นเส้นใยชัดเจน แพร่กระจายไปตามอาหารวัน P.D.A	
5	1.5	เส้นใยสีขาว มีความยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ แพร่กระจายไปตามอาหารวัน P.D.A	
6	2.0		
7	3.0		
8	4.2		
9	5.4		
10	6.0		
11	6.5	เส้นใยสีขาวรัดตัวกันหนาและแน่น แพร่กระจาย เต็มขวดอาหารวัน P.D.A มองไม่เห็นผิวหน้า อาหารวัน P.D.A	
12	7.0		
13	7.0		
14	7.0		
15	7.0		



1



2



3

ภาพประกอบ 5 เชื้อเห็ดภูฐาน และเส้นใยเห็ดภูฐานบนอาหารวัน P.D.A

1. เนื้อเยื่อจากดอกเห็ดภูฐานบนอาหารวัน P.D.A
2. เชื้อวันเห็ดภูฐานบนอาหารวัน P.D.A
3. เส้นใยเห็ดภูฐานที่แพร่เต็มขวดอาหารวัน P.D.A

อภิปรายผลหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้

1. เห็ดเป็นพืชชั้นต่ำจำพวกที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้แบบพืชที่สีเขียวทั่วไป ฉะนั้นอาหารและพลังงานของเห็ดจึงได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้อยู่ในรูปของน้ำตาล เซลลูโลส แป้ง ฯลฯ ดังนั้นในการเพาะเห็ด อาหารเห็ดมีความสำคัญในการนำมาเลี้ยงเชื้อเห็ด เพื่อที่จะได้เชื้อเห็ดในปริมาณที่มากขึ้น สามารถนำไปเพาะในถุงพลาสติก ให้อายุสั้นให้เห็ดงอกได้ต่อไป

2. อาหารเห็ดมีความสำคัญในการนำมาเลี้ยงเชื้อเห็ด อาหารเห็ด หรือ พี.ดี.เอ (P.D.A) ย่อมาจาก Potato Dextrose Agar มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ มันฝรั่ง (Potato) ทำหน้าที่เป็นโปรตีนสำหรับเห็ด น้ำตาลเดกโตรส (Dextrose) ทำหน้าที่เป็นอาหารสำหรับเห็ด และวุ้นทำขนม (Agar) ทำหน้าที่พองเส้นใยเห็ดให้เจริญบนผิว และให้ความชื้นในระหว่างการเจริญเติบโต

3. การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด เป็นการนำเอาเนื้อเยื่อของดอกเห็ดหรือสปอร์มาเพาะให้เจริญขึ้นเป็นเส้นใย เพื่อใช้ขยายพันธุ์ไปทำหัวเชื้อต่อไป โดยนำมาเลี้ยงเส้นใยเห็ดบนอาหารเห็ด P.D.A

4. การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด ทำได้โดยการตัดชิ้นเนื้อเยื่อในลำต้นเห็ดมาเลี้ยงบนอาหารเห็ด P.D.A เรียกว่า วิธี “ทิสซุคัลเจอร์” (Tissue culture) ใช้กับเห็ดขนาดใหญ่ และสามารถตัดเนื้อเยื่อมาเลี้ยงได้ง่าย เป็นวิธีที่นิยมทำกันมากและดอกเห็ดที่ได้มีลักษณะตรงตามพันธุ์เดิมทุกประการ และการต่อเส้นใยเห็ดที่เจริญบนอาหารเห็ด P.D.A ลงบนอาหารเห็ด P.D.A เป็นการนำเอาเส้นใยเห็ดที่เจริญบนอาหารเห็ด P.D.A อยู่แล้ว มาเลี้ยงบนอาหารเห็ด P.D.A อีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้มีปริมาณของเส้นใยเพิ่มมากขึ้น

ตอนที่ 2 การเลี้ยงเชื้อวันเห็นภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเตรียมอุปกรณ์ สำหรับการเลี้ยงเชื้อเห็นภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่างได้
2. นักเรียนสามารถตัดถ่ายเส้นใยเห็นภูฐานจากอาหารวัน P.D.A มาเลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างได้
3. นักเรียนสามารถเลี้ยงเส้นใยเห็นภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง เพื่อนำไปเพาะเห็นภูฐานในถุงพลาสติกต่อไปได้

เวลาที่ใช้ทั้งหมด 6 คาบ (300 นาที)

ขั้นตอนที่ 2.1 การเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง (3 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. เมล็ดข้าวฟ่าง	1 กิโลกรัม
2. ขวดกัก หรือขวดแบน	15 ขวด
3. กระดาษ ขนาด 12x12 ซม. สำหรับปิดปากขวด	30 แผ่น
4. สำลี	1 ม้วน
5. ยางรัดของ	1 ถู (2 ซีด)
6. ไม้พาย	1 อัน
7. เตาแก๊ส หรือเตาหุงต้ม	
8. ลังถึง หรือหวดข้าว	
9. กระด้ง หรือตะแกรงตาข่าย	
10. หม้อนึ่งความดัน	
11. เครื่องชั่ง	

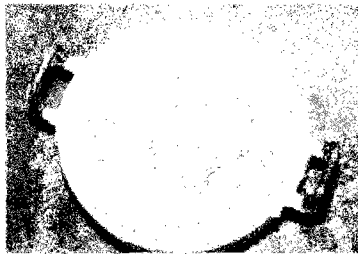
การเตรียมตัวก่อนล่วงหน้า

1. แช่เมล็ดข้าวฟ่าง ก่อนปฏิบัติการขั้นตอนที่ 2.1 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือ 1 คืน
2. เตรียมอุปกรณ์สำหรับการเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

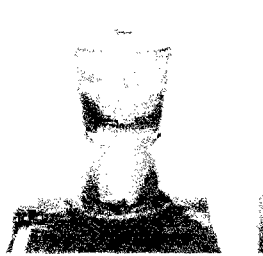
อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูแนะนำนักเรียนให้หนึ่งเมล็ดข้าวฟ่างให้เมล็ดสุกพอดี ระวังอย่าให้เมล็ดข้าวฟ่างแตกบานจนเต็ม
2. ครูแนะนำนักเรียนในการฝึงเมล็ดข้าวฟ่างที่หนึ่งสุก ให้ฝึงพอหมด ไม่ให้เมล็ดข้าวฟ่างแห้งจนเกินไป
3. ให้นักเรียนทำการเขียนเชื้อวันเห็นภูฐานลงบนเมล็ดข้าวฟ่างในวันถัดไป เนื่องจากขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านการนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดันต้องรอให้เย็น 3-4 ชั่วโมง จึงสามารถทำการเขียนเชื้อได้

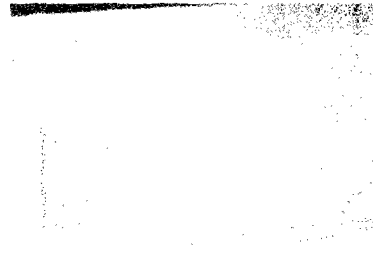
ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง



1



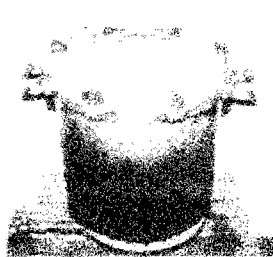
2



3



4



5



6

ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง

1. แช่เมล็ดข้าวฟ่าง 1 กิโลกรัม 12 ชั่วโมง หรือ 1 คืน
2. นึ่งเมล็ดข้าวฟ่างพอสุก ให้เนื้อในนุ่ม
3. ผึ่งลมให้น้ำแห้งเล็กน้อย พอมีน้ำหมาดๆ
4. กรอกเมล็ดข้าวฟ่างลงขวด ประมาณ $\frac{1}{2}$ ของขวด ปิดจุกสำลี ห่อปากขวดด้วยกระดาษ
5. นึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาทีต่อเนื่อง
6. เมล็ดข้าวฟ่าง สำหรับการเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐาน

ขั้นตอนที่ 2.2 การเขียนเขียนเห็ดฐาน ลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. เชื้อเห็ดฐานที่เจริญเต็มขวดอาหารวัน P.D.A	1 ขวด (จากตอนที่ 1)
2. ขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว	15 ขวด (จากขั้นตอนที่ 2.1)
3. เข็มเขียน	1 อัน
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 อัน
5. สำลี	1 ม้วน
6. แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 %	1 ขวด
7. ตู้เขียนเชื้อ	
8. ไมซ์ไฟ	

การเตรียมตัวก่อนลงหน้า

1. เตรียมเชื้อเห็ดฐานที่เจริญเต็มขวดอาหารวัน P.D.A จากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2 ตอนที่ 1 หรือครูเตรียมเชื้อเห็ดฐานที่เจริญเต็มขวดอาหารวัน P.D.A ล่วงหน้า 15 วัน หรือขอเชื้อเห็ดฐานจากศูนย์บริการเชื้อเห็ด (ถ้ามี)

2. ทำการฆ่าเชื้อตู้เขียนเชื้อ ก่อนการเขียนเชื้อ 2-3 วัน โดยใช้ด่างทับทิมประมาณ 50 กรัมต่อฟอร์มาลีน 100 ลบ.ซม. อบฆ่าเชื้อ ปิดทิ้งไว้ประมาณ 24-48 ชั่วโมง ก่อนลงมือปฏิบัติการ และทำความสะอาดนอกตู้เขียนเชื้อ โดยเช็ดด้วยแอลกอฮอล์

อภิปรายก่อนการทดลอง

ครูแนะนำให้นักเรียนแกะขวดเมล็ดข้าวฟ่างให้แตกกระจายเสียก่อนลงมือปฏิบัติการเขียนเชื้อ เนื่องจากเมล็ดข้าวฟ่างเมื่อผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อจะจับตัวกันเป็นก้อน

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 ลักษณะและความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐาน จากเชื้อวุ้นเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง

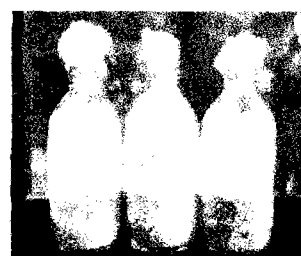
วันที่	ความยาวของเส้นใย (cm)	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มเชื้อเชื้อวุ้นเห็ดภูฐาน ลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง	อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-30 °C
2	-	-	
3	-	-	
4	0.5	เริ่มมีเส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายผ้าบางๆ)	
5	1.0	แพร่กระจายออกจากเชื้อวุ้นเห็ดภูฐาน แพร่ไป ตามเมล็ดข้าวฟ่าง เห็นเส้นใยไม่ชัดเจน	
6	2.0	เส้นใยสีขาว หนาขึ้นเล็กน้อย มองเห็นเส้นใย ชัดเจน แพร่กระจายออกไปเรื่อยๆ ตาม เมล็ดข้าวฟ่าง	
7	3.0		
8	3.6		
9	4.0	เส้นใยสีขาว มีความยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ มองเห็นเส้นใยชัดเจน แพร่กระจายออกไปเรื่อยๆ ตามเมล็ดข้าวฟ่าง เกือบเต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่าง	
10	4.0		
11	5.0		
12	6.0	เส้นใยสีขาวแพร่กระจายเต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่าง มีความหนาของเส้นใยเพิ่มมากขึ้น	
13	6.5		
14	7.0	เส้นใยสีขาวรัดตัวกันหนาแน่นเต็ม	
15	7.0	ขวดเมล็ดข้าวฟ่าง (มองเห็นเส้นใยชัดเจน)	



1



2



3

ภาพประกอบ 7 การแพร่ของเส้นใยเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง

1. เชื้อวุ้นเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง
2. ลักษณะเส้นใยเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง
3. เส้นใยเห็ดภูฐานแพร่เต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่าง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้

1. การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่างเป็นการขยายเชื้อเห็ดภูฐาน ให้มีปริมาณมากขึ้นก่อนที่จะนำไปขยายลงถุงปุ๋ยหมักหรือถุงซีลียต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการเปลี่ยนอาหารให้กับเส้นใยเห็ดจากอาหารอ่อนมาเป็นอาหารแข็ง เป็นการสร้างความแข็งแรงให้กับเส้นใยของเห็ดภูฐาน และเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันเชื้ออื่นที่จะเข้ามาได้ด้วย

2. การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าวฟ่าง ทำโดยการนำเมล็ดข้าวฟ่างแช่น้ำไว้ 1 คืน นำไปนึ่งพอสุกผึ่งลมให้เย็น กรอกใส่ขวด แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน เสร็จแล้วจึงนำไปขยายเชื้อต่อไป นอกจากเมล็ดข้าวฟ่างแล้ว ยังมีเมล็ดธัญพืชที่เหมาะสมที่จะนำมาทำหัวเชื้อมีหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ข้าวเปลือก ข้าวสาลี ฯลฯ

3. จากการทดลอง การเลี้ยงเชื้อวันเห็ดภูฐานบนเมล็ดข้าว เส้นใยของเห็ดภูฐานสามารถเจริญได้ดีบนเมล็ดข้าวฟ่าง โดยเส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐานจะแพร่กระจายไปตามเมล็ดข้าวฟ่างที่อยู่ในขวดจนกระทั่งเต็มขวด เมล็ดข้าวฟ่าง จะใช้เวลาประมาณ 14-15 วัน หลังจากนั้นสามารถนำเส้นใยเห็ดภูฐานที่แพร่เต็มขวดเมล็ดข้าวฟ่างไปเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานบนถุงก้อนเชื้อ เพื่อทำให้เกิดดอกเห็ดภูฐานต่อไป

ตอนที่ 3 : การเลี้ยงเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุงก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนรู้จักและสามารถเตรียมอุปกรณ์ในการผลิตเห็ดที่เพาะได้ในถุงพลาสติก
2. นักเรียนสามารถผลิตก้อนเชื้อเห็ดในถุงพลาสติกได้

เวลาที่ใช้ทั้งหมด 9 คาบ (450 นาที)

ขั้นตอนที่ 3.1 การเตรียมวัสดุหมัก (3 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
<u>วัสดุหมักสูตร 1</u> ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม	
1. ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	50 กิโลกรัม
2. รำละเอียด	2.5 กิโลกรัม
3. ปูนขาว	0.5 กิโลกรัม
4. ดีเกลือ	100 กรัม
5. น้ำ	60-65 %
<u>วัสดุหมักสูตร 2</u> ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม	
1. ฟางข้าวสับยาว 3-4 cm	50 กิโลกรัม
2. ปูนขาว	1 กิโลกรัม
3. มูลวัว มูลควาย	12.5 กิโลกรัม
4. รำละเอียด	2.5 กิโลกรัม

การเตรียมตัวก่อนลงหน้า

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมวัสดุหมัก สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม ก่อนบรรจุถุงพลาสติก ล่วงหน้าประมาณ 10-12 วัน ตามขั้นตอน 3.1 วิธีดำเนินการเตรียมวัสดุหมักสูตร 2
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมวัสดุหมักทั้ง 2 สูตร ให้พร้อมก่อนดำเนินการ

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ในการหมักฟางข้าวกับอาหารเสริม ให้ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และเมื่อหมักทิ้งไว้ต้องคลุมด้วยพลาสติก ป้องกันการระเหยของน้ำ
2. ในการหมักขี้เลื่อยไม้ยางพารา กับอาหารเสริม ให้ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันก่อน จึงเติมน้ำลงไป โดยใช้บัวรดน้ำค่อยๆ รดทีละน้อย แล้วทำการผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันไปเรื่อยๆ จนกระทั่งขี้เลื่อยไม้ยางพารามีความชื้นพอดี
3. แนะนำวิธีการทดสอบความชื้นของขี้เลื่อย

ขั้นตอนที่ 3.2 การบรรจุวัสดุหมัก ลงถุงพลาสติก (3 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ถุงพลาสติกทึบร้อน ขนาด 8 x 12 นิ้ว	150 ถุง
2. คอขวดพลาสติก	150 อัน
3. สำลี	1 ม้วน
4. กระดาษขนาด 12x12 ซม. สำหรับหุ้มจุกสำลี	150 แผ่น
5. ยางรัดซอง	1 ถุง (2 ขีด)
6. หมอนึ่งความดัน สำหรับนึ่งก้อนเชื้อ	

การเตรียมตัวก่อนล่วงหน้า

เตรียมอุปกรณ์การบรรจุวัสดุหมักลงถุงพลาสติก สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

อภิปรายก่อนการทดลอง

ครูอธิบายและสาธิตวิธีการบรรจุวัสดุหมักทั้ง 2 สูตร ลงในถุงพลาสติก ในการบรรจุวัสดุหมักลงถุงพลาสติกให้มีความแน่นพอประมาณ สม่ำเสมอกัน และวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหมอนึ่งความดัน หรือหมอนึ่งลูกทุ่ง

ขั้นตอนการบรรจุวัสดุหมักลงถุงพลาสติก



1



2



3

ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการบรรจุซีลี้อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม ลงในถุงพลาสติก

1. ซีลี้อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม บรรจุลงถุงพลาสติกให้แน่นเสมอกัน
- 2-3 ใส่คอขวด ดึงให้แน่น ใช้ยางรัด จุกด้วยสำลี และหุ้มด้วยกระดาษอีกชั้นหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 3.3 การเย็บเชื่อหัดฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างลงบนวัสดุหมัก (ถุงก่อนเชื่อ) (3 คาบ)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. เชื่อหัดฐานในเมล็ดข้าวฟ่าง	5 ขวด (จากการทดลองตอนที่ 2)
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 อัน
3. สำลี	1 ม้วน
4. แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 %	1 ขวด
5. กระดาษขนาด 12 x 12 ซม. สำหรับหุ้มจุกลำลี	150 แผ่น
6. ยางรัดของ	1 ถู (2 ซีด)
7. ห้องสำหรับเลี้ยงเชื้อ ปิดมิดชิดลมไม่โกรก	

การเตรียมตัวก่อนล่วงหน้า

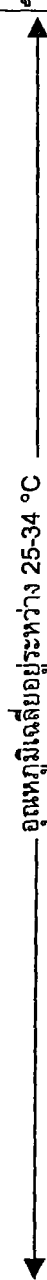
1. ให้นักเรียนทำความสะอาดห้องสำหรับเลี้ยงเชื้อหัดฐาน
2. เตรียมอุปกรณ์ในการเย็บเชื่อหัดฐาน จากเมล็ดข้าวฟ่างลงบนถุงก่อนเชื่อ สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูอธิบายและแนะนำวิธีการเย็บเชื่อหัดฐานจากเมล็ดข้าวฟ่างลงถุงก่อนเชื่อ(วัสดุหมัก)
2. ก่อนการเย็บเชื่อให้ทำความสะอาดอุปกรณ์ และเช็ดมือด้วยแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ 75 %

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 ลักษณะและความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐาน จากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1
 ซีลี้อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม

วันที่	ความยาวของเส้นใย (cm)	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างลงบนถุก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 1 ซีลี้อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม	 อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-34 °C
2	-	-	
3	-	-	
4	-	-	
5	-	-	
6	0.7	เส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายผ้าบางๆ) มอง	
7	1.5	เห็นเส้นใยยังไม่ชัดเจน แพร่กระจายออกจาก	
8	2.3	เมล็ดข้าวฟ่างบริเวณขอบของถุก้อนเชื้อ	
9	2.9		
10	3.6		
11	4.5		
12	5.0		
13	5.8		
14	6.7	- เส้นใยสีขาว ยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ	
15	7.5	มองเห็นได้ชัดเจน แพร่กระจายออกไปตาม	
16	8.1	ซีลี้อยไม้ยางพารา	
17	9.1	- บริเวณที่เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐานแพร่ผ่าน	
18	9.7	ซีลี้อยจะมีสีขาวของเส้นใยเห็ดปนสีเหลืองอ่อน	
19	10.0	ของซีลี้อย	
20	10.8		
21	11.8		
22	12.3		
23	13.1		
24	14.0		
25	14.7		

ตาราง 1 (ต่อ)

วันที่	ความยาวของเส้นใย (cm)	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
26	15.4	- เส้นใยสีขาว ยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ	อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-34 °C
27	16.1	มองเห็นได้ชัดเจน แพร่กระจายออกไปตาม ซี่เลื่อยไม้ยางพารา	
28	16.5	- บริเวณที่เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐานแพร่ผ่าน ซี่เลื่อยจะมีสีขาวของเส้นใยเห็ดปนสีเหลืองอ่อน ของซี่เลื่อย	
29	17.8	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่กระจายเต็มด้าน ข้างของถุงก้อนเชื้อ แต่ยังไม่แพร่กระจายลงไปยัง ก้อนถุง	
30	18.6	ถุงก้อนเชื้อมีสีขาวปนเหลืองอ่อน	
31	20.4	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่กระจายลงไปยัง ก้นถุงก้อนเชื้อ	
32	21.4		
33	22.5		
34	23.0	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่เต็มก้น ถุงก้อนเชื้อ	
35	23.0	ถุงก้อนเชื้อมีสีขาวของเส้นใยเห็ด ปนสีเหลืองอ่อนของซี่เลื่อย	
36	23.0	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่เต็มถุงก้อนเชื้อ เส้นใยรัดตัวกันหนาและแน่น มองเห็นสีขาวของ เส้นใยได้อย่างชัดเจน ถุงก้อนเชื้อมีสีขาวของ เส้นใยเห็ดปนสีเหลืองอ่อนของซี่เลื่อย	
37	23.0		
38	23.0		
39	23.0		
40	23.0		
41	23.0		
42	23.0		

หมายเหตุ

- มีหนูกัดแทะกระดาษปิดปากถุงก้อนเชื้อ กินเมล็ดข้าวฟ่างภายในถุงก้อนเชื้อ
- มีราเขียว และราสีส้มแพร่ปนกับเส้นใยเห็ดภูฐาน

ตาราง 2 ลักษณะและความยาวของเส้นใยเห็ดภูฐาน จากเมล็ดข้าวฟ่างบนถุก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม

วันที่	ความยาวของเส้นใย (cm)	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
1	-	เริ่มเขี่ยเมล็ดข้าวฟ่างลงบนถุก้อนเชื้อ (วัสดุหมัก) สูตร 2 ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม	↑ อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-34 °C ↓
2	-	-	
3	-	-	
4	-	-	
5	-	-	
6	0.1	เส้นใยสีขาวบางๆ (ลักษณะคล้ายผ้าบางๆ)	
7	1.0	มองเห็นเส้นใยยังไม่ชัดเจน แพร่กระจายออกจาก เมล็ดข้าวฟ่างบริเวณคอขวดของถุก้อนเชื้อ	
8	1.9	- เส้นใยสีขาว ยาวและหนาขึ้นเรื่อยๆ มองเห็นได้ชัดเจน แพร่กระจายออกไปตาม ฟางข้าวสับ - บริเวณที่เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐานแพร่ผ่าน ฟางข้าวสับจะมีสีขาวของเส้นใยเห็ดปน สีเหลืองอ่อนของฟางข้าว	
9	3.0		
10	4.0		
11	4.7		
12	6.0		
13	7.0		
14	8.0		
15	8.6		
16	9.7		
17	10.9		
18	11.7		
19	12.3		
20	13.3		
21	14.4		
22	15.0		
23	16.3		
24	17.5	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่กระจายเต็มด้าน ข้างของถุก้อนเชื้อ แต่ยังไม่แพร่กระจายลงไปยัง ก้นถุก้อนเชื้อ	
25	18.5	ถุก้อนเชื้อมีสีขาวของเส้นใยเห็ดปน สีเหลืองอ่อนของฟางข้าว	

ตาราง 2 (ต่อ)

วันที่	ความยาวของเส้นใย (cm)	ลักษณะของเส้นใย	อุณหภูมิ (°C)
26	19.5	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่กระจายลงไปยัง ก้นถุงก่อนเชื้อ	อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25-34 °C
27	20.4		
28	21.1		
29	22.2		
30	23.0	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่เต็มก้น ถุงก่อนเชื้อ ถุงก่อนเชื้อมีสีขาวของเส้นใยเห็ด ปนสีเหลืองอ่อนของฟางข้าว	
31	23.0		
32	23.0		
33	23.0	เส้นใยสีขาวของเห็ดภูฐาน แพร่เต็มถุงก่อนเชื้อ เส้นใยรัดตัวกันหนาและแน่น มองเห็นสีขาวของ เส้นใยได้อย่างชัดเจน ถุงก่อนเชื้อมีสีขาวของ เส้นใยเห็ดปนสีเหลืองอ่อนของฟางข้าว	
34	23.0		
35	23.0		
36	23.0		
37	23.0		
38	23.0		
39	23.0		
40	23.0		
41	23.0		
42	23.0		

หมายเหตุ - มีหนูกัดแทะกระดาษปิดปากถุงก่อนเชื้อ กินเมล็ดข้าวฟ่างภายในถุงก่อนเชื้อ
- มีราเขียว และราสีส้มแพร่ปนกับเส้นใยเห็ดภูฐาน



1

2

ภาพประกอบ 9 เส้นใยเห็ดภูฐานในถุงก่อนเชื้อ (วัสดุหมัก)

1. เส้นใยเห็ดภูฐานที่แพร่เต็มถุงก่อนเชื้อขี้เลื่อยไม่แย่งฟาง
2. เส้นใยเห็ดภูฐานที่แพร่เต็มถุงก่อนเชื้อฟางข้าวสับ

อภิปรายผลหลังทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้
เมื่อหัวเชื้อที่ขยายในเมล็ดข้าวฟ่างเจริญเต็มขวดแล้ว ให้นำเชื้อไปขยายลงถุงพลาสติกที่บรรจุฟางข้าว หรือขี้เลื่อย หรือวัสดุเพาะอื่นๆ และอาหารเสริม เพื่อทำให้เกิดดอกต่อไป

ตอนที่ 4 : การเปิดดอกเห็ดภูฐาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถดูแล รดน้ำ ถูบก้อนเชื้อเห็ดภูฐานจนกระทั่งออกดอก และเก็บผลผลิต

เวลาที่ใช้ทั้งหมด 3 คาบ (150 นาที)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ถูบก้อนเชื้อเห็ดภูฐานที่มีเส้นใยเห็ดภูฐานเจริญเต็มถุง	
2. โรงเรือนเปิดดอก	
3. เครื่องชั่ง	
4. เทอร์โมมิเตอร์และตุ้มเปียก และตุ้มแห้ง	

การเตรียมตัวก่อนล่วงหน้า

เตรียมชั้นวางถูบก้อนเชื้อเห็ด และทำความสะอาดโรงเรือนสำหรับเปิดดอกเห็ดภูฐาน

การอภิปรายก่อนการทดลอง

1. เตือนให้นักเรียนระวังในการรดน้ำ ให้รดน้ำให้เป็นละอองเล็กๆ ระวังอย่าให้น้ำขังที่ปากถุง
2. แนะนำวิธีการเก็บดอกเห็ด และเตือนให้นักเรียนระวังในการเก็บดอกเห็ด ให้เก็บดอกเห็ดออกให้หมดไม่ให้เหลือ เพราะจะทำให้เน่าเสีย

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 ปริมาณน้ำหนักของเห็ดภูฐาน ที่ได้จากวัสดุหมัก (ถ่วงก่อนเชื้อเห็ดภูฐาน) 2 สูตร

วัสดุหมัก	เก็บผลผลิตครั้งที่	ปริมาณน้ำหนัก/ถุง (g)												อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม	ค่าเฉลี่ย		
สูตร 1	1	3	45	15	35	10	35	25	40	60	10	305	152	อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 27-34°C	ความชื้นเฉลี่ยระหว่าง 65-93 %
	2	50	50	40	20	50	15	10	10	25	50	320			
	3	50	20	15	35	30	55	30	30	3	10	305			
	4	30	40	10	35	45	30	30	20	30	20	290			
	5	30	20	35	20	50	30	20	20	45	30	300			
	รวม	190	175	115	145	185	165	115	120	190	120	1520			
สูตร 2	1	20	10	10	20	20	20	20	20	20	50	210	66	อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 27-34°C	ความชื้นเฉลี่ยระหว่าง 65-93 %
	2	15	10	50	40	25	25	25	30	15	10	245			
	3	15	10	25	10	10	25	10	25	50	25	205			
	รวม	50	30	85	70	55	70	55	75	85	85	660			

หมายเหตุ

1. * สูตร 1 : ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม

** สูตร 2 : ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม

2. วัสดุหมัก สูตร 1 : ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมอาหารเสริม เปิดดอกเห็ดวันที่ 17 เมษายน 2545

เก็บผลผลิตวันสุดท้าย วันที่ 20 มิถุนายน 2545 รวมระยะเวลาประมาณ 2 เดือน

3. วัสดุหมัก สูตร 2 : ฟางข้าวสับผสมอาหารเสริม เปิดดอกเห็ดวันที่ 17 เมษายน 2545

เก็บผลผลิตวันสุดท้าย วันที่ 23 พฤษภาคม 2545 รวมระยะเวลาประมาณ 1 เดือน

4. ดอกเห็ดภูฐาน เก็บผลผลิตในระยะแรกดอกเห็ดจะอวบมีขนาดใหญ่ และเมื่อเก็บผลผลิตระยะสุดท้ายขนาดของดอกเห็ดจะเล็กลง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้

1. การเปิดดอกเห็ด หมายถึง การนำถุงก้อนเชื้อที่ผ่านการบ่มพักเชื้อแล้วไปเปิด หรือกรีดถุงเพื่อให้เกิดดอก

2. การเปิดดอกเห็ดภูฐาน โดยนำถุงก้อนเชื้อเห็ดภูฐานที่เส้นใยเจริญเต็มถุงก้อนเชื้อไปเปิดดอกเห็ดใน

โรงเรือนสำหรับเปิดดอกเห็ด ทำการรดน้ำวันละ 2-3 ครั้ง โดยรักษาระดับความชื้นประมาณ 70-85 % เห็ดก็จะเกิดดอก

แนวคำตอบแบบฝึกหัดปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

ตอบ การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกแบ่งขั้นตอนการเพาะออกเห็ด 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การแยกเชื้อเห็ดและเลี้ยงเชื้อเห็ดบนอาหารวุ้น P.D.A
- 2) การทำหัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่าง
- 3) การทำก้อนเชื้อในถุงพลาสติก
- 4) การเพาะให้เกิดดอก

2. ในการเตรียมอาหารวุ้น P.D.A ถ้าใช้ไฟแรง ๆ ในการต้มมันฝรั่งจนสุก หรือต้มมันฝรั่งจนสุกและเปื่อย จะมีผลอย่างไรต่อการเลี้ยงเชื้อเห็ด

ตอบ ทำให้อาหารวุ้น P.D.A ชุ่มชื้นจนเกินไป ไม่เหมาะสำหรับการแพร่ของเส้นใย และสังเกตการแพร่ของเส้นใยยาก

3. เมล็ดข้าวฟ่างที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อเห็ด ถ้าแห้งเกินไป หรือบานมากเกินไป จะมีผลอย่างไรต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

ตอบ ทำให้เส้นใยเห็ดเจริญไม่ได้ดีเท่าที่ควร

4. หลังจากทำหัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างแล้ว ควรเขย่าขวดเมล็ดข้าวฟ่างให้แตกกระจายเสียก่อน เนื่องจากสาเหตุใด

ตอบ เพื่อให้เส้นใยของเห็ดแพร่กระจายได้ดี

5. นอกจากซีลี้อย และฟางข้าว นักเรียนคิดว่าวัสดุชนิดใดที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดได้อีก และมีวิธีการอย่างไร

ตอบ ชังข้าวโพด ผักตบชวา โดยทำการหมักให้เปื่อยและผสมกับอาหารเสริมต่างๆ เช่น มูลวัว มูลควาย

6. ให้นักเรียนอธิบายสาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหามักจะพบเสมอในการเพาะเห็ด

6.1 ราเขียวขึ้นในขวดอาหารวุ้น P.D.A

ตอบ อาจเกิดจากขั้นตอนการเขี่ยเชื้อไม่ปลอดเชื้อ เนื่องจาก ขณะที่ทำการเขี่ยเชื้อ เข็มเขี่ย หรือจุกสำลิจุดปากขวดสัมผัสกับส่วนอื่นของตู้เขี่ยเชื้อ ทำให้เชื้ออื่นปลอมปนเข้าไปในขวดอาหารวุ้น เจริญแข่งกันกับเชื้อเห็ด

6.2 เส้นใยเห็ดเจริญแต่ไม่ออกดอก

ตอบ อาจเกิดจาก

1. หัวเชื้ออ่อนแอ เส้นใยไม่พัฒนาเป็นดอกเห็ด ควรคัดเลือกเชื้อเห็ดจากเนื้อเยื่อใหม่
2. ความชื้นภายในโรงเรือนไม่พอทำให้ดอกเห็ดแห้ง ควรฉีดพ่นน้ำเพิ่ม ความชื้นภายในโรงเรือนเปิดดอก
3. มีเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายก้อนเชื้อ โดยเฉพาะเชื้อราเขียวจะพบได้มาก เนื่องจากภายในโรงเรือนสกปรก

6.3 ราเขียวและราสีส้มขึ้นในถุงก้อนเชื้อฟางข้าว

ตอบ อาจเกิดจาก ระยะเวลาและความร้อนในการนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไม่เพียงพอ ทำให้เชื้อราไม่ตาย เมื่อนำมาพักเชื้อในระยะหนึ่งสามารถฟื้นตัวเจริญแข่งกับเชื้อเห็ด

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 เรื่อง การตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蕈

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ถึงวิธีการตรวจสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ น้ำตาล และแป้ง สารอาหารประเภทโปรตีน และสารอาหารประเภทวิตามิน ได้แก่ วิตามินซี ในเห็ด姑蕈 โดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีทดสอบด้วยวิธีอย่างง่าย

หมายเหตุ ครูให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องสารอาหาร และการตรวจสอบสารอาหาร ตามรายละเอียดในใบความรู้ประกอบการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 3 ประมาณ 50 นาที (1 คาบ)

จำนวนเวลาเรียนทั้งหมด 3 คาบ (150 นาที)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถทดลองและสรุปวิธีการตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蕈ได้
2. นักเรียนสามารถสรุปข้อแตกต่างของการตรวจสอบสารอาหารในเห็ด姑蕈แต่ละวิธีได้
3. นักเรียนสามารถสรุปสารอาหารที่พบในเห็ด姑蕈ได้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. น้ำกลั่น	100 ลบ.ซม.
2. น้ำนม	25 ลบ.ซม.
3. ไข่ขาว	25 ลบ.ซม.
4. น้ำเห็ด姑蕈	50 ลบ.ซม.
5. น้ำแป้งมัน	25 ลบ.ซม.
6. สารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1%	25 ลบ.ซม.
7. สารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1%	25 ลบ.ซม.
8. น้ำแป้งสุก	25 ลบ.ซม.
9. น้ำมะนาว	25 ลบ.ซม.
10. สารละลายไอโอดีน	25 ลบ.ซม.
11. สารละลายเบเนดิกต์	25 ลบ.ซม.
12. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	25 ลบ.ซม.
13. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต	25 ลบ.ซม.
14. หลอดทดลอง ขนาดกลาง	8 หลอด
15. กระบอกตวง ขนาด 10 ลบ.ซม.	2 อัน
16. แท่งแก้วคนสาร	2 อัน
17. หลอดฉีดยา ขนาด 10 ลบ.ซม.	2 อัน
18. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ และขาหนีบ	1 ชุด

การเตรียมตัวล่วงหน้า

ครูเตรียมสารเพื่อใช้ในการตรวจสอบสารอาหารประเภทต่างๆ ในเห็ด姑ฐฐาน ได้แก่

1. น้ำเห็ด姑ฐฐาน : นำเห็ด姑ฐฐานไปชั่ง 40 กรัม แล้วนำไปปั่นรวมกับน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม. จากนั้นกรองเอาแต่ส่วนที่เป็นของเหลวด้วยผ้าขาวบาง ใส่ไว้ในบีกเกอร์
2. น้ำแป้ง : นำแป้งมันไปชั่ง 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม. คนให้แป้งมันละลาย
3. น้ำแป้งสูก : นำแป้งมันไปชั่ง 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม. คนให้แป้งมันละลาย นำไปตั้งบนไฟพร้อมกับคนจนแป้งสูกเป็นน้ำใส ๆ ทิ้งไว้ให้เย็น
4. สารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1 % : นำน้ำตาลกลูโคส 100 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม. คนให้น้ำตาลกลูโคสละลาย
5. สารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1 % : นำวิตามินซีเม็ด 100 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 ลบ.ซม. คนให้ละลาย หรือละลายโดยใช้เครื่อง Magnetic bar ซึ่งมี Magnetic stirrer เพื่อช่วยให้วิตามินซีละลายในน้ำกลั่นได้ดีขึ้น

อภิปรายก่อนการทดลอง

ครูแนะนำวิธีใช้อุปกรณ์ในการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง และการสรุปผลการทดลอง เป็นการอธิบายผลการทดลองให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้นบันทึกไว้

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้งในเห็ด姑ฐฐาน

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลง หลังทดสอบกับสารละลายไอโอดีน
1	น้ำกลั่น	สีเหลือง ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
2	น้ำแป้ง	สีม่วงอ่อน
3	น้ำเห็ด姑ฐฐาน	สีขาวขุ่น ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

สรุปผล : ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้งในเห็ด姑ฐฐาน พบว่า ไม่มีสารอาหารประเภทแป้งในเห็ด姑ฐฐาน

ตาราง 2 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ด姑ฐฐาน

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลง หลังทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์
1	น้ำกลั่น	ของเหลวสีฟ้าใส
2	สารละลายน้ำตาลกลูโคส	ของเหลวสีน้ำตาลเข้ม มีตะกอนสีเหลือง
3	น้ำเห็ด姑ฐฐาน	ของเหลวสีน้ำตาลอ่อน ใส

สรุปผล : ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ด姑ฐฐาน พบว่า มีสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ด姑ฐฐาน

ตาราง 3 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ด姑蕈

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลง หลังทดสอบกับ สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
1	น้ำกลั่น	ของเหลวสีเขียวใส
2	น้ำนม	ของเหลวสีม่วงอ่อน ตะกอนสีขาวขุ่น
3	ไข่ขาว	ของเหลวสีม่วงเข้ม จับตัวกันเป็นก้อน
4	น้ำเห็ด姑蕈	ของเหลวสีน้ำเงินอมม่วง

สรุปผล : ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ด姑蕈 พบว่า มีสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ด姑蕈

ตาราง 4 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซีในเห็ด姑蕈

ที่	สารที่ใช้ทดสอบ	จำนวนหยดของสารที่ทำให้น้ำแอมสูก+สารละลายไอโอดีน เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี
1	น้ำกลั่น	150 หยด ไม่เปลี่ยนสี
2	สารละลายวิตามินซี	20 หยด เปลี่ยนเป็นไม่มีสี
3	น้ำมะนาว	30 หยด เปลี่ยนเป็นไม่มีสี
4	น้ำเห็ด姑蕈	40 หยด เปลี่ยนเป็นไม่มีสี

สรุปผล : ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซีในเห็ด姑蕈 พบว่า มีสารอาหารประเภทวิตามินซีในเห็ด姑蕈

อภิปรายผลหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป ดังนี้

1. จากการตรวจสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้ง และน้ำตาล สารอาหารประเภทโปรตีน และสารอาหารประเภทวิตามิน ได้แก่ วิตามินซี ในเห็ด姑蕈 พบว่า

1.1 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทแป้งในเห็ด姑蕈 โดยทำการเปรียบเทียบกับน้ำแป้ง พบว่า เห็ด姑蕈ที่นำมาทดสอบไม่พบสารอาหารประเภทแป้งอยู่เลย

1.2 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาลในเห็ด姑蕈 โดยทำการเปรียบเทียบกับสารละลายน้ำตาลกลูโคสเข้มข้น 1% พบว่า เห็ด姑蕈ที่นำมาทดสอบมีสารอาหารประเภทน้ำตาล ในระดับน้อย

1.3 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีนในเห็ด姑蕈 โดยทำการเปรียบเทียบกับโปรตีนในน้ำนม และไข่ขาว พบว่า เห็ด姑蕈ที่นำมาทดสอบมีสารอาหารประเภทโปรตีน ในระดับปานกลาง

1.4 ผลการตรวจสอบสารอาหารประเภทวิตามินซีในเห็ด姑蕈 โดยทำการเปรียบเทียบกับจำนวนของสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 1% และน้ำมะนาว พบว่า เห็ด姑蕈มีสารอาหารประเภทวิตามินซีในระดับมาก

2. สรุปสารอาหารที่พบในเห็ด姑蕈ที่มีปริมาณมากที่สุด คือ วิตามินซี รองลงมาคือ โปรตีน และน้ำตาล ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก ตามลำดับ และสารอาหารที่ไม่พบในเห็ด姑蕈เลย คือ สารอาหารประเภทแป้ง ดังนั้น เห็ด姑蕈จึงเหมาะสำหรับเป็นอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก

ตัวอย่างแนวคำตอบ แบบฝึกหัดการทดลอง

1. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าเห็ดภูฐาน มีสารอาหารประเภทโปรตีน จงอธิบาย

ตอบ : ทดสอบโดยหยดสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต จำนวน 5 หยด และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 10 หยด ลงในน้ำเห็ดภูฐาน ถ้าพบว่า สารเปลี่ยนเป็นสีม่วงหรือสีน้ำเงิน แสดงว่า เห็ดภูฐานมีสารอาหารประเภทโปรตีน

2. เมื่อนักเรียนหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแป้งสุก จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และจากการทดลองนักเรียนทราบได้อย่างไรว่า เห็ดภูฐานมีปริมาณวิตามินซีมากหรือน้อยกว่า 0.01 %

ตอบ : ● เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแป้งสุก สารจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

● การเปรียบเทียบจำนวนหยดของน้ำเห็ดภูฐานกับสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 0.01% ที่สามารถเปลี่ยนสารสีน้ำเงิน (สารละลายไอโอดีน+น้ำแป้งสุก) ให้เป็นไม่มีสี

- ถ้าจำนวนหยดของน้ำเห็ดภูฐานน้อยกว่าสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 0.01% แสดงว่าเห็ดภูฐานมีความเข้มข้นของวิตามินซีมากกว่าสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 0.01%

- ถ้าจำนวนหยดของน้ำเห็ดภูฐานเท่ากับสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 0.01% แสดงว่าเห็ดภูฐานมีความเข้มข้นของวิตามินซีใกล้เคียงกับสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 0.01%

- ถ้าจำนวนหยดของน้ำเห็ดภูฐานมากกว่าสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 0.01% แสดงว่าเห็ดภูฐานมีความเข้มข้นของวิตามินซีน้อยกว่าสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 0.01%

3. จากการตรวจสอบสารอาหารประเภทต่าง ๆ ในเห็ดภูฐาน นักเรียนสามารถนำไปตรวจสอบกับอาหารชนิดอื่นได้หรือไม่อย่างไร จงอธิบายวิธีการตรวจสอบ

ตอบ : ● ได้ โดยวิธีการทำอาหารที่ต้องการตรวจสอบเป็นสารละลาย และนำไปทดสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีด้วยวิธีอย่างง่าย คือ

1) ตรวจสอบแป้ง ด้วยสารละลายไอโอดีน จะได้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน

2) ตรวจสอบน้ำตาล ด้วยสารละลายเบเนดิกต์ จะได้ตะกอนสีแดงอิฐ บางครั้งอาจให้สีเขียวอมเหลือง สีเหลือง ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล ถ้าน้ำตาลน้อยสีของสารละลายอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือสีเขียวยอมเหลือง ถ้ามีปริมาณน้ำตาลมาก อาจได้สีแดงหรือสีน้ำตาลปนแดง

3) ตรวจสอบโปรตีน ด้วยวิธีไบยูเรต คือเมื่อทดสอบกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และคอปเปอร์ซัลเฟต จะได้สีม่วงหรือชมพูอมม่วง หรือสีน้ำเงิน

4) ตรวจสอบวิตามินซี ด้วยสารละลายน้ำแป้งสุกและสารละลายไอโอดีน จะได้สารละลายสีน้ำเงิน และเมื่อหยดสารละลายที่ต้องการตรวจสอบลงไปนับจำนวนหยดของสารละลายจะเปลี่ยนเป็นไม่มีสี แสดงว่าสารนั้นมีวิตามินซีอยู่ ถ้าต้องการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีให้ เปรียบเทียบจากจำนวนหยดที่ใช้กับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซีสังเคราะห์ที่ทราบความเข้มข้นของวิตามินซี และในการทดลองต้องควบคุมปริมาณน้ำแป้งและปริมาณสารละลายไอโอดีนที่หยดลงไปให้เท่ากัน หลอดหยดที่ใช้ต้องเท่ากันด้วย

4. การตรวจสอบสารอาหารประเภทต่าง ๆ แต่ละวิธีมีข้อแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ : ในการตรวจสอบสารอาหารประเภทต่าง ๆ จะใช้สารละลายในการตรวจสอบต่างกัน เช่น การตรวจสอบสารอาหารประเภทน้ำตาล ตรวจสอบโดยใช้สารละลายเบเนดิกต์ การตรวจสอบสารอาหารประเภทโปรตีน ตรวจสอบโดยใช้สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

5. จากการทดลองเห็นฐานมีสารอาหารประเภทใดบ้าง และมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างไร

ตอบ : จากการทดลอง สารอาหารที่พบในเห็นฐานที่มีปริมาณมากที่สุด คือ วิตามินซี รองลงมาคือ โปรตีน และ น้ำตาล ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก ตามลำดับ ซึ่งสารอาหารแต่ละประเภทมีความสำคัญต่อร่างกาย ดังนี้

วิตามินซี ; ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน บำรุงสุขภาพของเหงือก และควบคุมการทำงานของร่างกาย ไม่อ่อนเพลีย

โปรตีน ; ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอในอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย และควบคุมการทำงานของร่างกาย

น้ำตาล ; ร่างกายทำงานตามปกติ ควบคุมการบริโภคอาหาร

และสารอาหารที่ไม่พบในเห็นฐานเลย คือ สารอาหารประเภทแป้ง ดังนั้น เห็นฐานจึงเหมาะสำหรับเป็นอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก

คู่มือครูประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ด姑ฐาน

จุดมุ่งหมายของบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4

เพื่อให้นักเรียนศึกษาวิธีแปรรูป และคุณลักษณะทางกายภาพของแหนมเห็ด姑ฐาน และข้าวเกรียบเห็ด姑ฐาน และสามารถนำหลักการไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับชีวิตประจำวันและท้องถิ่น สามารถนำเสนอในรูปแบบของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้

หมายเหตุ ครูให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการแปรรูปหรือการถนอมอาหาร ตามรายละเอียดในใบความรู้ประกอบการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 4 ประมาณ 50 นาที (1 คาบ)

จำนวนเวลาเรียนทั้งหมด 9 คาบ (450 นาที)

ตอนที่ 1 การทำแหนมเห็ด姑ฐาน (3 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตแหนมเห็ด姑ฐานได้
2. นักเรียนสามารถตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพบางประการของแหนมเห็ด姑ฐานได้
3. นักเรียนสามารถสรุปปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตแหนมเห็ด姑ฐานได้
4. นักเรียนสามารถนำหลักการผลิตแหนมเห็ด姑ฐานไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. เห็ด姑ฐาน	1 กิโลกรัม
2. เกลือป่น	15 กรัม
3. กระเทียมปอกเปลือก	40 กรัม
4. ข้าวเหนียวนึ่งสุก	40 กรัม
5. ล้างถึง	1 ชุด
6. กะละมัง ขนาดกลาง	2 อัน
7. ถุงพลาสติก ขนาด 7 x 8 นิ้ว	20 ใบ
8. ยางรัดซอง	40 เส้น
9. เครื่องชั่ง	
10. เตาแก๊ส หรือเตาสำหรับนึ่งเห็ด	

การเตรียมตัวล่วงหน้า

ครูเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทำขนมเห็ดภูฐาน สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. เตือนให้นักเรียนระวังเรื่องความสะอาดขณะทำการทดลอง
2. เมื่อนำเนื้อเห็ดภูฐานมาคลุกเคล้ากับส่วนผสมต่างๆ ให้ออกแรงนวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน
3. เมื่อบรรจุเนื้อเห็ดในถุงพลาสติก ควรบีบไล่เนื้อเห็ดลงไปทั่วถุงอย่าให้มีช่องว่าง และฟองอากาศ แล้วกดให้แน่น พร้อมพับม้วนถุงให้เรียบร้อยจึงรัดยางให้แน่น

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 1 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของขนมเห็ดภูฐาน หลังจากการหมักครบ 3 วัน

ที่	คุณลักษณะทางกายภาพ	ผลการสังเกต	หมายเหตุ
1	สี	สีขาว	
2	กลิ่น	หอมกระเทียม และกลิ่นเปรี้ยวของกรด	
3	รสชาติ	เปรี้ยว และเค็มเล็กน้อย	
4	เนื้อสัมผัส	เนื้อแยกออกจากกันเป็นชั้นๆ ของเนื้อเห็ดที่ฉีกเป็นฝอย เนื้อนุ่ม	
5	ความชอบรวม	ชอบ	

หมายเหตุ การสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพ โดยใช้ผู้สังเกต 5 คน แล้วทำการวิเคราะห์ผลรวมพบว่า ผลการสังเกตของผู้สังเกตใกล้เคียงกัน ดังตาราง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้

ขนมเห็ดภูฐาน เป็นอาหารหมักที่เกิดจากการดัดแปลงจากการทำขนมในรูปแบบอื่นๆ โดยทำมาจากเนื้อเห็ดภูฐานฉีกเป็นฝอยละเอียดหนึ่งให้สุก ผสมกับส่วนผสม ได้แก่ เกลือ ข้าวเหนียวหนึ่งสุกบด และกระเทียมปอกเปลือกบดละเอียด ผสมคลุกเคล้าและนวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน หมักทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน จะมีรสเปรี้ยวรับประทานได้

ตอนที่ 2 การทำข้าวเกรียบเห็ด姑ฐาน (3 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถทดลองและอธิบายขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบเห็ด姑ฐานได้
2. นักเรียนสามารถตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพบางประการของข้าวเกรียบเห็ด姑ฐานได้
3. นักเรียนสามารถนำหลักการผลิตข้าวเกรียบเห็ด姑ฐานไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่นได้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. แป้งมัน	500 กรัม
2. เนื้อเห็ด姑ฐานนวด	150 กรัม
3. เกลือป่น	10 กรัม
4. พริกไทยป่น	15 กรัม
5. น้ำตาลทราย	10 กรัม
6. กระเทียมปอกเปลือกโขลกละเอียด	20 กรัม
7. น้ำเดือด	50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
8. น้ำ	25 ลูกบาศก์เซนติเมตร
9. เครื่องปั่น	
10. เครื่องชั่ง	
11. กะละมัง ขนาดกลาง	
12. ลังถึง	
13. เตาแก๊ส หรือเตาสำหรับนั่งแป้ง	
14. ไม้ตอง	
15. กระทะ	
16. แผงตากข้าวเกรียบ	
17. น้ำมัน	
18. มีด	

การเตรียมตัวล่วงหน้า

ครูเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทำข้าวเกรียบเห็ด姑ฐาน สำหรับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูแนะนำเวลาเติมน้ำเย็นจะต้องดูว่าแป้งที่นวดมีความนิ่มพอดีหรือไม่ เพราะในเนื้อหีดยังมีน้ำอยู่แล้ว อาจไม่ต้องเติมน้ำ หรือเติมเพียงเล็กน้อย เพราะถ้าแป้งที่ได้แข็งเกินไป ข้าวเกรียบจะแตกและถ้านิ่มมากเกินไป แป้งแล้วจะไม่กลมสวย

2. ครูแนะนำ เมื่อนึ่งก้อนแป้งข้าวเกรียบสุกแล้ว ให้นักเรียนทิ้งไว้ให้เย็น 1 คืน หลังจากนั้นนำมาหั่นเป็นชิ้นบางๆ ตากแดดไว้ 1-2 แดด จึงนำมาทอด

3. ครูแนะนำวิธีการหั่นก้อนแป้งข้าวเกรียบ โดยให้นักเรียนพยายามหั่นก้อนแป้งข้าวเกรียบเป็นแผ่นบางๆ เพราะถ้าแผ่นหนามากเกินไปจะทำให้เวลานำไปทอดสุกยาก และแข็งไม่สวยงาม

ตัวอย่างผลการทดลอง

ตาราง 2 ผลการสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพของข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน ก่อนและหลังทอด

ที่	คุณลักษณะทางกายภาพ	ผลการสังเกต		หมายเหตุ
		ก่อนทอด	หลังทอด	
1	สี	สีคล้ำออกน้ำตาลใส	สีเหลืองอมน้ำตาล	
2	ลักษณะ	ชิ้นข้าวเกรียบบางแผ่นมีความหนา มากเกินไป บางแผ่นบางแต่ไม่มี ความสม่ำเสมอ	พองกรอบ แต่บางแผ่นยังพองไม่ สม่ำเสมอ บางแผ่นแข็ง	
3	เนื้อสัมผัส	เนื้อเนียนแข็ง บางแผ่นเนื้อมี รอยแตก	เนื้อบางกรอบ	
4	รสชาติ	-	รสชาติดี กลมกล่อม มีรสของ พริกไทย รากผักชี เห็ดภูฐาน กรอบและมัน	
5	ความชอบ	-	ชอบ	

หมายเหตุ การสังเกตคุณลักษณะทางกายภาพ โดยใช้ผู้สังเกต 5 คน แล้วทำการวิเคราะห์ผลรวม พบว่า ผลการสังเกตของผู้สังเกตใกล้เคียงกัน ดังตาราง

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้

ข้าวเกรียบเห็ดภูฐาน จัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดหนึ่ง โดยทำจากแป้งมันผสมเนื้อเห็ดภูฐานบด นวดกับน้ำร้อน ผสมเครื่องปรุงรส ได้แก่ เกลือ พริกไทยป่น กระเทียม นวดให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำแป้ง ไปนึ่งให้สุก พักไว้ 1 วัน แล้วจึงหั่นเป็นแผ่นบางๆ ตากให้แห้ง 1 แดด แล้วนำมาทอดในน้ำมัน จะได้ข้าวเกรียบ พองกรอบรับประทานได้

ตอนที่ 3 การแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้ดูฐาน (3 คาบ)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถทดลองและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากให้ดูฐานได้
2. นักเรียนสามารถทำโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากให้ดูฐานได้
3. นักเรียนสามารถนำหลักการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากให้ดูฐานไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมได้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. เอกสารเสริมความรู้เรื่องโครงการวิทยาศาสตร์	

การเตรียมตัวล่วงหน้า

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดหัวข้อโครงการ และเขียนเค้าโครงเสนอต่อกลุ่มเพื่อพิจารณาคัดเลือก
2. ครูให้นักเรียนจัดทำวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองทำโครงการในเรื่องที่คิดไว้

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. เตือนให้นักเรียนระวังในเรื่องการใช้อุปกรณ์การทดลองที่อาจเกิดอันตรายในขณะที่ทดลองตามหัวข้อโครงการที่เสนอ
2. ให้นักเรียนเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์หลังจากทำการทดลองเสร็จ
3. การเสนอผลงาน ให้ออกแบบและเขียนแผนผังการจัดแสดงโครงการแล้วให้เพื่อนช่วยประเมินแสดงความคิดเห็น

อภิปรายหลังการทดลอง

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้

การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การเขียนเค้าโครง โครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

- 1.1 ชื่อโครงการ
- 1.2 สมมติฐาน
- 1.3 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
- 1.4 ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า
- 1.5 วิธีดำเนินการ
- 1.6 วัสดุและอุปกรณ์
- 1.7 แนวทางการศึกษาทดลอง
- 1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ
- 1.9 เอกสารอ้างอิง

2. การทำโครงการวิทยาศาสตร์ ทำการทดลองโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปเขียนรายงาน โดยมีขั้นตอน คือ

- 2.1 บันทึกผลการทดลอง
- 2.2 สรุปผลการทดลอง
- 2.3 วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

3. การเขียนรายงานผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

- 3.1 ชื่อโครงการ
- 3.2 ชื่อผู้ทำโครงการ
- 3.3 ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
- 3.4 บทคัดย่อ
- 3.5 บทที่ 1 บทนำ
 - 3.5.1 ความเป็นมาและความสำคัญ
 - 3.5.2 ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
 - 3.5.3 ประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้า
 - 3.5.4 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า
 - 3.5.5 นิยามศัพท์เฉพาะของการศึกษาค้นคว้า
 - 3.5.6 สมมติฐาน
 - 3.5.7 กรอบแนวคิด
- 3.6 บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 3.7 บทที่ 3 วิธีดำเนินการ
 - 3.7.1 วัสดุและอุปกรณ์
 - 3.7.2 วิธีดำเนินการ
- 3.8 บทที่ 4 ผลการศึกษา
- 3.9 บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล
- 3.10 เอกสารอ้างอิง
- 3.12 ภาคผนวก

4. การจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์และการนำเสนอผลงาน

①	②	③

- 4.1 การจัดผังแสดงโครงการ
- 4.2 การนำเสนอผลงาน (Present)
- 4.3 ชิ้นงาน

ตัวอย่างแนวคำตอบแบบฝึกหัดแบบปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

1. การบริโภคขนมเห็ดฐานที่ถูกสุกขณะควรปฏิบัติอย่างไร

ตอบ ควรทำให้ขนมสุกก่อน จึงรับประทาน เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในขนม ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอาการท้องร่วงได้

2. จงอธิบายวิธีการทำข้าวเกรียบเห็ดฐาน และสรุปลักษณะของข้าวเกรียบเห็ดฐานที่ได้จากการทดลอง

ตอบ วิธีทำข้าวเกรียบเห็ดฐาน โดยนำแป้งมันผสมเนื้อเห็ดฐานบด นวดกับน้ำร้อน ผสมเครื่องปรุงรส ได้แก่ เกลือ พริกไทยป่น กระเทียม นวดให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำแป้งไปนึ่งให้สุก พักไว้ 1 วัน แล้วจึงหั่นเป็นแผ่นบางๆ ตากให้แห้ง 1 แดด แล้วนำมาทอดในน้ำมัน จะได้ข้าวเกรียบพองกรอบรับประทานได้

ลักษณะของข้าวเกรียบที่ได้จากการทดลอง ลักษณะก่อนทอด ข้าวเกรียบมีสีคล้ำออกน้ำตาลใส ลักษณะชั้นข้าวเกรียบบางแผ่นหนา บางแผ่นบางแต่ไม่สม่ำเสมอ เนื้อเหนียวแข็ง บางแผ่นมีรอยแตก และมีลักษณะหลังทอด ข้าวเกรียบมีสีเหลืองอมน้ำตาล ลักษณะชั้นข้าวเกรียบพองกรอบ แต่บางแผ่นยังพองไม่สม่ำเสมอ บางแผ่นแข็ง เนื้อสัมผัสบางกรอบ รสชาติดี กลมกล่อม ได้รสของพริกไทย รากผักชี เห็ดฐาน กรอบและมัน และผู้สังเกตทุกคนชอบโดยรวม

3. การนำหลักการผลิตขนมเห็ดฐาน และข้าวเกรียบเห็ดฐานไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่น มีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย

(ตามความคิดเห็นของนักเรียน)

4. แนวคิดโครงการวิทยาศาสตร์เรื่องที่ทำ นักเรียนได้มาจากแหล่งใดและด้วยวิธีการใด

(ตามความคิดเห็นของนักเรียน)

5. นักเรียนได้รับประโยชน์หรือไม่ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ ให้เหตุผลประกอบ

(ตามความคิดเห็นของนักเรียน)

6. นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะเผยแพร่ความรู้เรื่องการแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดฐานที่นักเรียนได้จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์สู่ชุมชนของนักเรียน และการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับท้องถิ่น จงอธิบาย

(ตามความคิดเห็นของนักเรียน)

ภาคผนวก ช

ประมวลภาพประกอบการวิจัย



ผู้วิจัยอบรมเพาะเห็ด ณ โครงการเพาะเห็ด ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริสกลนคร

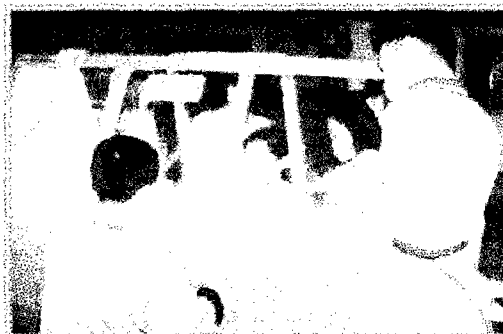


ผู้วิจัยทดลองศึกษาวิธีการเพาะเห็ดภูฐานในถุงพลาสติก

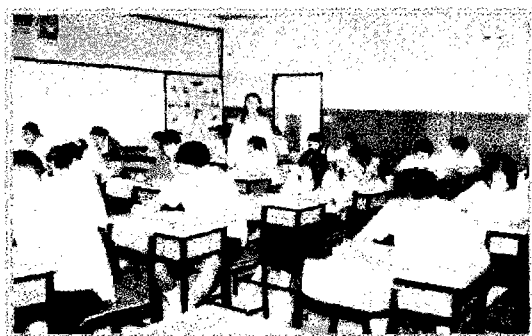


ผู้วิจัยทดลองตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐาน

ทดลองใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียน 100 คน



ทดลองใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 9 คน



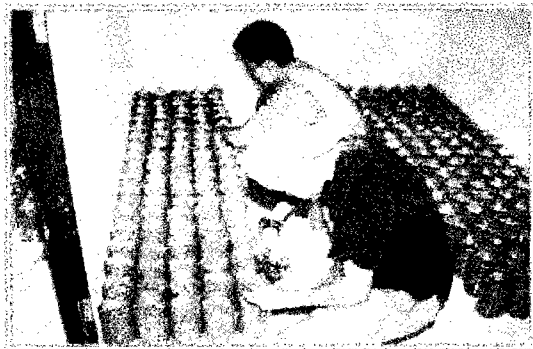
ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ให้ความรู้เกี่ยวกับการเพาะเห็ดภูฐาน
ก่อนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ 2



แนะนำเทคนิคการเพาะเห็ดภูฐาน

นักเรียนบรรจุวัสดุหมักลงถุงก่อนเชื้อ



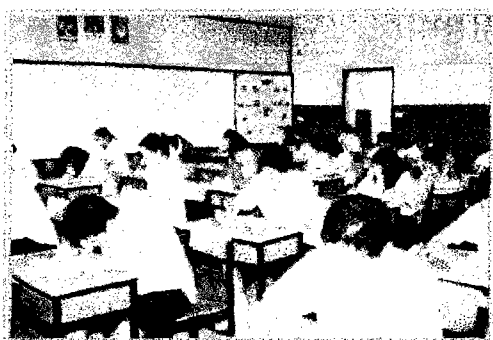
นักเรียนเทเชื้อเห็ดภูฐานจากเมล็ดข้าวฟ่าง
ลงบนถุงก้อนเชื้อ



ถุงก้อนเชื้อเห็ดภูฐานระยะพักเส้นใย
เพื่อเปิดดอกต่อไป



นักเรียนปฏิบัติการทดลองตรวจสอบสารอาหารในเห็ดภูฐานและทดลองทำแหนมเห็ดภูฐาน



ทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



ผู้วิจัยถ่ายภาพร่วมกับอาจารย์และ
นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวจันทร์จิรา จุมพลหล้า
วันเดือนปีเกิด	13 พฤษภาคม 2518
สถานที่เกิด	อำเภอหนองหาน จังหวัดสกลนคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	659 หมู่ที่ 3 บ้านกกส้มโฮง ถนนประชาอุทิศ ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000 โทร.042-730115
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2530	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านพนมไพร จังหวัดร้อยเอ็ด
พ.ศ.2533	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร
พ.ศ.2536	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร
พ.ศ.2540	ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) สถาบันราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร
พ.ศ.2546	กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ