

ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
เมษายน 2561

ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

เมษายน 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
เมษายน 2561

นิลารรณ ทรงครุฑ. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญานิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร. สุณีย์ เหมาะประสิทธิ์,
อาจารย์ ดร. วันเพ็ญ ประทุมทอง.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบแผนการวิจัยที่ใช้ คือ แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Group Repeated Measured Design) และ แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest Posttest Design) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโคกเจริญวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 27 คน ที่ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีการวัดซ้ำ (One-Way Analysis of Variance: Repeated Measures) และ การทดสอบค่าที (t-test for One Sample และ t-test for Dependent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานมีพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .01 ตามลำดับ

EFFECTS OF PROJECT-BASED AND RESEARCH-BASED LEARNING ON THE
ABILITY IN DOING SCIENCE PROJECTS AND SELF-ESTEEM
OF THE TENTH GRADE STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Education Science and Learning Management
at Srinakharinwirot University
April 2018

Nilawan Songkrut. (2018). *Effects of Project-Based and Research-Based Learning on the Ability in Doing Science Projects and Self-Esteem of the Tenth Grade Students*. Master' thesis, M.Ed. (Educational Science and Learning Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc.Prof. Dr. Sunee Haemaprasith, Dr. Wanphen Pratoomtong.

The purposes of this study were 1) to develop project-based and research-based learning in additional science courses for upper secondary students; and 2) to study the effects of project-based and research-based learning in additional science courses for upper secondary students. The research design was a One-Group Repeated Measured Design and One-Group Pretest Posttest Design. The samples consisted of twenty seven tenth grade students in the second semester of the 2016 academic year at Khokcharoenwittaya school. The sample in this study was selected by purposive sampling. The instruments used in this research included 1) the lesson plans; 2) the evaluation forms on their ability in doing science project; 3) the test of outline writing science projects ability; and 4) the self-esteem test. The hypotheses were tested by One-Way Analysis of Variance: Repeated Measures, t-test for One Sample and t-test for Dependent Samples.

The results of this study were as follows: students who learned through project-based and research-based learning demonstrated progress in writing science project ability proposal at a .01 level of significance and had mean scores of science project ability which were higher than the criteria (60%) at a .01 level of significance. In addition, the students who learned through project-based and research-based learning had mean scores of self-esteem which were higher than before instruction and the criteria (high level) of a .01 and .01 levels of significance respectively.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ของ

นิลวรรณ ทรงครุฑ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์) (อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. มนัส บุญประกอบ)

.....ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง) (รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยประเภททุนบัณฑิต

จาก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2560

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ ที่ปรึกษาหลักที่แนะนำหัวข้อปริญญานิพนธ์ ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ทุกขั้นตอนจน สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง ที่ปรึกษาร่วมที่ให้คำแนะนำ และ ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการออกแบบการทดลองในกิจกรรมการเรียนรู้และการจัดพิมพ์รายงาน ปริญญานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. มนัส บุญประกอบ ที่กรุณาเป็นประธาน กรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชาวัลย์ หาญจรสุข ที่เป็นกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ และทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน คือ อาจารย์ ดร. ยุพาพันธ์ มินวงษ์ อาจารย์ ดร. สมควร ไชแก้ว อาจารย์ชัยวัฒน์ มั่นอก อาจารย์เสนาะ อำไพ อาจารย์จินตนา รุกขชาติ อาจารย์ สุภัตตรา สนธิเจริญ และอาจารย์จรรทิมา เวลาคี ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบและให้ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องมือวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนตะคร้อพิทยา โรงเรียนไพศาลพิทยา โรงเรียนท่าตะโกพิทยาคม และโรงเรียนโคกเจริญ วิทยา ที่ให้ความเมตตาและความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

กราบขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้สนับสนุนทุนอุดหนุน การทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยประเภททุนบัณฑิต ประจำปี 2560

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ทุกคนที่คอย ช่วยเหลือและคอยให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

ขอขอบใจนักเรียนทุกคน จากทุกๆ โรงเรียนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้จน สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่ชาย ญาติพี่น้องและทุกๆ ท่าน ที่ไม่ได้ กล่าวนามที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประชากร	4
กลุ่มตัวอย่าง	4
ระยะเวลาที่ใช้	4
เนื้อหาที่ใช้	4
ตัวแปรที่ศึกษา	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดของการวิจัย	10
สมมติฐานของการวิจัย	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ...	13
ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	13
ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	13
ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์	14
ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	16
ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	25
ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	26
งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	27
เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	29
ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	29
แนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	30
ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	42

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน	43
ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน	43
ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน	46
บทบาทครูผู้สอนและบทบาทนักเรียนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงาน และวิจัยเป็นฐาน	50
เอกสารเกี่ยวข้องกับมันสำปะหลัง	54
ความรู้ทั่วไปของมันสำปะหลัง	54
สถานการณ์ของมันสำปะหลัง	62
สภาพปัญหาของมันสำปะหลัง	62
แนวทางแก้ไขปัญหามันสำปะหลัง	63
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	64
ความหมายของความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	64
แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์....	65
แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	69
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเห็นคุณค่าในตนเอง	71
ความหมายของการเห็นคุณค่าในตนเอง	71
ความสำคัญและประโยชน์ของการเห็นคุณค่าในตนเอง	71
องค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเอง	73
การเสริมสร้างความรู้สึกรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง	76
แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง	78
3 วิธีดำเนินการวิจัย	80
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการ	80
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาการจัดการเรียนรู้	81
ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการวิจัย	96
ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล	98

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	100
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	113
สรุปผลการวิจัย	115
อภิปรายผลการวิจัย	117
ข้อเสนอแนะ	122
บรรณานุกรม	124
ภาคผนวก	134
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและ วิจัยเป็นฐาน	135
ภาคผนวก ข รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและ วิจัยเป็นฐาน	137
ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความสามารถในการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์	139
ภาคผนวก ง รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้า โครงของโครงงานวิทยาศาสตร์	141
ภาคผนวก จ รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง	143
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและทั้งฉบับของแบบทดสอบและ แบบวัด	145
ภาคผนวก ช ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	148
ภาคผนวก ซ ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และตัวอย่างผลงานนักเรียน	209
ประวัติย่อผู้วิจัย	222

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของ นักการศึกษา	24
2 สรุปแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของนักการศึกษา	40
3 เปรียบเทียบรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ (3P) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	44
4 บทบาทครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและ วิจัยเป็นฐาน	50
5 การสรุปองค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเอง	76
6 กำหนดหน่วยการเรียนรู้ สาระสำคัญ และระยะเวลาที่ใช้	87
7 องค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเองและพฤติกรรมที่ต้องการวัด	94
8 แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Group Repeated Measured Design)	97
9 แบบแผนทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest Posttest Design)	97
10 การเปรียบเทียบพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงาน วิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน	105
11 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงาน วิทยาศาสตร์หลังเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน (ร้อยละ 60)	108
12 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนจำแนกเป็นรายกลุ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)	109
13 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็น ฐาน กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)	110
14 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองก่อนและหลังเรียนของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน	111

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองหลังเรียนของนักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก = 5.27)	112
16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์	146
17 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง	147



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
2 รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	37
3 ขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะ	39
4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน	49
5 เปรียบเทียบทรงตันเตี้ยและแตกกิ่งกับไม่แตกกิ่ง	55
6 ทรงตันสูงและแตกกิ่ง	55
7 ลำต้นสีแตกต่างกัน	56
8 ลักษณะใบมันสำปะหลังที่แตกต่างกันมาก	56
9 ดอกมันสำปะหลังเกิดที่ยอด	57
10 มันสำปะหลังส่วนใหญ่ออกดอก	57
11 ดอกตัวผู้ ดอกตัวเมียอยู่ในช่อเดียวกันดอกตัวผู้อยู่ส่วนบนของช่อดอก.....	58
12 เปรียบเทียบดอกตัวผู้ (ขวา) กับดอกตัวเมีย (ซ้าย)	58
13 ดอกตัวผู้ของมันสำปะหลัง	59
14 ดอกตัวเมียของมันสำปะหลัง	59
15 ผลและเมล็ดมันสำปะหลัง	60
16 เมล็ดมันสำปะหลัง	60
17 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน	84
18 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน	104
19 พัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียนของนักเรียนในภาพรวม	106
20 พัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียนในรายด้าน	107

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมโลกในปัจจุบันมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะโลกของการศึกษา ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นการศึกษาจึงเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนา “คน” อันเป็นทรัพยากรที่ทรงคุณค่าของสังคมให้มีคุณภาพ และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์สามารถ ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างเป็นสุขทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น (ศรีสมร รัชเมธี; จันทรจิรา จุมพลหล้า; และรุ่งทิวา จันทรพัฒน์วงศ์. 2558: 219; อ้างอิงจาก Rangapthuk. 1998. *Learning Management Using Child-Centered Learning*. unpagged) ซึ่งองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังกล่าว คือ การเห็นคุณค่าในตนเอง (Self-Esteem) จะช่วยให้นักเรียนเห็นว่าการพัฒนาตนเองเป็นสิ่งสำคัญ สามารถทำให้เรียนได้อย่างประสบความสำเร็จ และมีความสุขได้ในชีวิต (จรัสพร ส่งอุปบล. 2553: 4)

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้ และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด แต่ยังคงพบว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร (ยุพาพันธ์ มินวงษ์. 2558: 2) ดังจะเห็นได้ จากผลการประเมินตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) พบว่า ในปี ค.ศ. 2006 2009 และ ค.ศ. 2012 นักเรียนไทยได้คะแนนด้านวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 429 425 และ 444 คะแนน ตามลำดับ โดยการเรียนรู่วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยประมาณร้อยละ 34 มีความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน แต่ก็มีเพียงร้อยละ 29 เท่านั้น ที่มีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าระดับมาตรฐาน (นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. 2558: 68; อ้างอิงจาก กระทรวงศึกษาธิการ. 2556. *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. ไม่ปรากฏ) ซึ่งทำให้เห็นภาพชัดเจนว่า นักเรียนยังขาดโอกาสได้ฝึกปฏิบัติจริง ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการพัฒนาตนเองให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้มีโอกาสทำโครงงานวิทยาศาสตร์จึงเป็นที่น่าสนใจ เพราะเป็นที่ยอมรับกันว่ามีประสิทธิภาพสูงในการฝึกให้นักเรียนนำ

ความรู้ความคิดมาใช้เพื่อการแก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้น หรือค้นคว้าความรู้ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง (น้ำผึ้ง มีนิล. 2545: 1-2)

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) จึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน และการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการทำโครงงาน รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการปฏิบัติและทำงานด้วยตนเอง ได้เรียนรู้วิธีแก้ปัญหา หาความรู้ และวางแผนในการทำงาน โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Thomas. 2000: 1; Education Technology Division, Ministry of Education. 2006: 3; Intel® Teach Program Designing Effective Projects. 2007: 1; Bell. 2010: 39; สนิท สัตโยภาส. 2547: 11; สุคนธ์ สินธพานนท์ และคนอื่นๆ. 2554: 100) โดยจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (อาทิตยา เพ็ญไพบุลย์ และ ไพทยา มีสตัย. 2559: 885; กฤษณีย์ ปิตรัตน์. 2552: 86; จิตติพงศ์ ปะภิระเนย์. 2552: 99; ปาตีเมื้อะ มูนิ. 2555: 178; ยุพาพันธ์ มินวงษ์. 2558: 151-152) นอกจากนี้ยังส่งเสริมการเห็นคุณค่าในตนเอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากเรียนรู้สูงขึ้น (วัฒนา มัคคสนัน. 2539: 121)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน จะช่วยพัฒนาทักษะการคิดให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน จึงมีการส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการจัดการเรียนการสอนการทำโครงงานขึ้นในโรงเรียน แต่ปัจจุบันพบว่า การทำโครงงานยังเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไม่เข้าใจขั้นตอนในการทำโครงงาน ทำให้วางแผนการทดลองไม่ได้ ตลอดจนการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่ไม่ตรงประเด็นปัญหา ขาดความรับผิดชอบไม่ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนการทำโครงงานยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร (ยุพาพันธ์ มินวงษ์. 2558: 3-4)

ด้วยเหตุนี้ การจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ อีกหนึ่งแนวทาง คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) ซึ่งเป็นการใช้กระบวนการวิจัยหรือผลการวิจัยเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอน มุ่งเน้นทักษะกระบวนการค้นคว้า พัฒนาการคิดและบูรณาการเนื้อหา นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง การคิดใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา ทักษะทางสังคม ทักษะในการทำงานร่วมกัน การติดต่อประสานงาน การได้เรียนรู้องค์ความรู้ใหม่ ได้เรียนรู้วิธีการวิจัยหรือวิธีการแสวงหาความรู้และได้เรียนรู้กระบวนการ ขั้นตอนและวิธีที่ตนเองเกิดการ

เรียนรู้ (อลิสรา ราชวัตร. 2558: 2; อ้างอิงจาก นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2551. *การพัฒนาโครงการวิจัย: จากการสอนสู่การวิจัย*. หน้า 251-255) โดยจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะพื้นฐานของกระบวนการวิจัย (จริยา สมาคม. 2552: 51-52; สุราสินี ไชยศึก. 2552: 50; สถาพร ภูผาใจ. 2553: 63; ชนะศึก โพธิ์นอก. 2554: 77; ทวีพร จันทรักษ์. 2554: 44; รุจิราพร งามศิริ. 2556: 365-367)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียน โดยมีความเชื่อว่าการจัดการเรียนการสอนนี้ จะช่วยให้นักเรียนเตรียมตัวเพื่อใช้ชีวิตในโลกที่เป็นจริง สามารถลงมือปฏิบัติ และแก้ปัญหาได้จริง รวมทั้งเป็นพลเมืองดีที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อาทิ ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะในการใช้เทคโนโลยีและสื่อสารสนเทศต่างๆ และการร่วมมือทำงาน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความสำคัญของการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้านี้ทำให้ทราบว่าจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน สามารถพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตลอดจนเป็นแนวทางในการพัฒนาของครูผู้สอนต่อการจัดการเรียนการสอนไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาอื่นๆ หรือระดับชั้นต่างๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโคกเจริญวิทยา อำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จำนวน 3 ห้อง โดยแบ่งเป็นห้องเรียนสายวิทย์ – คณิต จำนวน 27 คน ห้องเรียนสายศิลป์ จำนวน 33 คน และห้องเรียนสังคม จำนวน 18 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 78 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนโคกเจริญวิทยา อำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นห้องวิทย์ - คณิต นักเรียน 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการ 32 ชั่วโมง คาบละ 50 นาที รวมระยะเวลา 16 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน)

เนื้อหาที่ใช้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเรื่อง มันท้าทายพลัง ที่สอดคล้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 2.2 การเห็นคุณค่าในตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ และทำงานด้วยตนเอง รวมถึงเรียนรู้วิธีแก้ปัญหา หาความรู้ และวางแผนในการทำงานอย่างเป็นระบบ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาหรือเสนอแนะแนวทาง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. เราความสนใจ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจด้วยคำถามจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว โดยวิธีการใช้ เอกสารสิ่งพิมพ์ หรือสื่อต่างๆ เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจ เกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น เกี่ยวกับประเด็นปัญหา

2. ทบทวนประสบการณ์ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทบทวนความรู้เดิม และคัดสรรสาระที่เหมาะสมกับนักเรียน รวมทั้งทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการตั้งคำถาม ยกตัวอย่างสถานการณ์ และสื่อต่างๆ เพื่อเสริมความรู้และทดสอบความรู้พื้นฐานของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3. ระบุปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนตั้งคำถาม ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุของปัญหา เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา นำมาเป็นหัวข้อที่สนใจจะทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสร้างแผนผังความคิดหรือลงข้อสรุปความคิดเห็น

4. คัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนคิดออกแบบวางแผนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และดำเนินการค้นคว้า โดยวิธีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. ปฏิบัติการทำโครงงานและสรุปผล หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนจะเป็นผู้ให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทางและตรวจสอบความก้าวหน้า นักเรียนลงมือปฏิบัติการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูล และสรุปผลที่เกิดจากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

6. นำเสนอผลงาน หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนจัดเตรียมเอกสารรายงาน ผลงานหรือชิ้นงานมาจัดแสดง และนำเสนอด้วยวาจา

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) หมายถึง การเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามสภาพจริง โดยครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยหรือขั้นตอนการวิจัยช่วยให้นักเรียนแสวงหาความรู้และวางแผนอย่างเป็นระบบระเบียบ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อความรู้หรือข้อค้นพบใหม่ที่เชื่อถือได้ มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 แนวทาง ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย หมายถึง ชั้นที่ครูผู้สอนใช้ผลวิจัยที่เหมาะสมกับสาระที่สอนมาประกอบการเรียนการสอน เพื่อขยายขอบเขตความรู้ที่ทันสมัย
2. การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย หมายถึง ชั้นที่ครูผู้สอนสืบค้น และให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย หมายถึง ชั้นที่ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอนหรือใช้เป็นบางขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ
4. การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง หมายถึง ชั้นที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนทำวิจัยด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการวิจัย เพื่อแสวงหาคำตอบ หรือความรู้ใหม่ตามความสนใจของนักเรียน

3. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน (Project-Based and Research-Based Learning) หมายถึง ขั้นตอนการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองผ่านการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้และวางแผนอย่างเป็นระบบ ศึกษาความรู้ที่หลากหลาย และแปลกใหม่ด้วยการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 3 ระยะ มีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชั้นที่ครูผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อ ออกแบบและวางแผนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย โดยครูผู้สอนจะใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วมในแต่ละขั้นตอนระหว่างการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่หลากหลายและแปลกใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย และแนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย 4 แนวทาง มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย

1. เร้าความสนใจ หมายถึง ชั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นความสนใจด้วยคำถาม โดยใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว เช่น ที่บ้าน โรงเรียน และชุมชนใกล้โรงเรียน สามารถชี้แนะในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม วิเคราะห์ เพื่อให้ นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และสนใจในประเด็นปัญหา
2. ทบทวนประสบการณ์ หมายถึง ชั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ทบทวนความรู้ และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นปัญหา รวมทั้งทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์และ

กระบวนการวิจัย ได้แก่ การกำหนดหัวข้อ การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการเขียนรายงานการวิจัย โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม การยกตัวอย่างสถานการณ์ การทำแบบฝึก และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

3. ระบุปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ดำเนินการจัดกิจกรรม และตั้งประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง นักเรียนทำหน้าที่ค้นหาคำตอบ วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ เลือกปัญหาที่จะทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อกำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม หรือสร้างสถานการณ์

4. คัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ดำเนินการจัดกิจกรรม ให้นักเรียนออกแบบวางแผนการปฏิบัติจริง และดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลตามที่วางแผนไว้ โดยใช้วิธีการแนะนำแหล่งข้อมูลต่างๆ จากอินเทอร์เน็ต หรือเอกสารต่างๆ เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่นักเรียนสนใจ

5. ออกแบบเค้าโครง หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่คอยช่วยชี้แนะให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก นักเรียนทำหน้าที่ลงมือปฏิบัติออกแบบเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย

6. นำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนและเพื่อนร่วมกันอภิปราย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงสำหรับการลงมือปฏิบัติการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้จะใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วมในแต่ละขั้นตอน ระหว่างการเรียนการสอน ประกอบด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย 4 แนวทาง

1) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนนำผลวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่สอนจากหน่วยงานต่างๆ มาประกอบการเรียนการสอน ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าอย่างหลากหลายและทันสมัย

2) การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ใฝ่รู้ เกิดข้อสงสัย อยากรู้ อยากแสวงหาคำตอบ สืบค้นข้อมูล และศึกษางานวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียนด้วยตนเอง

3) การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน อาจจะเป็นบางขั้นตอน หรือครบทุกขั้นตอน

4) การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ลงมือปฏิบัติเอง โดยอาศัยกระบวนการวิจัย

ระยะที่ 2 การปฏิบัติการทำโครงการ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล และสรุปผล โดยครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยติดตามนักเรียนอย่างใกล้ชิด

ระยะที่ 3 การนำเสนอผลงาน หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนจัดนิทรรศการ เพื่อเผยแพร่ผลงานหรือชิ้นงาน โดยมีครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นประเมิน แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาต่อยอดการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

4. ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (Ability in Doing Science Project)

หมายถึง คະแนการสร้างสรรคผลงานโครงการวิทยาศาสตร์อย่างอิสระ ด้วยการออกแบบวางแผนการแก้ปัญหา หาคำตอบของปัญหาตามความถนัด และความสนใจของนักเรียน ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ โดยพิจารณาความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จาก การคิดและเลือกหัวข้อโครงการวิทยาศาสตร์ การศึกษาเอกสาร การจัดทำเค้าโครง การดำเนินการ การเขียนรายงาน และการนำเสนอ ซึ่งวัดประเมินผลใช้แบบประเมินกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินกระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ประเมินการออกแบบวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ และคอยให้คำแนะนำ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 การประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาความสามารถในการกำหนดกรอบแนวคิด และวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปและอภิปรายผล ซึ่งจะทำการประเมินทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม จากแบบประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ในการวัดแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring) ซึ่งมีระดับคุณภาพคะแนน 4 ระดับ

1.2 การประเมินการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาความสามารถในการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ สถานที่ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล สรุปผลข้อมูล ทันเวลาที่วางแผนไว้ และการทำงานร่วมกัน ซึ่งทำการประเมินทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม จากแบบ

ประเมินการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ในการวัดแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring) ซึ่งมีระดับคุณภาพคะแนน 4 ระดับ

2. การประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาการเขียนรายงาน นำเสนอผลงานด้วยวาจา และจัดแสดงนิทรรศการโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยการจัดแสดงข้อมูลและ ผลงานของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้น่าสนใจ พร้อมทั้งสามารถอธิบาย ตอบข้อซักถามให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้ถูกต้อง และยอมรับฟังความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงพัฒนาต่อยอดโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการ ประเมินเป็นรายกลุ่ม จากแบบประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ในการวัดแบบ แยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring) ซึ่งมีระดับคุณภาพคะแนน 4 ระดับ

5. พัฒนาการในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน (Developed Outline Writing Science Projects Ability of Students between Study) หมายถึง คะแนนการ ติดตามความคืบหน้าของการเขียนรายงาน วิธีการทางวิทยาศาสตร์ การวางแผนอย่างเป็นระบบ และการสรุปข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากสถานการณ์ที่ ครูผู้สอนกำหนด ซึ่งวัดประเมินผลด้วยแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงาน วิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยเกณฑ์การประเมินใช้แบบประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงงาน วิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับการประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

6. การเห็นคุณค่าในตนเอง (Self-Esteem) หมายถึง ความนึกคิดหรือความรู้สึกของ นักเรียนที่มีต่อตนเอง มองเห็นตนเองมีคุณค่า มีความสำคัญ และใช้ความสามารถของตนเพื่อที่จะ ประสบความสำเร็จตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ตลอดจนปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี ซึ่ง แบ่งองค์ประกอบการเห็นคุณค่าในตนเองเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านตนเอง หมายถึง มีความเชื่อมั่นในตนเอง ความเป็นผู้นำ มีไหวพริบ กล้า ตัดสินใจ และแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดี

2. ด้านการเรียน หมายถึง สามารถค้นหาคำตอบในการแก้ปัญหาอย่างชาญ ญ สร้างสรรค์นวัตกรรมด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ เป็นอย่างดี รวมทั้งมีความ รับผิดชอบ

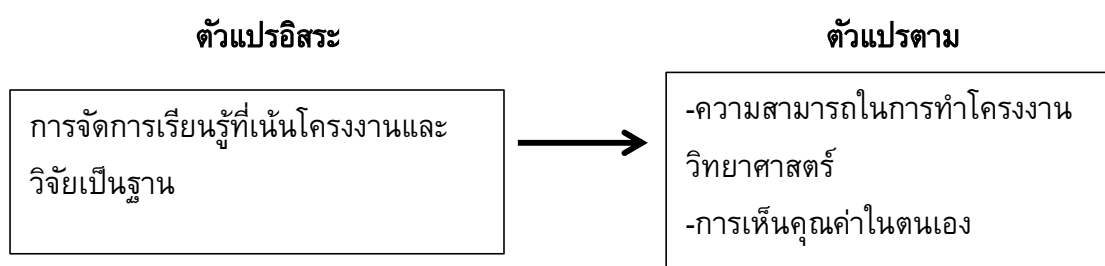
3. ด้านเพื่อนและครู หมายถึง มีความน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับ ถูกไว้วางใจจากเพื่อน และมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือบุคคลอื่น ตลอดจนมีส่วนร่วมสำคัญในการทำกิจกรรมต่างๆ สามารถเป็น ผู้นำของกลุ่ม และได้รับความร่วมมือในการทำงานเป็นอย่างดีจากบุคคลอื่น

4. ด้านสังคม หมายถึง มีความสามารถนำเสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว และ ชาญ ญ รวมทั้งกล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นจากบุคคลอื่น

ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้มาตราวัดแบบนัยจำแนก (Semantic Differential Scale หรือ SDS) ของออสกู๊ด (Osgood) เป็นมาตราวัดทางภาษาที่กำหนดคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้าม จำนวน 2 คำ และกำหนดระดับของการวัดออกเป็น 7 ระดับ คือ 3 2 1 0 -1 -2 และ -3 ตามลำดับ ซึ่งข้อคำถามแต่ละข้อประกอบด้วยคำถามประเมินในด้านต่างๆ จำนวน 3 ด้าน คือ ด้านประเมินค่า (Evaluation Factor) ด้านศักยภาพ (Potential Factor) และด้านกิจกรรม (Activity Factor)

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเองตามสภาพจริงผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Krajcik; & Blumenfeld. n.d: unpagged; อ้างอิงมาจาก Bransford, Brown; & Cocking. 1999. *How people learn: Brain, mind, experience, and school.* unpagged) จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ (ยุพาพันธ์ มินวงษ์. 2558: 151-152; รุ่งระวี สุขแย้ม. 2551: 76; จิตติพงศ์ ปะกัระเนย์. 2552: 99; สุภาพร บุญรอด. 2553: 72) นอกจากนี้ยังส่งเสริมการเห็นคุณค่าในตนเอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากเรียนรู้สูงขึ้น (วัฒนา มัคคสนัน. 2539: 121) และจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่ง ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการวิจัย (รุจิราพร รามศิริ. 2556: 365-367) และเข้าใจกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกัน (อลิสรา ราชวัตร. 2558: 85-90) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียน ซึ่งสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดดังแสดงในภาพประกอบ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนการเห็นคุณค่าในตนเอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน หลังเรียนมีคะแนนการเห็นคุณค่าในตนเองอยู่ในระดับมาก (ระดับมาก = 5.27 จากมาตราวัด 7 ระดับ)



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดของแต่ละหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

- 1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- 1.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- 1.3 ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์
- 1.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- 1.5 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- 1.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

- 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
- 2.2 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
- 2.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

3. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

- 3.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน
- 3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน
- 3.3 บทบาทครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

4. เอกสารเกี่ยวข้องกับมันสำปะหลัง

- 4.1 ความรู้ทั่วไปของมันสำปะหลัง
- 4.2 สถานการณ์ของมันสำปะหลัง
- 4.3 สภาพปัญหาของมันสำปะหลัง
- 4.4 แนวทางแก้ไขปัญหามันสำปะหลัง

5. ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

5.2 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

5.3 แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

6. การเห็นคุณค่าในตนเอง

6.1 ความหมายของการเห็นคุณค่าในตนเอง

6.2 ความสำคัญและประโยชน์ของการเห็นคุณค่าในตนเอง

6.3 องค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเอง

6.4 การเสริมสร้างความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง

6.5 แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) เป็นผลมาจากการศึกษาของนักการศึกษา และนักปรัชญาการศึกษา จอห์น ดิวอี้ (1959) ซึ่งได้มีการทดลองการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในโรงเรียนมัธยมศึกษาของประเทศชิคาโก โดยมีขั้นตอนการสืบเสาะเป็นพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ โดยดิวอี้ได้กล่าวว่านักเรียนจะพัฒนาการเรียนรู้ได้ ต้องมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพจริงผ่านกระบวนการสืบเสาะ นอกจากนี้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในช่วง 2 ทศวรรษที่ผ่านมา นักวิจัยทางการศึกษาได้ศึกษาและทำความเข้าใจเนื้อหาการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของดิวอี้ พบว่าผลจากการสืบเสาะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปสู่วิธีการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น (Krajcik; & Blumenfeld. n.d: unpagged; อ้างอิงมาจาก Bransford, Brown; & Cocking. 1999. *How people learn: Brain, mind, experience, and school.* unpagged) ซึ่งการส่งเสริมความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญมี 4 แนวคิด คือ 1) การทำให้เกิดแรงกระตุ้น 2) การเรียนรู้ที่เหมาะสม 3) ความสัมพันธ์ทางสังคม และ 4) ตัวช่วยที่ทำให้เกิดความเข้าใจ

1.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

นักวิชาการได้นิยามการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถวิเคราะห์ และสรุปนิยามได้ว่า (Thomas. 2000: 1; Education Technology Division,

Ministry of Education. 2006: 3; Intel® Teach Program Designing Effective Projects. 2007: 1; Bell. 2010: 39; สนิท สัตโยภาส. 2547: 11; สุกนธ์ สินธพานนท์ และคนอื่นๆ. 2554: 100) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง นวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย สำหรับในศตวรรษที่ 21 มีนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้เกิดจากการกระตุ้นด้วยคำถามที่ท้าทาย โดยคำถามจะเป็นปัญหาตามสภาพจริง ให้นักเรียนมีโอกาสนในการปฏิบัติและทำงานด้วยตนเอง ได้เรียนรู้วิธีแก้ปัญหา หาความรู้ และวางแผนในการทำงาน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาหรือเสนอแนะแนวทาง ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะด้านเทคโนโลยี การสื่อสาร การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การสืบเสาะ และการค้นคว้า รวมทั้งนักเรียนจะได้รับประโยชน์จากการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะด้วยวิธีการเรียนการสอนนี้ได้เป็นอย่างดี

1.3 ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ เน้นการสอนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ออกแบบวางแผนในการสำรวจ ศึกษาข้อมูล และเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนั้นจึงแบ่งประเภทโครงงานวิทยาศาสตร์เป็น 4 ประเภท คือ โครงงานสำรวจ (Survey Project) โครงงานทดลอง (Experimental Project) โครงงานการพัฒนาหรือประดิษฐ์ (Developmental Project) และ โครงงานการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoretical Project) โดยลักษณะของโครงงานแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 โครงงานสำรวจ (Survey Project)

โครงงานสำรวจ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์; พเยาว์ ยินดีสุข; และราชน มีศรี. 2551: 28-29) เป็นการสำรวจความรู้ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งโครงงานประเภทนี้เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้อาจจากการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอแบบต่างๆ อย่างมีแบบแผน เพื่อให้เห็นถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้นการปฏิบัติตามโครงงานนี้นักเรียนจะต้องไปศึกษา รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น สอบถาม สัมภาษณ์ สำรวจโดยใช้เครื่องมือ เช่น แบบสังเกต แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึก ฯลฯ ในการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการศึกษา

1.3.2 โครงงานทดลอง (Experimental Project)

โครงงานทดลอง (สมพงศ์ จันทรโพธิ์ศรี. 2558: 13-16) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งว่าจะเกิดอะไรหรือจะมีอะไรเกิดขึ้น เมื่อมีการทดลอง

สิ่งที่จัดกระทำขึ้น คือ ตัวแปรต้น เพื่อศึกษาว่าจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ ตัวแปรตาม
อย่างไร ด้วยมีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ คือ ตัวแปรควบคุมที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

1) ตัวแปรและประเภทของตัวแปร

ตัวแปร (Variable) หมายถึง คุณลักษณะของปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือสิ่ง
ต่างๆ ที่สามารถแปรผันหรือเปลี่ยนแปลงค่าของตัวเองได้ ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่มีการ
ทดลองเข้ามาเกี่ยวข้อง แบ่งตัวแปรออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) หมายถึง ตัวแปรที่
เป็นสาเหตุให้เกิดผลหรือเกิดตัวแปรตาม ตัวแปรประเภทนี้จึงเป็นตัวแปรอิสระ ไม่ขึ้นอยู่กับตัวแปร
ประเภทอื่น และเป็นตัวแปรที่สามารถกำหนดค่าได้ตามต้องการ หรือกล่าวได้ว่า คือสิ่งที่ต้องการ
ศึกษาทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ บางครั้งเรียกตัวแปรอิสระประเภทนี้
เพียงสั้นๆ ว่า เหตุ

1.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หมายถึง ตัวแปรที่เป็นผลมาจาก
ตัวแปรอิสระ ซึ่งถ้าตัวแปรอิสระเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้ว ตัวแปรตามนี้จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย
ตัวแปรประเภทนี้จึงเป็นตัวแปรที่ไม่อาจกำหนดค่าต่างๆ ตามที่ต้องการได้ ตัวแปรอิสระตัวหนึ่งอาจ
ทำให้เกิดตัวแปรตามได้หลายตัวและในขณะเดียวกัน ตัวแปรอิสระหลายตัวอาจทำให้เกิดตัวแปร
ตามตัวเดียวได้ ตัวแปรประเภทนี้เรียกสั้น ๆ ว่า ผล

1.3 ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) หมายถึง ตัวแปรอิสระที่ไม่ได้อยู่
ในขอบข่ายที่ต้องการศึกษา แต่เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม ตัวแปรประเภทนี้เป็นตัวแปรที่
จะต้องควบคุมให้ได้ โดยต้องควบคุมให้เหมือนกัน ไม่เช่นนั้นแล้วอาจทำให้ผลการทดลอง
คลาดเคลื่อนได้

2) ประเภทของการทดลอง

แบ่งการทดลองเป็น 3 แบบ คือ

2.1 การทดลองแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ การทดลองแบบนี้จะแบ่งการทดลอง
ออกเป็น 2 กลุ่ม คอยเปรียบเทียบผลการทดลองซึ่งกันและกัน กลุ่มหนึ่งเรียกว่า กลุ่มทดลอง
(Experiment Group) อีกกลุ่มหนึ่งเรียกว่า กลุ่มควบคุม (Controlled Group) ทั้งสองกลุ่มมีอะไรที่
เหมือนกันและเท่ากัน หรือเกือบเหมือนกันทุกประการ ต่างกันเพียงอย่างเดียว คือ กลุ่มทดลองได้
เพิ่มตัวแปรที่ต้องการดูผลกระทบของตัวแปรนั้นลงไป 1 อย่าง ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ใส่เพิ่ม จากนั้นก็
ทำการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกลุ่มทั้งสอง แล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่าง

2.2 การทดลองแบบไม่แบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ มีการทดลองทางวิทยาศาสตร์หลายอย่างโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางวิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science) ได้แก่ เคมีและฟิสิกส์ การทดลองบางอย่างไม่จำเป็นต้องแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบก็สามารถสรุปผลการทดลองได้

2.3 การทดลองแบบการลองผิดลองถูก การทดลองของผู้ศึกษาวิทยาศาสตร์ในสมัยแรกๆ มักจะเป็นการทดลองแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error Method) ซึ่งนับว่าเป็นวิธีการทดลองที่ไม่มีหลักเกณฑ์เท่าใดนัก แต่ในบางครั้งก็มีความจำเป็น เพราะบางปัญหาไม่รู้ว่าจะต้องสมมติฐานอย่างไร ไม่รู้จะออกแบบการทดลองอย่างไร ไม่สามารถทำการทดลองแบบมีแบบแผนได้ จึงต้องทำแบบเสี่ยงโชค ถ้าทำวิธีอื่นไม่ได้ผลก็เปลี่ยนไปทำวิธีอื่นจนกว่าจะพบคำตอบ

1.3.3 โครงการงานการพัฒนา หรือการประดิษฐ์ (Developmental Project)

โครงการงานพัฒนา หรือประดิษฐ์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์; พเยาว์ ยินดีสุข; และราชน มีศรี. 2551: 28-29) เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์คือ การนำความรู้ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียน การทำงาน หรือการใช้สอยอื่นๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการนี้อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ โดยที่ยังไม่มีใครทำ หรืออาจเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง และดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิม รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่างๆ โครงการประเภทนี้มีการทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะจึงเรียกว่า โครงการทดลองเชิงพัฒนา

1.3.4 โครงการงานการสร้างทฤษฎี หรือการอธิบาย (Theoretical Project)

โครงการงานการสร้างทฤษฎี หรือการอธิบาย (ลัดดา ภูเกียรติ. 2552: 28) เป็นโครงการที่นำเสนอแนวคิดหรือทฤษฎีใหม่ๆ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสมการ สูตร หรือ คำอธิบาย โดยตั้งข้อตั้งหรือกติกาขึ้นมาเองแล้วเสนอหลักการหรือแนวคิด และทฤษฎีตามกติกาหรือข้อตั้งกลนั้นๆ หรือเป็นการขยายทฤษฎีในรูปแบบใหม่ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำจะต้องเป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี ต้องศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมากจึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีนั้นได้เป็นอย่างดีและมักจะเป็นโครงการทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์มากกว่า

1.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

1.4.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของ แครคิก และบลูเมนเฟลด์

(Krajcik; & Blumenfeld. n.d: 321-328)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ลักษณะที่สำคัญที่ทางแครคิกและบลูเมนเฟลด์ได้สร้างขึ้นมี 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 คำถามนำ (Driving Questions)

จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน คือ การเรียนการสอนที่กระตุ้นด้วยคำถามเพื่อค้นหาคำตอบ โดยคำถามต้องเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นตามสภาพจริง ซึ่งในขณะที่นักเรียนดำเนินการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาจากคำถาม นักเรียนจะสามารถเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้ และการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนเกิดความเข้าใจหลักการ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติม (Situated Inquiry)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานควรสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ คือ การอธิบายปรากฏการณ์เหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น นักเรียนต้องสืบเสาะหาข้อมูลเพื่อค้นหาคำตอบ และสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมในทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนนักเรียนต้องเรียนรู้การใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และตีความข้อมูล

ขั้นที่ 3 การร่วมมือ (Collaboration)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เปิดโอกาสให้ครูผู้สอน และนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงาน รวมถึงการเปลี่ยนแนวคิดให้ห้องเรียนกลายเป็นชุมชนการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนจะได้ทำงานร่วมกับเพื่อนในห้องเรียนมากขึ้น และครูผู้สอนมีบทบาทในการกระตุ้นการตั้งคำถาม เขียนคำอธิบาย และลงข้อสรุป ทั้งนี้การทำงานร่วมกันจะช่วยสร้างความเข้าใจแนวคิดทางธรรมชาติวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนง่ายขึ้น

ขั้นที่ 4 การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ (Using Technology Tools to Support Learning)

เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่สนับสนุนการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ช่วยเปลี่ยนห้องเรียนให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการสร้างความรู้จากกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งเหตุผลหลักของการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือมี 3 เหตุผล อาทิ 1) เทคโนโลยีที่มีความสอดคล้องกับการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 2) สามารถนำเสนอข้อมูลในลักษณะการโต้ตอบ และ 3) สร้างโอกาสในการเปลี่ยนห้องเรียนแบบเดิม เป็นสร้างกิจกรรมในการเรียนการสอน

ขั้นที่ 5 การสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Creation of Artifacts)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานแสดงให้เห็นว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อมีการพัฒนาสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม ซึ่งการสร้างสิ่งประดิษฐ์เหล่านี้เป็นผลงานของนักเรียนที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยคำถาม รวมทั้งนักเรียนสามารถที่จะพัฒนา

รูปแบบจำลองทางกายภาพ และรายงานรูปแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์ วิดีทัศน์ ภาพวาด เว็บไซต์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของ หน่วยงานด้านเทคโนโลยี

การศึกษากระทรวงศึกษาธิการมาเลเซีย (Education Technology Division, Ministry of Education. 2006: 22-25)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีกระบวนการสำคัญที่หน่วยงานด้านเทคโนโลยีการศึกษากระทรวงศึกษาธิการมาเลเซียได้สร้างขึ้นมี 6 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เริ่มต้นด้วยคำถามที่จำเป็น (Start with the Essential Question)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน จะเปิดประเด็นด้วยการกระตุ้นความสนใจด้วยคำถาม เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน เป็นคำถามลักษณะปลายเปิด ที่ก่อให้เกิดปัญหาหรือสถานการณ์ที่นักเรียนต้องแก้ไขปัญหา สิ่งที่นักเรียนต้องทราบ คือ คำตอบของการแก้ปัญหาไม่ได้ มีเพียงคำตอบเดียว ตัวอย่างการเริ่มต้นตั้งคำถาม อาทิ 1) ตั้งคำถามตามหัวข้อสถานการณ์จริง 2) คำถามขึ้นอยู่กับสถานการณ์ หรือหัวข้อที่มีความเหมาะสม 3) การตั้งคำถามที่นักเรียนเห็นว่าส่งผลกระทบต่อตนเอง และ 4) คำถามที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน เป็นคำถามที่มีความสำคัญในช่วงเวลาหนึ่งของนักเรียน

ขั้นที่ 2 การออกแบบวางแผนสำหรับโครงงาน (Design a Plan for the Project)

การออกแบบโครงงาน เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผน และมีบทบาทสำคัญเพื่อตัดสินใจเลือกกิจกรรมด้วยตนเอง จากการกระตุ้นด้วยคำถาม ทั้งนี้ นักเรียนต้องทราบถึงเครื่องมือและทรัพยากรที่ต้องปฏิบัติในกิจกรรม จากหัวข้อและปัญหาต่างๆ ดังนั้นนักเรียนจึงมีส่วนร่วมในการแสวงหาคำตอบมากขึ้น

ขั้นที่ 3 การสร้างตารางเวลา / เรียน (Create a Schedule)

ระยะเวลาที่จะออกแบบสำหรับส่วนของโครงงานมีความยืดหยุ่น นักเรียนต้องจำกัดเวลาในการค้นหาและประเมินผลอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนแนวคิดใหม่ได้ เมื่อทิศทางแนวคิดโครงงานไม่เชื่อมโยงกับหลักสูตร แต่ก็จะมีข้อจำกัดในการทำโครงงาน

ขั้นที่ 4 การทดสอบ และความคืบหน้าโครงงานของนักเรียน (Monitor Student and Project Progress)

การอำนวยความสะดวกในโครงงาน และการปลูกฝังให้นักเรียนรู้สักรักในการเรียนรู้ การทำงานร่วมกัน นักเรียนต้องกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม เลือกหัวหน้า ที่มี ความรับผิดชอบ และการติดต่อสื่อสารได้เป็นอย่างดี สำหรับบทบาทอื่น นักเรียนทุกคนต้องมีส่วน

ร่วมในกระบวนการตามความต้องการของกลุ่ม โดยต้องให้ข้อมูล คำแนะนำ และการประเมินภายในกลุ่ม ซึ่งเกณฑ์การประเมินใช้แบบรูปรีด จะให้คะแนนตามขั้นตอน ความเป็นทีม ผลลัพธ์ของโครงการ และความตั้งใจของแต่ละคนในทีม

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Assess the Outcome)

การประเมินความคืบหน้าและการสร้างความสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ ในกลุ่ม และการตรวจสอบความก้าวหน้า จะช่วยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการ ข้อมูล สิ่งที่ต้องการปรับปรุง รวมถึงการประเมินประสิทธิภาพการออกแบบการเรียนการสอนของครูผู้สอนต่อนักเรียน

ขั้นที่ 6 ประเมินประสบการณ์ (Evaluate the Experience)

การสะท้อนผลกระบวนการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก จึงต้องจัดเวลาสำหรับสะท้อนกิจกรรมการเรียนรู้ประจำวัน เป็นรายบุคคล เช่น การจดบันทึก และการอภิปรายเป็นกลุ่ม ซึ่งภายในกลุ่มจะแบ่งปันแนวคิดและประสบการณ์ หรือเกี่ยวกับการทำงาน หรือการเปลี่ยนแปลงแนวคิดที่จะนำไปสู่คำถามใหม่ อาจเกิดเป็นโครงการใหม่ๆ ขึ้น

1.4.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของ สถาบันบัคเพื่อการศึกษา

(Buck Institute for Education. 2015: Online)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีขั้นตอนสำคัญที่สถาบันบัคเพื่อการศึกษาได้สร้างขึ้นมี 7 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ความต้องการที่จะรู้ (Need to Know)

ความต้องการที่จะเรียนรู้จัดหากิจกรรมที่เชิญชวนให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหา ซึ่งสามารถอยู่ในรูปแบบของวิดีโอ บทสนทนาที่เห็นภาพ การมีแซกรับเชิญ จัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์จำลอง

ขั้นที่ 2 คำถามนำ (Driving Question)

คำถามควรมีเนื้อหาเพื่อฝึกให้นักเรียนได้เกิดการคิด เป็นคำถามปลายเปิด มีความซับซ้อน และเชื่อมโยงเข้ากับการเรียนการสอน จากนั้นช่วยกันระดมความคิดในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 การแสดงความคิดเห็นและตัวเลือกของนักเรียน (Student Voice & Choice)

ความคิดเห็นและตัวเลือกของนักเรียนทำให้โครงงานมีความหมายหรือเป้าหมายมากขึ้น นักเรียนสามารถเลือกทำสื่อในการเรียนรู้ คำประกาศสาธารณะ เว็บไซต์ และแผ่นพับ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ความสามารถในการศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills)

การทำงานที่แท้จริงควรจะให้ให้นักเรียนร่วมมือกันให้เกิดประโยชน์ ด้านการสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการคิดโดยใช้วิจารณญาณ ตลอดจนการใช้เทคโนโลยี

ขั้นที่ 5 การสืบเสาะหาข้อมูลและสร้างนวัตกรรม (Inquiry & Innovation)

นักเรียนจะหาคำตอบจากครูผู้สอน หนังสือ บทความ เว็บไซต์ และการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูลจะนำมาใช้เพื่อสร้างผลงาน

ขั้นที่ 6 การสะท้อนและทบทวน (Reflection & Revision)

การสะท้อนและทบทวนของกระบวนการเรียนรู้ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญที่นักเรียนจะสร้างผลิตภัณฑ์อย่างมีคุณภาพ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูปรีด ประเมินตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ การแก้ปัญหา และสำหรับการสะท้อนและทบทวนใช้การประเมินจากครูผู้สอน (ผู้เชี่ยวชาญ)

ขั้นที่ 7 นำเสนอผลิตภัณฑ์ต่อสาธารณะ (Present Product Publicly)

ผลิตภัณฑ์ที่จะถูกนำเสนอต่อผู้ชม (ครอบครัว เพื่อน ผู้เชี่ยวชาญทั่วโลก) จำนวนมากเป็นความท้าทายอย่างมาก ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูง

1.4.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของ สுகนธ์ สินธพานนท์ และคนอื่นๆ

(2554: 108)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีขั้นตอนสำคัญที่สุกนธ์ สินธพานนท์ และคนอื่นๆ ได้สร้างขึ้นมี 6 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ ครูผู้สอนกระตุ้นนักเรียนให้เห็นปัญหา หรือมีความสนใจเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

ขั้นที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน กำหนดจุดมุ่งหมายในการทำโครงงาน

ขั้นที่ 3 วางแผนและวิเคราะห์โครงงาน เสนอโครงงานหรือพร้อมแผนการดำเนินงาน ต่อครูผู้สอน

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติงานหรือแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนด บันทึกผลการดำเนินงาน

ขั้นที่ 5 ขึ้นประเมินผล ประเมินผลการดำเนินงานเป็นระยะๆ

ขั้นที่ 6 ขึ้นสรุปรายงานผลและเสนอผลงาน สรุปเป็นรายงาน เสนอผลงานด้วยวิธีการ หลากหลาย

1.4.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของ พิมพันธ์ เตชะคุปต์ พเยาว์ ยินดีสุข และราชน มีศรี (2556: 26)

การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำโครงงานด้วยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมี 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา สังเกต สรุปอ้างอิง แยกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ สื่อสาร กำหนดปัญหาเพื่อหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ออกแบบการรวบรวมข้อมูล ตั้งสมมติฐาน คิดเชิงเหตุผล การพิสูจน์สมมติฐาน การระบุตัวแปร การนิยามเชิงปฏิบัติการ การวางแผนเพื่อวิธีเก็บข้อมูล การสร้างเครื่องมือ และวางแผนวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล การสังเกต การสัมภาษณ์ การสอบถาม การวัด การใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือ การใช้ตัวเลข การบันทึกผล

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ผลและสื่อความหมายข้อมูล การสังเกต การแยกแยะ การจัดกลุ่ม การจำแนกประเภท การเรียงลำดับ การจัดระบบ การใช้ตัวเลข รวมทั้งการสื่อความหมายข้อมูลแบบต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ ภาพ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 สรุปผล การแปลผลข้อมูล การอุปนัย การนิรนัย การสรุปผลจากข้อมูล

1.4.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2555: 60-61)

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนถึงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ในหัวข้อนี้จึงได้ให้คำจำกัดความที่อธิบายถึงขอบเขต และประเด็นการจัดการเรียนรู้สรุปเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจความคิด (Exploring the Ideas)

ให้นักเรียนเกิดความคิดเชิงสร้างสรรค์ ต้องกระตุ้นด้วยคำถามที่น่าสนใจเชื่อมโยงกับความต้องการขององค์กรหรือสังคม โดยคำถามมีลักษณะกว้าง ๆ สามารถชี้แนะในการสร้างเป็นนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ อาจพัฒนาสิ่งที่มีอยู่แล้วหรือสร้างขึ้นมาใหม่ก็ได้ นักเรียนต้องสำรวจว่าสามารถปรับปรุงหรือพัฒนาประเด็นอะไรได้บ้างภายใต้คำถามดังกล่าว มุ่งหวังว่านักเรียนจะสามารถคิดประเด็นที่สร้างสรรค์ภายใต้คำถามที่กำหนดได้อย่างหลากหลาย

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบความเป็นไปได้ (Reviewing the Possibilities)

ขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาสารสนเทศ (Information) ทฤษฎี (Theory) และหลักการ (Principle) สนับสนุนประเด็นต่าง ๆ จากปัญหาที่สนใจในขั้นที่ 1 ผ่านกระบวนการสืบค้นข้อมูล การอภิปรายกลุ่ม บนสมมติฐานของข้อมูลที่เพียงพอต่อการตัดสินใจที่เป็นเหตุเป็นผล

ขั้นที่ 3 เลือกหัวข้อเรื่อง (Selecting the Topic)

ขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนใช้เหตุผลเชิงทฤษฎี และความเหมาะสมพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ที่นักเรียนให้ความสนใจและได้สืบค้นข้อมูล พิจารณาโดยใช้ระดมสมองร่วมกันเพื่อคัดเลือกประเด็นที่จะศึกษา 1 หัวข้อเรื่อง และนำมากำหนดเป็นหัวข้อโครงการที่จะดำเนินการต่อไป

ขั้นที่ 4 สร้างและทดสอบ (Producing and Testing)

ขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนแสดงกรอบแนวคิดของการดำเนินงานแผนการปฏิบัติงาน และจะต้องใช้ทฤษฎี แนวทางที่ได้กำหนดไว้ เพื่อปฏิบัติงานให้สำเร็จลุล่วง นักเรียนอาจต้องเรียนรู้โดยการค้นคว้าหรือรับคำชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากขั้นตอนนี้ควรบันทึกข้อมูลไว้ และปรึกษาหารือกับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ

ขั้นที่ 5 ชื่นนำเสนอและโฆษณา (Presenting and Selling)

ขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนออกแบบวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจ โดยเลือกสื่อและวิธีการนำเสนอที่เหมาะสม สามารถดึงดูดความสนใจผู้ฟัง และทำให้ผู้ฟังเห็นคุณค่าของผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนนำเสนอ

1.4.7 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของ ยุพาพันธ์ มินวงษ์

(2558: 7-9)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีขั้นตอนสำคัญที่ยุพาพันธ์ มินวงษ์ ได้สร้างขึ้นมี 3 ระยะ สรุปได้ดังนี้

ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) กระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรอยากรู้เรียนรู้ ตลอดจนทบทวนความรู้เดิม ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย

1.1 ชื่นเร้าความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่สนุก และมีความท้าทาย มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน

1.2 ชื่นทบทวนประสบการณ์ ทบทวนความรู้เดิมในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับประเด็นปัญหา ตลอดจนทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน ประกอบด้วย

2.1 ขั้นระบุปัญหา ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุของปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนด และ/หรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง

2.2 ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธี แก้ปัญหาเพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจจะทำโครงการวิทยาศาสตร์

2.3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียน คิดออกแบบ และวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

2.4 ขั้นปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล ลงมือปฏิบัติการทำโครงการ วิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูล และสรุปผลที่เกิดจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน (Presentation) ประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนนำเสนอเอกสารรายงาน ผลงานหรือชิ้นงานมาจัดแสดงและนำเสนอด้วยวาจา

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของ นักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของนักการศึกษา

ชั้น ที่	Krajcik &Blumenfeld (n.d: 321-328)	Educational Technology Division, Ministry of Education (2006: 22-25)	Buck Institute for Education (BIE) (2015: Online)	สุคนธ์ สินธพานนท์ และคนอื่นๆ (2554: 108)	พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข; และ ราชน มีศรี (2556: 26)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี (2555: 60-61)	ยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 7-9)
1	คำถามนำ	เริ่มต้นด้วยคำถามที่ จำเป็น	ความต้องการที่จะรู้	กำหนดปัญหา	ระบุปัญหา	การสำรวจความคิด	ระยะที่ 1 เตรียมความ พร้อม
2	การสืบเสาะหา ความรู้เพิ่มเติม	การออกแบบ วางแผนสำหรับ โครงงาน	คำถามนำ	กำหนดจุดมุ่งหมาย	ออกแบบการรวบรวม ข้อมูล	ตรวจสอบความเป็นไป ได้	1.1 ได้รับความสนใจ 1.2 ขึ้นทบทวน ประสบการณ์
3	การร่วมมือ	การสร้างตารางเวลา / เรียน	การแสดงความคิดเห็น และตัวเลือกของนักเรียน	วางแผนและ วิเคราะห์โครงงาน	ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล	เลือกหัวข้อเรื่อง	ระยะที่ 2 สร้างสรรค์ โครงงาน
4	การใช้เทคโนโลยี เป็นเครื่องมือเพื่อ สนับสนุนการเรียนรู้	การทดสอบและ ความคืบหน้า โครงงานของ นักเรียน	ความสามารถในศตวรรษ ที่ 21	ลงมือปฏิบัติงาน	วิเคราะห์ผลและสื่อ ความหมายข้อมูล	สร้างและทดสอบ	2.1 ระบุปัญหา 2.2 แสวงหาและคัดสรร แนวทางแก้ปัญหา 2.3 วางแผนแก้ปัญหา
5	การสร้าง สิ่งประดิษฐ์	การประเมินผล	การสืบเสาะหาข้อมูลและ สร้างนวัตกรรม	ประเมินผล	สรุปผล	นำเสนอและโฆษณา	อย่างสร้างสรรค์ 2.4 ปฏิบัติการทำ โครงงานและสรุปผล
6		ประเมิน ประสบการณ์	การสะท้อน และทบทวน	สรุปรายงานผลและ เสนอผลงาน			ระยะที่ 3 นำเสนอ ผลงาน
7			นำเสนอผลิตภัณฑ์ต่อ สาธารณะ				

จากการศึกษาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของนักการศึกษา
ดังกล่าวสามารถสรุปขั้นตอนสำคัญได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดปัญหา เป็นการกระตุ้นความสนใจด้วยคำถาม โดยใช้ประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพจริง ให้นักเรียนเกิดความสงสัยเกี่ยวกับปัญหา
- 2) การออกแบบวางแผน เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ และค้นหาคำตอบเพื่อกำหนดเป็นหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ รวมทั้งดำเนินการออกแบบวางแผนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 3) การร่วมมือ ค้นคว้าและสืบเสาะหาข้อมูล เป็นการดำเนินการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล แล้วร่วมแสดงความคิดเห็น และกำหนดขอบเขตของการดำเนินการ
- 4) การสร้างและทดสอบนวัตกรรม เป็นการออกแบบ และลงมือปฏิบัติการสร้างผลงานนวัตกรรมที่เกี่ยวกับหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์
- 5) สรุปและนำเสนอ เป็นการวิเคราะห์ผล สรุปผลข้อมูล และการนำเสนอผลงาน
ขั้นตอนเหล่านี้สามารถพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ลงมือปฏิบัติได้จริง และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะ

1.5 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

สถาบันบัคเพื่อการศึกษา (Buck Institute for Education) เป็นสถาบันที่มุ่งเน้นการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานได้เสนอแนะลักษณะสำคัญที่มีประสิทธิภาพ (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว. 2557: 16; อ้างอิงจาก Buck Institute for Education. 2013. *What is PBL?*. Online) ดังนี้

1.5.1 มีความมุ่งหมายที่จะสอนเนื้อหาสาระที่สำคัญ เป้าหมายของการเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดหลักที่ตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้วิชาต่างๆ

1.5.2 พัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิดวิพากษ์ การแก้ปัญหา ความร่วมมือ ร่วมใจ และสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลาย ในการตอบคำถามนำ (Driving Question) และสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพสูง นักเรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูล นักเรียนต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีม ในขณะที่ทำการสื่อสาร นักเรียนต้องรับฟังผู้อื่น และถ่ายทอดความคิดของนักเรียนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน อีกทั้งนักเรียนยังต้องสามารถอ่านข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้ รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายผ่านวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจน และทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.3 ต้องใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการในการเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ นักเรียนถามคำถาม ค้นหาคำตอบและลงข้อสรุป ซึ่งทำให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในเชิงความคิดหรือการได้ชิ้นงาน

1.5.4 สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีความรู้เนื้อหาและทักษะที่จำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีการจัดลำดับของกระบวนการเรียนรู้ที่ต่างจากการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นั่นคือ ในหน่วยการเรียนรู้ทั่วไปที่มีการทำโครงงานเพิ่มเข้ามาทำยหน่วยจะเริ่มจากการนำเสนอความรู้และแนวคิดให้แก่นักเรียนก่อน จากนั้นจึงให้โอกาสนักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ แต่ในทางกลับกัน การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานนั้นจะเริ่มต้นด้วยการเห็นผลิตผลหรือการนำเสนอผลงาน ซึ่งจะทำให้นักเรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจข้อมูล และแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการทำโครงงานให้ได้ผลิตผลหรือผลงานตามเป้าหมายที่ต้องการ

1.5.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและเลือก นักเรียนจะได้เรียนรู้ที่จะทำงานด้วยตนเองและแสดงความรับผิดชอบเมื่อตนเองเลือกศึกษาสิ่งที่สนใจ การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกสิ่งที่ต้องการศึกษา และแสดงออกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นการเพิ่มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของนักเรียน

1.5.6 มีกระบวนการทบทวนและสะท้อนกลับ นักเรียนได้เรียนรู้ที่จะให้และรับ การเสนอแนะและความคิดเห็นเพื่อพัฒนาคุณภาพของผลงานที่ได้สร้างสรรค์ขึ้นมาและมีคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนความคิดถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ว่ามีอะไรบ้าง และมีกระบวนการเรียนรู้อย่างไร

1.5.7 ผู้ชมสาธารณะเข้ามามีส่วนร่วม นักเรียนนำเสนองานที่ได้ศึกษาให้แก่ผู้อื่นนอกเหนือไปจากเพื่อนร่วมชั้นและครูผู้สอนทั้งการนำเสนอโดยตัวบุคคลหรือผ่านสื่อต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการส่งเสริมกระตุ้นให้นักเรียนพยายามทำงานออกมาอย่างมีคุณภาพ และทำโครงงานให้มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

1.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Intel® Teach Program Designing Effective Projects. 2007: 1-4) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ด้าน ดังนี้

1.6.1 ประโยชน์ต่อนักเรียน

นักเรียนที่มีส่วนร่วมในโครงงาน จะมีความรับผิดชอบมากขึ้น พัฒนาทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้ เรียนรู้ความหลากหลายทางวัฒนธรรม และนักเรียนได้รับโอกาสการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกันและการสื่อสาร นอกจากนี้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติหรือประสบการณ์จริงของนักเรียนโดยใช้เวลาในหน้าที่ และการทำงานอย่างมีระเบียบวินัย

1.6.2 ประโยชน์ต่อครูผู้สอน

ครูผู้สอนได้สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมรวมถึงการเพิ่มความสามารถในการเป็นมืออาชีพและการทำงานร่วมกันในหมู่เพื่อนร่วมงาน และมีโอกาสสร้างความสัมพันธ์กับนักเรียน นอกจากนี้ครูผู้สอนหลายท่านได้หารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อเปิดโอกาสการเรียนรู้ในห้องเรียน พบว่านักเรียนได้รับประโยชน์อย่างมากจากการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และรู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ เรียนรู้จากประสบการณ์จริง นอกจากนี้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงใกล้ตัวนักเรียน ชุมชน และสังคม

1.7 งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ศศิโสภา ศรีธรรมมา (2534: 103) ได้ศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหา การจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของครูที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นครูที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 293 คน ผลวิจัยพบว่า ครูที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่ามีปัญหาอยู่ในระดับมาก ได้แก่ นักเรียนขาดความรู้เกี่ยวกับหลักการและวัตถุประสงค์ของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ขาดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ขาดทักษะการใช้เครื่องมือที่จำเป็นในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และไม่มี ความละเอียดรอบคอบในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

วัฒนา มัคคสนัน (2539: 121) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการสอนแบบโครงการเพื่อเสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเองของเด็กวัยอนุบาล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนจำนวน 37 คน ผลวิจัยพบว่า การเห็นคุณค่าในตนเองสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิเชษฐ ไชยวรรณ (2543: 70) ได้ศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหาการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของครูที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 14 คน ผลวิจัยพบว่า การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีปัญหาในการขาดความพยายาม ขาดทักษะในการอ่าน การเขียน การฟัง การคิด การอภิปราย การวิเคราะห์ข้อมูล ไม่เข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และไม่กล้าแสดงออกในการนำเสนอผลงาน

รุ่งระวี สุขแย้ม (2551: 76) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น นักเรียนจำนวน 30 คน ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

กฤษณีย์ ปิตรัตน์ (2552: 86) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนจำนวน 33 คน โรงเรียนแม่ลาน้อยดรุณสิกข์ ผลวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดีเยี่ยม

จิตติพงศ์ ปะภิระเนย์ (2552: 99) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนจำนวน 80 คน โรงเรียนบ้านพังโคน (จำปาสามัคคีวิทยา) ผลวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่

ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาพร บุญรอด (2553: 72) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของพืชและสัตว์ในท้องถิ่นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนตั้งใจวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนจำนวน 30 คน ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เท่ากับ 93.54 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปาตีเม๊ะ มูนิ (2555: 178) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการเรียนแบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำงานกลุ่ม และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นจำนวน 40 คน โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาอิสลาม ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังการจัดการเรียนรู้ มีความสามารถในการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับสูง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก และการวัดความสามารถในการทำงานกลุ่มและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน ที่กลุ่มเก่งและกลุ่มกลาง กลุ่มอ่อนและกลุ่มเก่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 151-152) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนจำนวน 39 คน โรงเรียนบ้านหมีวิทยา ผลวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีพัฒนาการในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเพิ่มขึ้น ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับผ่าน เกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) และความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานอยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อาทิตย์ เพ็ญไพบุลย์ และไพทยา มีสัตย์ (2559: 885) ได้ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้อาพิสิกส์โดยใช้โครงงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 40 คน โรงเรียนมัธยมหนองจอก ผลวิจัยพบว่า มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์โดยใช้โครงงาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการทำโครงงาน โดยภาพรวมในทุกด้านอยู่ในระดับดี

มาลโฮทรา (Malhotra. 2006: 99) ได้ศึกษาวิจัยในด้านการศึกษาประยุกต์สำหรับการเรียนรู้ (R.E.A.L) ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น นักเรียน

มัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 104 คน ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และมีความประสบความสำเร็จสูง นอกจากนี้ นักเรียนได้รับความรู้ด้านระบบนิเวศอย่างลึกซึ้ง จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

เออจิลและคาร์กิน (Ergil; & Kargin. 2014: 540) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งผลต่อความสำเร็จทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 92 คน ผลวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความสำเร็จทางวิทยาศาสตร์ ก่อนทดสอบและหลังทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มิสเซอร์ (Misher. 2014: 122) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในสถาบัน STEM ที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมและความสนใจในงานของ STEM ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น นักเรียนจำนวน 67 คน และครูผู้สอน 9 คน ที่เข้าร่วมโครงการนี้ ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการทำงานร่วมกัน มีเป้าหมายร่วมกัน และทำให้นักเรียนสามารถสะท้อนความคิดจากการสนทนา การตัดสินใจและการค้นพบ รวมทั้งเป็นแรงผลักดันของเศรษฐกิจและมีความสามารถในการแข่งขันผ่านนวัตกรรมมากขึ้น

ดิปโปลด์ (Dippold. 2015: 155) ได้ศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างการเรียนรู้แบบควบคุมตนเองร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 52 คน ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับกระบวนการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างการเรียนรู้แบบควบคุมตนเองร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีคะแนนความสามารถในการรับรู้และเชื่อมั่นในตนเอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สืบเสาะหาข้อมูล และแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งการร่วมมือการทำงานอย่างเป็นระบบ ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานยังส่งเสริมทักษะด้านสังคม เพื่อส่งผลต่อศักยภาพในการทำงาน โดยการสร้างแรงจูงใจและเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเอง ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

2.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

นักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน โดยให้ความหมายไว้หลากหลาย ซึ่งสรุปได้ดังนี้ (อลิสรา ราชวัตร. 2558: 10; อมรวิรัช นาคทรพร. 2547: 38; อาชัญญา รัตนอุบล. 2547: 61; ทิศนา แหมมณี. 2548: 5; อารุง จันทวานิช. 2548: 1; และ ศศิธร อินตุ่น. 2556: 11) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามสภาพจริง โดย

ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยหรือขั้นตอนการวิจัยช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้ อย่างเป็นระบบระเบียบ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อความรู้หรือข้อค้นพบใหม่ที่เชื่อถือได้

2.2 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

2.2.1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ ไพฑูรย์ สินลารัตน์

(2547: 3-6)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) มีแนวคิด 2 ประการ ประกอบกันคือ

1. เนื้อหาที่เราได้มาจากการวิจัย
2. กระบวนการในการวิจัย

เวลาที่ครูผู้สอนนำวิจัยมาสอนหรือสอนบนพื้นฐานการวิจัย จะเน้น 2 อย่าง คือ

1. เนื้อหาหรือกระบวนการ ถ้าเน้นที่เนื้อหา หมายความว่าอาจจะหาเนื้อหา มาให้ โดยดูจากงานวิจัยต่าง ๆ ซึ่งจะมีคำตอบแล้ว แต่ยังไม่แน่ใจ หรือยังสงสัย เมื่อยังไม่มีคำตอบ ก็จะมีคำถามทิ้งไว้ให้ครูผู้สอนสำหรับไปทำการวิจัยค้นคว้าต่อไป ฉะนั้นในแง่ของการสอนในเชิงวิจัยนั้น สิ่งที่ได้จากผลการวิจัยจะเป็นคำตอบส่วนหนึ่ง และนำไปสู่คำถามต่อไปอีกส่วนหนึ่ง
2. กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการวิจัยนั้นอย่าไปยึดติดเพียงแต่คำตอบที่ได้จากการวิจัยเท่านั้น แต่จะต้องเอาผลการวิจัยที่ได้มานำไปสู่ข้อความรู้ใหม่ๆ ที่ยังคงค้างอยู่ แล้วตั้งเป็นคำถามแล้วจะได้มีคนทำวิจัยต่อไป เมื่อทำวิจัยต่อไปคนก็จะมาหาคำตอบ และทำวิจัยต่อไปอีกเรื่อยๆ กระบวนการวิจัยจึงเป็นกระบวนการไม่สิ้นสุด เกิดขึ้นตลอดเวลาว่าไปแล้วกระบวนการนี้ได้ขยายพรมแดนความรู้ใหม่ๆ ขึ้นตลอดเวลา แต่ยังไม่มีความจบที่ตายตัว

โดยกระบวนการนี้ ด้านของการสอนแบบวิจัยจึงมีโครงสร้างใหญ่ ๆ อยู่ 4 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 เป้าหมายของการสอนเพื่อการนำความรู้ไปใช้ มุ่งให้นักเรียนจำ ทำ ได้ และใช้ ครูผู้สอนจะนำการวิจัยมาบรรยายให้นักเรียนฟัง เป็นการตอบคำถามที่มีอยู่

รูปแบบที่ 2 ครูผู้สอนเป็นผู้นำผลการวิจัยจากที่วิจัยเองหรือคิดค้นคว้ามาอภิปราย เพื่อแสวงหาความรู้ และข้อมูลใหม่ๆ มุ่งตั้งคำถามมากขึ้น

รูปแบบที่ 3 ครูผู้สอนจะมีบทบาทในการแนะนำให้นักเรียนฝึกปฏิบัติการวิจัย เพื่อ มุ่งหาความรู้ใหม่มากขึ้น

รูปแบบที่ 4 ครูผู้สอนจะเป็นแค่เพียงผู้จัดการ ให้คำปรึกษา ให้นักเรียนทำการ วิจัยค้นคว้าด้วยตัวเอง โดยการตั้งคำถาม และให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ

2.2.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ ปทีป เมธาคุณวุฒิ

(2547: 26-28)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัย หมายถึง การสอนเนื้อหาวิชาตามศาสตร์กระบวนการและทักษะที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานมาจากกระบวนการวิจัย การเรียนการสอนและการวิจัยสามารถผสมผสานด้วยกันได้ โดยครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยเป็นวิธีสอนวิธีหนึ่ง สรุปการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบตามลำดับความง่ายไปสู่ความยากในการสอน และการทำกิจกรรมมีดังนี้

รูปแบบที่ 1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลการวิจัยประกอบการสอน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ผลการวิจัยประกอบการสอนเป็นการให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อค้นพบที่เกิดขึ้นจากผลงานวิจัยที่หลากหลายตามความสนใจของนักเรียนแต่ละคน แต่ทั้งนี้ต้องสอดคล้องกับสาระของวิชานั้น เนื่องจากในปัจจุบันมีความสะดวกรวดเร็วในการติดตามและสืบค้นประเด็น คำสำคัญ หรือเรื่องต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายการสื่อสาร วิธีการนี้ครูผู้สอนอาจจะเป็นผู้รวบรวมผลการวิจัยมาให้นักเรียนวิเคราะห์วิจารณ์ หรือให้กำหนดเรื่องที่ตนเอง สนใจต้องการศึกษาค้นคว้า และนำเสนอผลจากงานวิจัยที่ได้ศึกษาค้นคว้าในชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและครูผู้สอน

รูปแบบที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยการสังเคราะห์งานวิจัย

วิธีการนี้ต้องมีความเข้มของการศึกษาค้นคว้าข้อค้นพบที่เกิดจากผลงานวิจัยมากกว่าวิธีการแรกทีกล่าวนำแล้ว ครูผู้สอนจำเป็นต้องให้นักเรียนมีพื้นฐานบ้างเกี่ยวกับการสังเคราะห์งานวิจัย เช่น การสังเคราะห์เพื่อให้เกิดความรู้ในหัวข้อนั้น ลักษณะการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงคุณลักษณะ และการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ

รูปแบบที่ 3 การจัดการเรียนรู้โดยร่วมทำโครงการวิจัย

มีลักษณะเป็นงานวิจัยที่ทำในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้หรืองานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษาหรืออาจจะเป็นงานวิจัยขนาดใหญ่ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากภายนอก ซึ่งครูผู้สอนสามารถที่จะมองภาพรวมและให้นักเรียนทำวิจัยในแต่ละส่วนเพื่อมาเชื่อมโยงกันลักษณะการทำงานวิจัยนี้นักเรียนสามารถเรียนรู้ขั้นตอนในการทำงานวิจัยจากครูผู้สอนในช่วงของการวางแผนการวิจัยและสามารถดำเนินการวิจัยของตนเองที่ค่อนข้างเป็นอิสระพอสมควรภายใต้แผนงานการวิจัยที่ได้จัดทำไว้ นอกจากการเรียนรู้กระบวนการทำวิจัย และผลการวิจัยแล้ว นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการทำงานร่วมกับครูผู้สอน และเพื่อนร่วมวิจัยสิ่งหนึ่งที่ควรระวังก็คือสิทธิอันชอบธรรมและถูกต้องตาม

กฎหมายของผลการวิจัยที่จะต้องมีการปรึกษากันให้นักเรียนเข้าใจว่าผลการวิจัยเป็นลิขสิทธิ์ของใคร

รูปแบบที่ 4 การจัดการเรียนรู้โดยการทำวิจัยด้วยตนเอง

นักเรียนที่ได้ผ่านขั้นตอนของการสอนโดยกระบวนการวิจัยทั้งสามขั้นตอนมาแล้วจะมีความสามารถที่จะทำวิจัยของตนเองได้เป็นอย่างดีโดยนักเรียนสามารถทำสัญญาการเรียนรู้ที่จะทำโครงการวิจัยที่อาจจะเป็นงานวิจัยในห้องปฏิบัติการ งานวิจัยในที่ทำงาน งานวิจัยกรณีศึกษาหรือการทำวิจัยระยะสั้นที่ขอรับทุนส่งเสริมจากสถาบัน ปัญหาของการทำวิจัยในวิธีการนี้คือ การที่นักเรียนบางคนไม่ได้ผ่านขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วโดยเฉพาะในขั้นตอนที่สามเนื่องจากครูผู้สอนไม่มีโครงการวิจัยที่จะรองรับให้นักเรียนได้มีโอกาสทำวิจัยในส่วนที่เป็นงานวิจัยของตนเองหรือนักเรียนเป็นเพียงผู้เก็บรวบรวมข้อมูลหรือผู้วิเคราะห์ข้อมูลหรือผู้คัดลอกข้อมูลเท่านั้น ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสรับรู้ถึงเทคนิควิธีการทำวิจัยที่ต้องครบถ้วนตามขั้นตอนการทำวิจัยด้วยตนเองทำให้มีปัญหของการดำเนินการวิจัยตั้งแต่การพิจารณาปัญหาของวิจัยการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยการสุ่มตัวอย่างการสร้างเครื่องมือและเรื่อยไปจนถึงการวิเคราะห์ และการสรุปที่น่าเชื่อถือได้ของงานวิจัยนั้น

2.2.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ ทิศนา ขัมมณี

(2548: 9-14)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน มีแนวทางการใช้การวิจัยในการเรียนการสอน 4 แนวทาง คือ

แนวทางที่ 1 ครูผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน ครูผู้สอนใช้ผลวิจัยประกอบการเรียนการสอนเนื้อหาสาระต่างๆ ช่วยให้นักเรียนขยายขอบเขตของความรู้ได้ความรู้ที่ทันสมัย และคุ้นเคยกับแนวคิดการวิจัย โดยกล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน ดังนี้

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนสืบค้นแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสาระที่สอน
2. ครูผู้สอนศึกษางานวิจัย/ข้อมูลข่าวสาร/องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

สาระ

3. ครูผู้สอนเลือกผลงานวิจัยที่เหมาะสมกับสาระที่สอน และวัยของนักเรียน
ครูผู้สอนนำผลการวิจัยมาใช้

4. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัย/กระบวนการวิจัย/ความสำคัญของการวิจัย

5. ครูผู้สอนวัดและประเมินผลการเรียนรู้เกี่ยวกับผลการวิจัย/กระบวนการวิจัย ควบคู่กับการเรียนรู้สาระตามปกติ

บทบาทนักเรียน

1. เรียนรู้เนื้อหาสาระโดยมีผลการวิจัยประกอบ ทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับเรื่องของการวิจัย การแสวงหาความรู้ การใช้เหตุผล ฯลฯ

2. อภิปรายประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย/กระบวนการวิจัย/ ความสำคัญของการวิจัย

แนวทางที่ 2 นักเรียนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน การให้นักเรียนสืบค้น และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียนด้วยตนเอง

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนสืบค้นแหล่งข้อมูลและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่สอน
2. ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้ เกิดข้อสงสัย อยากรู้ อยาก แสวงหาคำตอบของข้อสงสัย

3. ครูผู้สอนให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูล และงานวิจัยที่นักเรียนจะต้อง สืบค้นเพื่อการศึกษาหาความรู้ รวมทั้งคัดเลือกงานวิจัยที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน

4. ครูผู้สอนอาจจำเป็นต้องสรุปงานวิจัยให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน

5. ครูผู้สอนแนะนำวิธีการอ่าน/ศึกษา/วิเคราะห์รายงานวิจัยตามความ เหมาะสมกับระดับของนักเรียน ได้แก่ องค์ประกอบต่างๆ ของงานวิจัย วัตถุประสงค์วิธีดำเนินการ วิจัย ขอบเขต ข้อจำกัด ผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย การอ้างอิง ฯลฯ

6. ครูผู้สอนเชื่อมโยงสาระของงานวิจัยกับสาระของการเรียนการสอน

7. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัย/กระบวนการ วิจัย/ความสำคัญของการวิจัย

8. ครูผู้สอนวัดและประเมินผลทักษะการอ่านรายงานวิจัย/กระบวนการวิจัย ควบคู่ไปกับการเรียนรู้สาระตามปกติ

บทบาทนักเรียน

1. แสวงหา สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียนรู้ตาม ความสนใจของตน

2. ศึกษารายงานวิจัยต่างๆ โดยฝึกทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็น เช่น ทักษะการ อ่านงานวิจัย การสรุปผลการวิจัย การนำเสนอผลการวิจัย การอภิปรายผลการวิจัย

3. นำเสนอสาระของงานวิจัยอย่างเชื่อมโยงกับสาระที่กำลังเรียนรู้
4. อภิปรายประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย/กระบวนการวิจัย/

ความสำคัญของการวิจัย

5. ประเมินตนเองเกี่ยวกับทักษะการอ่านรายงาน และการเรียนรู้เกี่ยวกับ
ผลการวิจัย/กระบวนการวิจัย

แนวทางที่ 3 ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัย อาจจะเป็นบางขั้นตอน หรือครบทุกขั้นตอน ในการจัดการเรียนการสอน โดยพิจารณาตามความเหมาะสมของสาระการเรียนการสอนและวัยของนักเรียน

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนพิจารณาวัตถุประสงค์ และสาระที่จะให้นักเรียน และวิเคราะห์ว่าสามารถใช้ขั้นตอนใดได้บ้างในการสอน ซึ่งอาจจะใช้กระบวนการวิจัยบางขั้นตอนหรือครบทุกขั้นตอน
2. ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัย/ขั้นตอนการวิจัยที่กำหนด เพื่อการเรียนรู้สาระที่ต้องการตามแผน
3. ครูผู้สอนดำเนินกิจกรรม โดยใช้กระบวนการวิจัย/ขั้นตอนการวิจัยที่กำหนดในการสอน
4. ครูผู้สอนฝึกทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินการตามกระบวนการวิจัยให้นักเรียน (ทักษะการระบุปัญหา ให้คำนิยาม ตั้งสมมติฐาน คัดเลือกตัวแปร การสุ่มตัวอย่างประชากร การสร้างเครื่องมือ การพิสูจน์ทดสอบ การรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และการให้ข้อเสนอแนะ)
5. ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ทักษะ กระบวนการวิจัยของนักเรียน และพิจารณาว่าควรเสริมทักษะด้านใดให้กับนักเรียน
6. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัย และผลการวิจัยที่เกิดขึ้น
7. ครูผู้สอนวัดและประเมินทักษะ กระบวนการวิจัยควบคู่ไปกับผลการเรียนรู้ สาระตามปกติ

บทบาทนักเรียน

1. เรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยที่ครูผู้สอนกำหนด
2. ฝึกทักษะกระบวนการวิจัยที่จำเป็นต่อการดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยที่

ครูผู้สอนกำหนด

3. อภิปรายประเด็นเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยที่ตนเองมีประสบการณ์และ
ผลการวิจัยที่เกิดขึ้น

4. ประเมินตนเองในด้านทักษะกระบวนการวิจัย และผลการวิจัยที่ได้รับ

แนวทางที่ 4 นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน ครูผู้สอนให้
นักเรียนทำวิจัย โดยใช้กระบวนการวิจัย (ครบทุกขั้นตอน) ในการทำวิจัย เพื่อแสวงหาคำตอบ หรือ
ความรู้ใหม่ตามความสนใจของตน

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนพิจารณาและวิเคราะห์ วัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้ว่ามีส่วน
ใดที่เอื้อให้นักเรียนสามารถทำวิจัยได้
2. ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำวิจัยได้
3. ครูผู้สอนให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้
4. ครูผู้สอนฝึกทักษะกระบวนการวิจัยให้แก่ นักเรียน (การระบุปัญหาวิจัย
วัตถุประสงค์ ตั้งสมมติฐาน การออกแบบการวิจัย สร้างเครื่องมือ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล
สรุปผล อภิปรายผลการวิจัย ฯลฯ)

5. ครูผู้สอนให้นักเรียนทำวิจัย

6. ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และทักษะกระบวนการวิจัยของ
นักเรียน

7. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัย และ
ผลการวิจัยที่เกิดขึ้น

8. ครูผู้สอนวัดและประเมินทักษะกระบวนการวิจัยควบคู่ไปกับผลการเรียนรู้
สาระตามปกติ

บทบาทนักเรียน

1. คิดประเด็นวิจัยที่ตนสนใจ
2. ฝึกทักษะกระบวนการวิจัยที่จำเป็นต่อการดำเนินการ เช่น การระบุปัญหา
วิจัย วัตถุประสงค์ การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการวิจัย การสร้างเครื่องมือ ฯลฯ

3. ปฏิบัติการวิจัยตามกระบวนการวิจัยที่เหมาะสม
4. บันทึกความคิด และประสบการณ์ รวมทั้งข้อสังเกตต่างๆ ที่ตนประสบจากการดำเนินงาน
5. อภิปรายประเด็นเกี่ยวกับกระบวนการวิจัย และผลการวิจัยที่เกิดขึ้น
6. ประเมินตนเอง ด้านทักษะ กระบวนการวิจัย

2.2.4 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของ ทอสเตน จังแมน

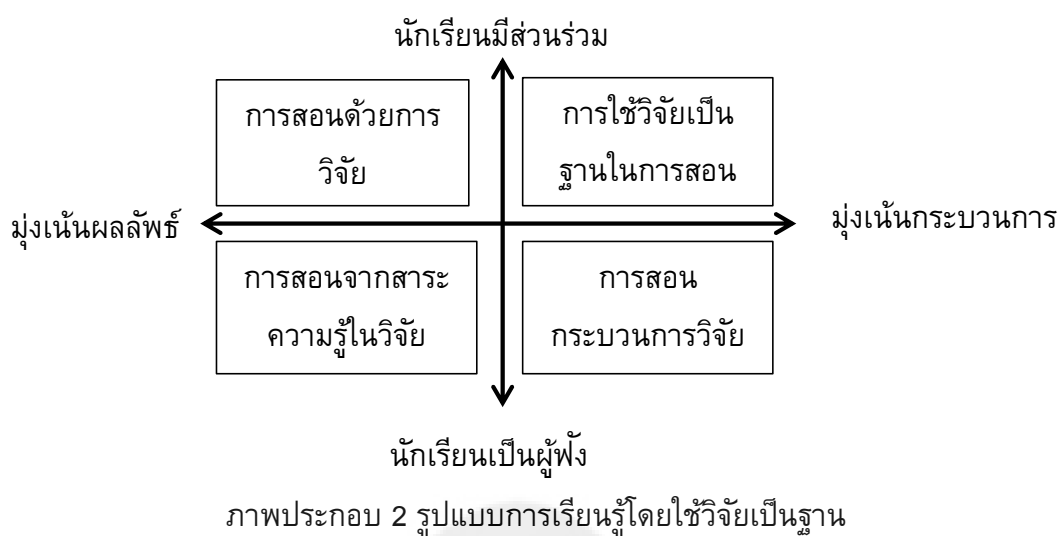
(อลิสา ราชวัตร. 2558: 21-22; อ้างอิงจาก Jungmann, Thorsten. 2011. *Research Based Learning. Institute of Education, University of London.* Online)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ ดร.ทอสเตน จังแมน (Thorsten jungmann) ได้อธิบาย การใช้วิจัยเป็นฐานในหลักการการศึกษาแบบบูรณาการกับการเรียนการสอน และการประเมินผล ด้านวิศวกรรมที่ให้ความสำคัญคือ ครูผู้สอนไม่ใช่ผู้สร้างการเรียนรู้เท่านั้นแต่นักเรียนเองที่จะสร้างการเรียนรู้ จึงให้ความสำคัญในการใช้การวิจัยเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีความสัมพันธ์กับวิธีการสอนอื่นๆ หลายประเภท ดังนี้

1. การเรียนรู้จากการลงมือทำ
2. การเรียนรู้แบบร่วมมือ
3. การเรียนรู้จากประสบการณ์เป็นหลัก
4. การเรียนรู้จากการมุ่งเน้นการปฏิบัติ
5. การเรียนรู้โดยการค้นพบ
6. การเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน
7. การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นโครงงาน
8. การเรียนรู้จากกรณีศึกษา

ทอสเตน จังแมน ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ดังภาพประกอบ 2

ดังนี้



ที่มา: อลิสา ราชวัตร. 2558: 21-22; อ้างอิงจาก Jungmann, Thorsten. 2011. *Research-Based Learning*. Institute of Education, University of London. Online.

จากแผนภาพรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็นการสอนที่มีรูปแบบ 4 รูปแบบ ซึ่งมีความแตกต่างกัน สรุปได้ดังนี้

1. การสอนจากสาระความรู้ในวิจัย (Research-Led) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจะมุ่งเน้นผลลัพธ์ที่นักเรียนได้ คือองค์ความรู้ และการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเป็นผู้ฟังจากครูผู้สอน
2. การสอนกระบวนการวิจัย (Research-Oriented) เป็นการสอนทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งจะมุ่งเน้นกระบวนการ และการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเป็นผู้ฟังจากครูผู้สอน
3. การสอนด้วยการวิจัย (Research-Tutored) เป็นการสอนที่ใช้ระบบการสืบเสาะในกระบวนการสอนและการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับธรรมชาติรายวิชา ซึ่งจะมุ่งเน้นผลลัพธ์ที่นักเรียน และนักเรียนมีส่วนร่วม
4. การใช้วิจัยเป็นฐานในการสอน (Research-Based) เป็นการสอนที่ใช้กิจกรรมด้านทักษะสืบเสาะมากกว่าการสอนความรู้ โดยเป็นการบูรณาการประสบการณ์และทักษะการวิจัยของครูผู้สอนให้เข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะมุ่งเน้นกระบวนการและนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

2.2.5 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ เกาเซอร์ค และเอ็กเก็น

(อลิสรา ราชาวัตร. 2558: 22-23; อ้างอิงจาก Eggen, P. D; & Kauchak, D. P. 1998. *Learning and teaching : research-based Methods*. pp 311-317)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ เกาเซอร์ค และเอ็กเก็น (Kauchak and Eggen) ที่ได้เน้นความสำคัญของการสอนในรูปแบบการวิจัยในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ครูผู้สอนต้องให้ความสำคัญ สรุปได้ดังนี้

1. การแนะนำปัญหาที่เป็นบริบทสำคัญ โดยชี้ให้นักเรียนเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เช่น สถานการณ์จำลอง ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมหรือเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิม
2. การยกตัวอย่างที่หลากหลาย โดยยกตัวอย่างของเหตุการณ์ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์หลักการทั่วไป สาเหตุการเกิด ทฤษฎีหรือกฎที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาสรุปเป็นความคิดรวบยอด และมีการอภิปรายร่วมกัน เน้นให้นักเรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองจากประสบการณ์เดิม การยกตัวอย่างเหตุการณ์ให้กับนักเรียนช่วยทำให้มีการพัฒนาทักษะความรู้และเพิ่มประสบการณ์ในการแก้ปัญหา และจะมีการจดจำปัญหาที่ตนพบมาแล้ว
3. การแลกเปลี่ยนรายละเอียดของปัญหา โดยการสนทนาแลกเปลี่ยนความน่าสนใจในรายละเอียดของปัญหา หากเป็นงานกลุ่มจะมีข้อตกลงร่วมกันในการกำหนดปัญหาและหาวิธีการแก้ปัญหาต่อไป โดยใช้การศึกษาค้นคว้าทางการวิจัย ที่จะช่วยเพิ่มความเข้าใจและที่สำคัญคือ ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนได้สนทนาแลกเปลี่ยนกับเพื่อน เพื่อที่จะนำเสนอจุดอ่อนและจุดเด่นของการแก้ปัญหานั้นๆ
4. การฝึกฝนกำหนดปัญหด้วยตนเอง สิ่งสำคัญที่จะแก้ปัญหาคือ ระบุปัญหาที่จะต้องฝึกฝนให้เชี่ยวชาญในการระบุปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมกับสาขาที่สนใจ และตั้งปัญหด้วยตนเอง
5. ช่วยเหลือนักเรียนที่เริ่มต้นแก้ปัญหา การเริ่มต้นในการเรียนรู้แบบวิจัยนั้น บางครั้งเกิดความเข้าใจผิดในการแก้ปัญหา ครูผู้สอนจึงต้องกระตุ้นความคิดของนักเรียน แนะนำชี้แนะในสิ่งที่ถูกต้องและเหมาะสม เช่น ยกตัวอย่างแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ ระบุปัญหา หาวิธีแก้ปัญหา จากนั้นก็เพิ่มปัญหามากขึ้น แล้วให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนจดบันทึกสิ่งที่ตนเองจะแก้ปัญหาแล้วเปรียบเทียบความเหมือน และความแตกต่างจากของเพื่อน
6. การอธิบายปัญหาให้เห็นชัดเจน ความรู้ที่ไม่มีขอบเขตที่แน่นอน ในการแก้ปัญหานั้นจึงเกิดอุปสรรคได้ในการวิจัย สิ่งที่สำคัญคือ ความชัดเจนของข้อมูลที่สนับสนุนการ

แก้ปัญหาที่ถูกต้อง และวิธีการที่ถูกต้องในการแก้ปัญหานั้นๆ ถ้าปัญหาไม่ชัดเจนจะทำให้วิธีการแก้ปัญหาไม่เกิดประโยชน์

7. การไม่เฉพาะเจาะจงในการแก้ปัญหา ความเป็นมาของปัญหา เป็นสิ่งสำคัญที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม และการแก้ปัญหานั้นไม่ควรจำกัดขอบเขตของการแก้ปัญหาแต่ครูผู้สอนควรชี้แนะไม่ให้หลุดออกจากปัญหาที่ระบุไว้

นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนการระบุปัญหาแล้ว ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการวิจัย การใช้การวิจัยในการเรียนการสอนยังมีพื้นฐานมาจากกระบวนการสืบเสาะที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเริ่มเรียนรู้จากปัญหา และการแก้ไขปัญหาย่อมมีทักษะกระบวนการ ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะ

ที่มา: อลิสา ราชวัตร. 2558: 21-22; อ้างอิงจาก Eggen, P. D; & Kauchak, D. P.

1998. *Learning and teaching : research-based Methods*. Online.

ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของนักการศึกษาดังกล่าว
ข้างต้น ปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 สรุปแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของนักการศึกษา

ชื่อ แนวทาง	ไพฑูรย์ สินลาร์ตัน (2547: 3-6)	ปทีป เมธาคุณวุฒิ (2547: 26- 28)	ทิตนา แคม มณี (2548: 9-14)	Thorsten jungmann (อลิสรา ราชวัตร. 2558: 21-22; อ้างอิงจาก Jungmann, Thorsten. 2011: Online)	Kauchak and Eggen (อลิสรา ราชวัตร. 2558: 22-23; อ้างอิงจาก Eggen, P. D; & Kauchak, D. P. 1998: 311-317)
แนวทาง 1 การจัดการเรียน การสอนโดยใช้ ผลการวิจัย	✓	✓	✓	-	✓
แนวทาง 2 การจัดการเรียน การสอนโดย ศึกษาผลการวิจัย	✓	✓	✓	-	✓
แนวทาง 3 การจัดการเรียน การสอนโดย กระบวนการวิจัย	✓	✓	✓	-	-
แนวทาง 4 การจัดการเรียน การสอนโดยการ วิจัยด้วยตนเอง	✓	✓	✓	✓	✓

จากการศึกษาแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของนักศึกษาดังกล่าว สามารถสรุปแนวทางสำคัญได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลการวิจัย 2) การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย 3) การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย 4) การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง แนวทางเหล่านี้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามสภาพจริง และแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบระเบียบ รวมทั้งการเรียนรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ด้าน ดังนี้ (อ่ำรุจ จันทวานิช. 2548: 8-9; อลิสา ราชวัตร. 2558: 33; อ้างอิงจาก ปรียพันธ์ สิทธิจินดา. 2552. *ศึกษารูปแบบการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยโดยใช้ฐานการวิจัยเพื่อท้องถิ่น*. หน้า 56)

2.3.1 ประโยชน์ต่อนักเรียน

เนื่องจากนักเรียนต้องได้รับการพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ถ้าครูผู้สอนใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ จะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาและเกิดทักษะการใช้การวิจัยในการแสวงหาความรู้ เรียนรู้ทฤษฎี แนวคิดหลักการ และข้อค้นพบที่มีความหมาย มีความเที่ยงตรง รู้จักวิเคราะห์ปัญหา วางแผน แก้ปัญหาหรือพัฒนา ดำเนินการแก้ปัญหาหรือพัฒนา เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปผลการแก้ปัญหาหรือ การพัฒนารายงานผลการเรียนรู้ และการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการได้รับการพัฒนาทักษะการคิด (Thinking Skills) ทักษะการแก้ปัญหาและตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา (Problem-Solving and Resolution Skills) ทักษะการบริหารจัดการเวลา (Time Management Skills) ทักษะการสื่อสาร (Communication Skills) ทักษะการค้นหาและใช้ข้อมูล (Information Skills) ทักษะประมวลผล (Compute Skills) และทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning Skills)

2.3.2 ประโยชน์ต่อครูผู้สอน

ครูผู้สอนมีการวางแผนการทำงานในหน้าที่ของตนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ วางแผนการเรียนการสอน ออกแบบการจัดกิจกรรมโดยครูผู้สอนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน ประเมินผลการทำงานเป็นระยะ โดยมีเป้าหมายชัดเจนว่าจะทำอะไร กับใคร เมื่อไร เพราะอะไร และทำให้ทราบผลการกระทำว่าบรรลุเป้าหมายได้อย่างไร เพียงใด

2.3.3 ประโยชน์ต่อวงการการศึกษา

ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยนักเรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้สามารถนำมาเป็นข้อมูลในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของครูผู้สอนเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนที่ครูผู้สอนแต่ละคนดำเนินการ ซึ่งครูผู้สอนแต่ละคนสามารถจะประยุกต์นำไปใช้เพื่อพัฒนานักเรียนได้ เป็นการสร้างสังคมทางการศึกษาและกระตุ้นให้มีการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนอันมีคุณค่าของครูผู้สอนอย่างต่อเนื่อง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่จะทำให้ได้รับการพัฒนาและเกิดทักษะการใช้การวิจัยในการแสวงหาความรู้ ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ทำงานอย่างเป็นระบบ และเรียนรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเกิดทักษะการร่วมมือในการเรียนรู้ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร เป็นต้น

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

จริยา สมาคม (2552: 51-52) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 40 คน โรงเรียนเซนต์เมรี่ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดระดับร้อยละ 75/70 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดระดับร้อยละ 82.5/70

สุราสินี ไชยศึก (2552: 50) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 40 คน โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.20/70 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 72.50/70

สถาพร ภูผาใจ (2553: 63) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 27 คน โรงเรียนธาดุนารายณ์วิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและนักเรียนมีการพัฒนาทักษะพื้นฐานการวิจัยที่ดีขึ้น

ชนะศึก โพธิ์นอก (2554: 77) ได้ศึกษาการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 37 คน โรงเรียนจัตุรัสวิทยาคาร อำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน สนใจ มีความสุขสนุกสนานในการเรียน นักเรียนรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง และมีความมั่นใจในตนเอง กล้าแสดงออก ผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีผ่านเกณฑ์ของโรงเรียนร้อยละ 70

ทวีพร จันทรักษ์ (2554: 44) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง ความเข้มเสียงและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ร้อยละ 77.5/70 และมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 77.5/70

รุจิราพร รามศิริ (2556: 365-367) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 34 คน โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 พัฒนาการด้านทักษะการวิจัยสูงขึ้น ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มี พัฒนาการสูงขึ้น และมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พอสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน จะเน้นการพัฒนาทักษะที่หลากหลายในนักเรียน อาทิ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ทักษะพื้นฐานการวิจัย เป็นต้น ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สืบเสาะหาข้อมูล และ แก้ปัญหาด้วยตนเอง ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน สนใจ มีความสุข สนุกสนานในการเรียน นักเรียนรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง และมีความมั่นใจในตนเอง กล้า แสดงออก

3. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

3.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

ในปัจจุบันโลกของการศึกษาที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในศตวรรษที่ 21 ซึ่ง พบว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนยังขาด โอกาสได้ฝึกปฏิบัติจริง ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้การ จัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีโอกาสนในการลงมือปฏิบัติจึงเป็นสิ่งสำคัญ ที่จะทำให้นักเรียนได้สร้าง องค์ความรู้ด้วยตนเอง เพราะฉะนั้นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และการ จัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้ สนใจศึกษารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของ ยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 7) กับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของ ทิศนา แคมมณี (2548: 9-14) ปรากฏดังตาราง 3 เนื่องจากเป็นกระบวนการเริ่มต้นด้วยการตั้งคำถามของปัญหา เพื่อเกิดการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ โดยเน้นกระบวนการสืบเสาะ และการลงมือปฏิบัติ ตามสภาพจริงของนักเรียน นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาแหล่งข้อมูลจากเทคโนโลยี

แนะนำแนวทางการคิดค้น และนำเสนอนวัตกรรมใหม่ๆ ด้วยตนเองผ่านสื่อสังคมออนไลน์อย่างเหมาะสม

ตาราง 3 เปรียบเทียบรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 7)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของทศนา แหมมณี (2548: 9 -14)
ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) 1.1 ขั้นสร้างความสนใจ 1.2 ขั้นทบทวนประสบการณ์ ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงการ (Project Creation) 2.1 ขั้นระบุปัญหา 2.2 ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทาง แก้ปัญหา 2.3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2.4 ขั้นปฏิบัติการทำโครงการและสรุปผล ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน (Presentation)	แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ผลวิจัย แนวทางที่ 2 การจัดการเรียนการสอน โดยศึกษาผลการวิจัย แนวทางที่ 3 การจัดการเรียนการสอน โดยกระบวนการวิจัย แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอน โดยการวิจัยด้วยตนเอง

จากตารางขั้นตอนรูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน มีรายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 7)

รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) หมายถึง ขั้นตอนการเรียนการสอน โดยนำความคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม เพื่อให้โอกาสนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองผ่านการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนเป็น 3 ระยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 เตรียมความพร้อม (Preparation) กระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรอยากรู้ เรียนรู้ ตลอดจนทบทวนความรู้เดิม ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่สนุกและมีความท้าทาย มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน

1.2 ขั้นทบทวนประสบการณ์ ทบทวนความรู้เดิมในเรื่องที่มีความสัมพันธ์กับประเด็นปัญหา ตลอดจนทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 2 สร้างสรรค์โครงงาน (Project Creation) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย

2.1 ขั้นระบุปัญหา ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด และ/หรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง

2.2 ขั้นแสวงหาและคัดสรรแนวทางแก้ปัญหา ให้นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาเพื่อนำมากำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจจะทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2.3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนคิดออกแบบ และวางแผนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2.4 ขั้นปฏิบัติการทำโครงงานและสรุปผล ลงมือปฏิบัติการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ รวบรวมข้อมูล และสรุปผลที่เกิดจากการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ระยะที่ 3 นำเสนอผลงาน (Presentation) ประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนนำเสนอสารรายงาน ผลงานหรือชิ้นงานมาจัดแสดงและนำเสนอด้วยวาจา

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของทิสนา แคมมณี (2548: 9 -14)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน มีแนวทางการใช้การวิจัยในการเรียนการสอน 4 แนวทาง คือ

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนใช้ผลวิจัยประกอบการเรียนการสอนเนื้อหาสาระต่างๆ ช่วยให้นักเรียนขยายขอบเขตของความรู้ได้ความรู้ที่ทันสมัย และคุ้นเคยกับแนวความคิดการวิจัย

2. การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนสืบค้น และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียนด้วยตนเอง

3. การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัย อาจจะเป็นบางขั้นตอน หรือครบทุกขั้นตอน ในการจัดการเรียนการสอน โดยพิจารณาตามความเหมาะสมของสาระการเรียนการสอนและวัยของนักเรียน

4. การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง หมายถึง ชั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนทำวิจัย โดยใช้กระบวนการวิจัย (ครบทุกขั้นตอน) ในการทำวิจัย เพื่อแสวงหาคำตอบ หรือความรู้ใหม่ตามความสนใจของตน

3.2. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยออกแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน จากการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 7) กับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของ ทิศนา ขัมมณี (2548: 9-14) เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติและทำงานด้วยตนเอง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา หาความรู้ และวางแผนในการทำงาน รวมถึงนักเรียนได้เรียนรู้องค์ความรู้ที่หลากหลายและทันสมัยจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการวิจัย ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีความสนใจ กล้าคิด กล้าตัดสินใจในการลงมือปฏิบัติ รวมทั้งเกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อาทิ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการร่วมมือ และทักษะความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงทักษะชีวิตและอาชีพ และทักษะด้านสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี ตลอดจนเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้เตรียมตัวเพื่อใช้ชีวิตในโลกที่เป็นจริง และเห็นคุณค่าในตนเองเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน (Project-Based and Research-Based Learning) หมายถึง ขั้นตอนการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองผ่านการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้และวางแผนอย่างเป็นระบบ ศึกษาความรู้ที่หลากหลายและแปลกใหม่ด้วยการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนเป็น 3 ระยะ มีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ชั้นที่ครูผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อ ออกแบบและวางแผนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย โดยครูผู้สอนจะใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วมในแต่ละขั้นตอนระหว่างการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่หลากหลายและแปลกใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย และแนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย 4 แนวทาง มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย

1. ได้รับความสนใจ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นความสนใจด้วยคำถาม โดยใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว เช่น ที่บ้าน โรงเรียน และชุมชนใกล้โรงเรียน สามารถชี้แนะในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม วิดิตส์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และสนใจในประเด็นปัญหา
2. ทบทวนประสบการณ์ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ทบทวนความรู้ และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นปัญหา รวมทั้งทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย ได้แก่ การกำหนดหัวข้อ การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการเขียนรายงานการวิจัย โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม การยกตัวอย่างสถานการณ์ การทำแบบฝึก และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น
3. ระบุปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ดำเนินการจัดกิจกรรม และตั้งประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง นักเรียนทำหน้าที่ค้นหาคำตอบ วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ เลือกปัญหาที่จะทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อกำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม หรือสร้างสถานการณ์
4. คัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ดำเนินการจัดกิจกรรม ให้นักเรียนออกแบบวางแผนการปฏิบัติจริง และดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลที่วางแผนไว้ โดยใช้วิธีการแนะนำแหล่งข้อมูลต่างๆ จากอินเทอร์เน็ต หรือเอกสารต่างๆ เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่นักเรียนสนใจ
5. ออกแบบเค้าโครง หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่คอยช่วยชี้แนะให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก นักเรียนทำหน้าที่ลงมือปฏิบัติออกแบบเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย
6. นำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนและเพื่อนร่วมกันอภิปราย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงสำหรับการลงมือปฏิบัติการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้จะใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วมในแต่ละขั้นตอน ระหว่างการเรียนการสอน ประกอบด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย 4 แนวทาง

1) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนนำผลวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่สอนจากหน่วยงานต่างๆ มาประกอบการเรียนการสอน ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าอย่างหลากหลายและทันสมัย

2) การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ใฝ่รู้ เกิดข้อสงสัย อยากรู้ อยากแสวงหาคำตอบ สืบค้นข้อมูล และศึกษางานวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียนด้วยตนเอง

3) การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน อาจจะเป็นบางขั้นตอน หรือครบทุกขั้นตอน

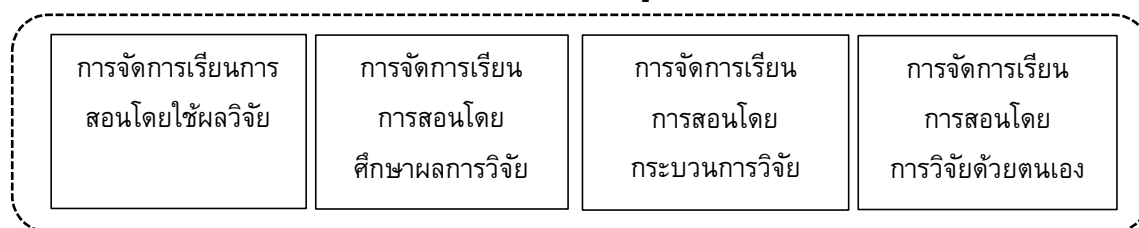
4) การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ลงมือปฏิบัติเอง โดยอาศัยกระบวนการวิจัย

ระยะที่ 2 การปฏิบัติการทำโครงการ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล และสรุปผล โดยครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยติดตามนักเรียนอย่างใกล้ชิด

ระยะที่ 3 การนำเสนอผลงาน หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนจัดนิทรรศการ เพื่อเผยแพร่ผลงานหรือชิ้นงาน โดยมีครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นประเมิน แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาต่อยอดการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของ ยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 7) กับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของ ทิศนา แคมมณี (2548: 9-14) แสดงดังภาพประกอบ 4

แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย



หมายเหตุ √ การย้อนกลับของกระบวนการ H แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วมกับระยะที่ 1

ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

3.3 บทบาทครูผู้สอนและบทบาทนักเรียนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

บทบาทครูผู้สอน และบทบาทนักเรียนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

ลำดับขั้น	ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย และ แนวทางการจัดการเรียนรู้ การวิจัย 4 แนวทาง	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย 1. ขั้นสร้างความสนใจ - กระตุ้นด้วยคำถามจากประเด็นปัญหา สภาพแวดล้อมใกล้ตัว -สร้างบรรยากาศการเรียนรู้การสอนให้น่าสนใจ	1. ตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจ 2. กำหนดประเด็นปัญหา จากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวหรืออาชีพในท้องถิ่น 3. กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น และสืบเสาะหาความรู้ 4. ยอมรับฟังคำตอบของนักเรียนด้วยความสนใจ	1. ถามคำถามด้วยความสนใจในประเด็นปัญหา 2. พยายามแสวงหาคำตอบ และแสดงความคิดเห็น
	2. ขั้นทบทวนประสบการณ์ - ทบทวนความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ใหม่	1. เตรียมตัวอย่างสถานการณ์ และแบบฝึกหัด 2. ค้นคว้าหาความรู้หรือเนื้อหาสาระในการเรียนการสอน 3. ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา 4. ทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการวิจัย	1. ร่วมกันวิเคราะห์ตัวอย่างสถานการณ์ 2. แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดพัฒนาต่อยอดโครงงานต่อไป
	3. ขั้นระบุปัญหา - จัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	1. ให้นักเรียนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่พบในชีวิตจริง 2. จัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา 3. ใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ และสืบค้นข้อมูลเพื่อหาทางแก้ไขปัญหา 4. ให้คำแนะนำ ปรีกษา และอำนวยความสะดวก	1. แสดงความคิดเห็นและร่วมมือกันสืบค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา 2. วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ โดยใช้แผนผังก้างปลาหรือวาดภาพประกอบ

ตาราง 4 (ต่อ)

ลำดับชั้น	ชั้นการเรียนรู้	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
	<u>4. ขั้นคัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา</u> - จัดกิจกรรมให้นักเรียนหาแนวทางแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา - จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนออกแบบและวางแผนเค้าโครง	1. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา 2. ใช้คำถาม การซักถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหาแนวทางแก้ปัญหาให้ได้จำนวนมากหรือแปลกใหม่ 3. ให้คำแนะนำ ปรึกษาแนวทางในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ 4. ให้เวลานักเรียนศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติมากพอและเปิดโอกาสให้นักเรียนปรึกษาหรือขอคำแนะนำทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน 5. รับฟังความคิดเห็นของนักเรียนและให้คำแนะนำปรึกษา	1. แต่ละกลุ่มสืบค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางแก้ปัญหา 2. เขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์โดยอาศัยกระบวนการวิจัย 3. ทำงานเป็นกลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มและเสนอแนวทางปัญหาให้มากที่สุด แปลกใหม่ 4. ลงข้อสรุปเพื่อตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมมาเป็นหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ 5. ร่วมกันวางแผน และออกแบบการปฏิบัติอย่างรอบคอบเกี่ยวกับหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์
	<u>5. ออกแบบเค้าโครง</u> - จัดกิจกรรมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติออกแบบเค้าโครง	1. ให้คำปรึกษาแนะนำและอำนวยความสะดวกในการลงมือปฏิบัติออกแบบเค้าโครง 2. ติดตามความก้าวหน้าการออกแบบเค้าโครงเป็นระยะ 3. เสริมแรงด้วยการให้กำลังใจและให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นระยะ	1. ลงมือปฏิบัติการออกแบบเค้าโครงตามที่วางแผนไว้ 2. แสดงความคิดเห็น และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเพื่อช่วยกันแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะทำการออกแบบเค้าโครง 3. รายงานความก้าวหน้าในการออกแบบเค้าโครงเป็นระยะ

ตาราง 4 (ต่อ)

ลำดับขั้น	ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
	6. <u>นำเสนอ</u> - จัดกิจกรรมให้นักเรียน นำเสนอเค้าโครง และ ร่วมกันอภิปราย แล้ว ปรับปรุงสำหรับการ ลงมือปฏิบัติ	1. นัดหมายวันเวลา ให้นักเรียน นำเสนอเค้าโครง 2. อภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อให้คำแนะนำเกี่ยวกับเค้าโครง	1. จัดเตรียมเอกสาร นำเสนอเค้าโครง และร่วม อภิปราย แสดงความ คิดเห็นและแลกเปลี่ยน เรียนรู้ 2. ดำเนินการปรับปรุงเค้า โครงเพื่อเตรียมพร้อมใน การลงมือปฏิบัติการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์
	แนวทางการจัดการ เรียนรู้การวิจัย 4 แนวทาง <u>1. การจัดการเรียนการ สอนโดยใช้ผลการวิจัย</u> (แทรกในขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย)	1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหา 2. เลือกงานวิจัยที่เหมาะสมกับสาระ ที่สอน	1. เรียนรู้เนื้อหาสาระโดยมี ผลการวิจัยประกอบ 2. อภิปรายประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย
	<u>2. การจัดการเรียนการ สอนโดยศึกษา ผลงานวิจัย</u> (แทรกในขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย)	1. สืบค้นแหล่งข้อมูลและศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่สอน 2. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ใฝ่รู้ เกิดข้อสงสัย อยากรู้ อยากเห็น 3. ให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูล ของงานวิจัยที่นักเรียนจะต้องสืบค้น	1. แสวงหา สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับการเรียน 2. ศึกษาผลงานวิจัยต่างๆ 3. อภิปรายประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย
	<u>3. การจัดการเรียนการ สอนโดยกระบวนการ การวิจัย</u> (แทรกในขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย)	1. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดย ใช้กระบวนการวิจัย 2. ฝึกทักษะกระบวนการวิจัยให้แก่ นักเรียน ใช้ทุกขั้นตอน (หรือบาง ขั้นตอน) 3. สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจาก การเรียนรู้กระบวนการวิจัย	1. เรียนรู้และฝึกทักษะ กระบวนการวิจัย 2. อภิปรายประเด็น เกี่ยวกับกระบวนการวิจัย

ตาราง 4 (ต่อ)

ลำดับขั้น	ขั้นการเรียนรู้	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
	4. การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง (แทรกในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย)	1. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำวิจัย 2. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้ 3. สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และกระบวนการวิจัยของนักเรียน	1. คิดประเด็นวิจัยที่ตนเองสนใจ 2. ปฏิบัติการวิจัยตามกระบวนการวิจัยที่เหมาะสม 3. อภิปรายประเด็นเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น
ระยะที่ 2 การปฏิบัติการ ทำโครงการ	จัดกิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียน ลงมือปฏิบัติรวบรวมข้อมูล และสรุปผล จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์	1. ใช้คำถามแทนการตอบคำถามเพื่อให้นักเรียนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น 2. ให้เวลานักเรียนศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติมากพอและเปิดโอกาสให้นักเรียนปรึกษาหรือขอคำแนะนำทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน 3. ติดตามความก้าวหน้าการทำโครงการเป็นระยะ	1. ทำงานเป็นกลุ่มแบ่งหน้าที่การรับผิดชอบตามที่วางแผนไว้ จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ 2. แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อช่วยกันแก้ปัญหา 3. เขียนรายงานผลการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล 4. รายงานความก้าวหน้าการทำโครงการเป็นระยะ
ระยะที่ 3 การนำเสนอ ผลงาน	จัดกิจกรรมให้นักเรียนนำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ กระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยการจัดนิทรรศการเผยแพร่ผลงาน	1. ให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่ม จัดเตรียมเอกสาร ผลงาน เพื่อนำเสนอด้วยวาจา 2. ประเมินโครงการของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 3. ชักถามและเสนอแนะเพื่อพัฒนาต่อยอดโครงการให้สมบูรณ์มากขึ้น	1. แบ่งหน้าที่การรับผิดชอบนำเสนอด้วยวาจา 2. แลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับประสบการณ์ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

4. เอกสารเกี่ยวข้องกับมันสำปะหลัง

4.1 ความรู้ทั่วไปของมันสำปะหลัง

4.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังหรือที่เรียกกันทั่วไปเป็นภาษาอังกฤษว่า Cassava (กลุ่มอนุรักษดินและน้ำ; สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน; และกรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป: 1-32) เป็นพืชที่จัดได้ว่าเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญที่สุด ภาษาในประเทศบราซิล ปารากวัยและอาร์เจนตินา เรียกว่า Mandioca ส่วนประเทศไทยในแถบทวีปอเมริกาส่วนใหญ่นิยมใช้ภาษาสเปนเป็นภาษาพูดจะเรียกว่า Yuca ประเทศในแถบทวีปเอเชียเรียกว่า Tapioca และประเทศแถบแอฟริกาที่พูดภาษาฝรั่งเศส เรียกว่า Manioc

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิด (Center of Origin) อยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกาโดยเฉพาะในอเมริกาใต้แถบประเทศเปรู เม็กซิโก กัวเตมาลา และฮอนดูรัส ซึ่งสันนิษฐานว่ามีการปลูกมันสำปะหลังประมาณ 3,000-7,000 ปีมาแล้ว ต่อมาได้ขยายไปทั่วเขตร้อนของทวีปอเมริกา และขยายไปสู่แหล่งอื่นๆ ของโลก โดยชาวปอร์ตุเกสและชาวสเปน มันสำปะหลังจากประเทศเม็กซิโก มายังประเทศฟิลิปปินส์ประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 17 และชาวฮอลแลนด์นำมายังอินโดนีเซียจากประเทศสุรินัมประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 18

สำหรับประเทศไทยนั้นไม่มีหลักฐานที่แน่ชัดว่ามีการนำมันสำปะหลังเข้ามาปลูกเมื่อใดแต่คาดว่ามีการนำมันสำปะหลังเข้าสู่ประเทศไทย จากประเทศมาเลเซียเมื่อราวปี พ.ศ. 2329 โดยเรียกชื่อต่าง ๆ ในระยะต่อมาว่ามันไม้มันสำโรง คำว่า “มันสำปะหลัง” นั้น ภาษามลายูและภาษาอินโดนีเซียเรียกว่า Ubikayu แปลว่า พืชที่มีรากขยายใหญ่และไปคล้ายกับภาษาชาวตะวันตกว่า “ซัมเปอ (Sampar)”

มันสำปะหลังมีชื่อสามัญ Cassava, Manihot, Manioc, Tapioca, Tapioka อเมริกาใต้เรียกว่า Yuca ภาษาโปรตุเกสในบราซิลเรียกว่า Mandioca และได้จัดมันสำปะหลังไว้เป็นหมวดหมู่ดังนี้

Genus	:	Manihot
Family	:	Euphorbiaceae
Subdivision	:	Angiospermae
Class	:	Dicotyledonae
Order	:	Geraniales

พืชจำพวกมันสำปะหลังใน Genus Manihot นี้ มีอยู่หลาย Species บาง Species ก็สามารถใช้เป็นอาหารได้ พืชเศรษฐกิจอื่นๆ ที่อยู่ใน Family เดียวกับมันสำปะหลังได้แก่ ยางพาราละหุ่ง

สำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในปัจจุบันมีชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องคือ *Manihot esculenta* Crang. ส่วนชื่อ *Manihot utilissima* Pohl. ซึ่งก็เป็นชื่อเดิมของมันสำปะหลังแต่ปัจจุบันไม่นิยมใช้สมัยก่อนแบ่งมันสำปะหลังเป็นชนิดหวานกับชนิดขม *M. esculenta* เป็นชนิดหวาน *M. palmata* หรือ *M. dulcis* เป็นชนิดขม แต่ปัจจุบันมีแต่ *M. esculenta* ชนิดหวานหรือขมแตกต่างกันที่กิ่งพันธุ์

ต้น

มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่ม และมีอายุอยู่ได้หลายปี (Shrubby Perennial Crop) ความสูงของต้นมันสำปะหลังแตกต่างกันตามพันธุ์ และสภาพแวดล้อมอาจสูง 1-5 เมตร ทุกส่วนของต้นมันสำปะหลังมียางสีขาว การแตกกิ่งของมันสำปะหลังแตกต่างกันตามพันธุ์ ซึ่งแตกต่างกันมากตั้งแต่ไม่แตกกิ่ง (Unbranched) แตกกิ่ง 2 กิ่ง (Dichotomus Branching) แตกกิ่ง 3 กิ่ง (Trichotomus Branching) แต่ไม่เกิน 4 กิ่ง การแตกกิ่งยังมีจำนวนแตกต่างกัน แตกกิ่งครั้งแรกเรียก Primary Branch ครั้งที่ 2 เรียก Secondary Branch จำนวนครั้งที่แตกกิ่งอาจมีมากขึ้นไปอีกได้ ถึงครั้งที่ 7 ก็มีความสูงของการแตกกิ่งแตกต่างกันตามพันธุ์ บางพันธุ์แตก Primary Branch ต่ำ เมื่ออายุน้อย บางพันธุ์แตก Primary Branch สูงเมื่ออายุมาก การแตกกิ่งทำมุมกับต้นแตกต่างกันตามพันธุ์

ลักษณะทั่วไปทางพฤกษศาสตร์



ภาพประกอบ 5 เปรียบเทียบทรงต้นเตี้ยและแตกกิ่ง กับไม่แตกกิ่ง



ภาพประกอบ 6 ทรงต้นสูงและแตกกิ่ง



ภาพประกอบ 7 ลำต้นสีแตกต่างกัน



ภาพประกอบ 8 ลักษณะใบมันสำปะหลัง
ที่แตกต่างกันมาก

ต้นมันสำปะหลังจัดเป็นพวกไม้เนื้ออ่อน ใจกลางของต้น (Pith) มีขนาดใหญ่เป็นผลให้ต้นเปราะหักง่าย ส่วนของต้นที่แก่ Pith มีขนาดเล็กกว่าส่วนที่ยังอ่อนสีของลำต้นที่แตกต่างกันตามพันธุ์ ส่วนยอดมักเป็นสีเขียว ส่วนที่ต่ำลงมามีสีแตกต่างกันออกไป เช่น สีเขียวเงินสีเทาเงิน สีเหลือง จนถึงสีน้ำตาล ต้นมีเปลือกบางลอกง่ายส่วนของต้นที่แก่มักใบร่วง ทำให้เกิดรอยแผลเป็นของก้านใบที่ติดกับต้นเรียก Leaf Scar ระยะห่าง Leaf Scar เรียก Storey Length ระยะ Storey Length แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ และระยะเวลาที่พืชเติบโต ในช่วงฤดูฝน การเจริญเติบโตเร็ว Storey Length ยาวหรือ Leaf Scar ห่างตรงกันข้ามในฤดูแล้งการเจริญเติบโตมีน้อย Storey Length สั้นหรือ Leaf Scar ถี่เหนือ Leaf Scar ขึ้นไปมีตา (Bud) ซึ่งสามารถงอกงามเป็นต้นใหม่ได้ เมื่อต้นที่มีตาไปปลูกขนาดของต้นแตกต่างกันตามพันธุ์ตามสภาพแวดล้อมและตามอายุของต้นโดยเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นประมาณ 3-6 ซม.

ใบ

ใบมันสำปะหลังเป็นแบบ Simple Leaf แผ่นใบ (Lamina) ประกอบด้วยแฉกใบ (Lobe) ลีกรูปแบบ Palmate ตามปกติใบมี 3-9 Lobe ใบที่มีอยู่ใกล้ซอกดอกมีขนาดเล็กและมีจำนวน Lobe น้อย มักมีเพียง 1-3 Lobe เท่านั้นรูปร่างของ Lobe แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ Lobe มีรูปร่างต่างๆ กัน ได้แก่ Ovate, Linear, Oborate, Lanceolate หรือ Pandurate เส้นใบ (Midrib) มีสีแตกต่างกันตามพันธุ์ ก้านใบ (Petioles) ติดอยู่กับฐานของแผ่นใบเป็นรูปตัว V พยุงให้แผ่นใบอยู่ในแนวราบ ก้านยาวประมาณ 5-30 ซม. ยาวกว่าแผ่นใบ ก้านใบมีสีแตกต่างกัน ตั้งแต่ขาวหม่นจนถึงสีแดง ก้านใบติดอยู่กับลำต้นโดยเรียงวนรอบลำต้นแบบ $2/5$ Spiral Phyllotaxy ลักษณะต่างๆ ของใบ ได้แก่

จำนวน Lobe ความยาว ความกว้างของ Lobe สีของก้านใบ และสีของใบอ่อน ใบแก่ สามารถใช้จำแนกพันธุ์ได้

ดอก

มันสำปะหลังเป็นพืชชนิด Monoecious คือ มีทั้งดอกตัวผู้ (Staminate Flower) และดอกตัวเมีย (Pistillate Flower) ดอกตัวผู้กับดอกตัวเมื่อย่อยแยกดอกกัน แต่อยู่ในช่อดอก (Inflorescence) เดียวกันช่อดอกเป็นแบบ Penicle ช่อดอกเกิดที่จุดตายยอดของต้น (Apical Branch) พันธุ์ที่ไม่แตกกิ่งจึงไม่มีช่อดอก

ดอกตัวผู้เกิดอยู่ที่ส่วนบนของช่อดอก มีกลีบเลี้ยง (Sepel) 5 อัน ไม่มีกลีบดอก (Petal) แต่ละดอกมี 10 Stamen จัดเรียงกันเป็น 2 วง วงในมี 5 Stamen และมี Filament สั้น วงนอกมี 5 Stamen และมี Filament ยาวกว่าวงใน Filament แยกไม่ติดกัน ดอกตัวผู้มีก้านดอก (Pedical) ยาว 0.5-1.0 ซม. ดอกตัวผู้บานหลังดอกตัวเมียประมาณ 7-10 วัน

ดอกตัวเมียเกิดอยู่ที่ส่วนล่างของช่อดอก โดยทั่วไปมีขนาดใหญ่กว่าดอกตัวผู้ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 อัน ไม่มีกลีบดอก Petal, รังไข่ Covary ประกอบด้วย 3 Caple แต่ละ Caple มี 1 Ovule



ภาพประกอบ 9 ดอกมันสำปะหลังเกิดที่ยอด



ภาพประกอบ 10 มันสำปะหลังส่วนใหญ่ออกดอก



ภาพประกอบ 11 ดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย
อยู่ในช่อเดียวกันดอกตัวผู้อยู่
ส่วนบนของช่อดอก



ภาพประกอบ 12 เปรียบเทียบดอกตัวผู้ (ขวา)
กับดอกตัวเมีย (ซ้าย)

จากการศึกษาพบว่า ดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย เริ่มบานเวลาประมาณ 12.00 น. ดอกตัวเมียมีระยะ Receptive ประมาณ 24 ชั่วโมง ตั้งแต่เริ่มบาน ส่วนละอองเกสร (Pollen) นั้นสามารถเก็บไว้ใน Desicator ได้นานถึง 6 เดือน ละอองเกสรจะร่วงหมดในเวลาค่ำของวันเดียวกับการผสมตามธรรมชาติของมันสำปะหลัง เกิดขึ้นได้มักเกิดจากแมลงและลมเป็นตัวนำมละอองเกสรไปตกลงบน Stigma ของตัวเมีย เป็นผลให้เกิดการผสมเกสร (Pollination) ขึ้นหลังจากผสมเกสรใช้เวลาประมาณ 8-19 ชั่วโมง จึงเกิดการผสมพันธุ์ (Fertilization)

ผลและเมล็ด

หลังจากเกิดการผสมพันธุ์แล้วไขก็จะมีเจริญเติบโตเป็นผล ผลมันสำปะหลังเป็นแบบ Capsule ผลโตเต็มที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณครึ่งนิ้ว ประกอบด้วย 3 Locule แต่ละ Locule มีเมล็ดอยู่ภายใน 1 เมล็ด แต่ละผลมี 6 Wing ผลจะแก่เต็มที่ประมาณ $2\frac{1}{2}$ – 3 เดือน หลังจากการผสมพันธุ์ เมื่อผลแก่เต็มที่ จะแตกและคัดเมล็ด (Dehiscent) เม็ดสีน้ำตาลลายดำ ขนาดกว้างประมาณ $\frac{3}{4}$ ซม. หนา $\frac{1}{2}$ ซม. และยาว 1 ซม. ที่เมล็ดสามารถเห็น Caruncle สีขาวชัดเจน

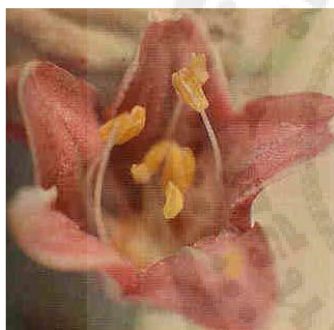
ราก หัว

มันสำปะหลังมีระบบรากชนิด Adventitious Root System เกิดจากส่วนต่างๆ ของต้น คือ Cambium ตา Leaf Scar และ ส่วนโคนของต้น รากมันสำปะหลังมี 2 ชนิดคือ รากจริง (True or Wiry Roots) และรากสะสม (Modified or Storage Roots) รากจริงเจริญเติบโตไปทางลึกมากกว่าด้านข้างเป็นรากยึดเหนี่ยวและหาอาหารให้แก่ต้น ส่วนรากสะสมเจริญเติบโตไปในทางด้านข้างรอบๆ ต้นเป็นส่วนมาก เมื่อต้นมันสำปะหลังอายุ 2-3 เดือน หลังจากปลูกรากสะสมก็จะเริ่มขยายขึ้น

จากการสะสมแป้งใน Parenchyma Cell เรียกรากสะสมนี้ว่า หัว อันเป็นแหล่งสะสมอาหาร หัวมันสำปะหลังส่วนใหญ่เกิดอยู่บริเวณโคนต้นในรัศมีประมาณ 60 ซม. จำนวนหัว รูปร่าง ขนาด สี น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์แป้ง ปริมาณกรดของหัว แตกต่างกันไปตามแต่ละพันธุ์มีจำนวนหัวประมาณ 5-15 หัวต่อต้น หัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-15 ซม. ขึ้นอยู่กับอายุและสภาพแวดล้อม ด้วย มีแป้งประมาณ 15-40% เมื่อตัดหัวตามขวางจะเห็นว่าประกอบด้วย 3 ส่วน

1. ผิวหรือเปลือกชั้นนอก (Periderm) เป็นเยื่อบางๆ อยู่ชั้นนอกสุดเป็น Cork Layer ความหนา ลักษณะเรียบ – ขรุขระ และสีของผิวนอกของหัวมันสำปะหลัง แตกต่างกันไป มีสีขาว น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ ชมพู

2. เปลือกชั้นใน (Cortical Region) อยู่ถัดผิวเข้ามามีความหนา 0.1-0.3 เซนติเมตร ส่วนมากมีสีขาว ชมพู อาจมีสีน้ำตาล เปลือกประกอบด้วย ชั้นของ Cell ชนิดต่างๆ ได้แก่ Sclerenchyma, Cortical-Parenchyma เรียกรวมกันว่า เปลือก (Peel)



ภาพประกอบ 13 ดอกตัวผู้ของมันสำปะหลัง



ภาพประกอบ 14 ดอกตัวเมียของมันสำปะหลัง



ภาพประกอบ 15 ผล และเมล็ดมันสำปะหลัง



ภาพประกอบ 16 เมล็ดมันสำปะหลัง

3. เนื้อหรือส่วนแกนกลาง (Large Central Pith) เป็นส่วนที่สะสมแป้งเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของหัวทั้งหมด เป็นส่วนที่ใช้เป็นอาหารได้ ประกอบด้วยชั้นของ Cell ชนิดต่างๆ คือ Cambium, Parenchyma, Xylem, Vessel เนื้อมีสีต่างๆ ขาว ครีม เหลือง ชมพู

แป้งในหัวมันสำปะหลังสะสมอยู่ในส่วนของ Parenchyma Cell ซึ่งมีอยู่ทั้งในส่วนนอกเปลือกและเนื้อแต่ในเปลือกมีปริมาณน้อยกว่าในเนื้อ

4.1.2 ชนิดของมันสำปะหลัง

ชนิดของมันสำปะหลัง (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551: 10-13) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดหวาน เป็นมันสำปะหลังที่ใช้เพื่อการบริโภค มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคต่ำ ไม่มีรสขม สามารถใช้หัวสดทำอาหารได้โดยตรง เช่น นำไปนึ่ง เชื่อม หรือทอด ซึ่งได้แก่ พันธุ์ห่านาที่ พันธุ์ระยอง 2 เป็นต้น

2. ชนิดขม เป็นมันสำปะหลังที่มีรสขม ไม่เหมาะสำหรับการบริโภคของมนุษย์ หรือใช้หัวสดเลี้ยงสัตว์โดยตรง เนื่องจากมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคสูง มีความเป็นพิษต่อร่างกาย ต้องนำไปแปรรูปเป็นมันอัดเม็ดหรือมันเส้นแล้วจึงนำไปเลี้ยงสัตว์ได้ ซึ่งได้แก่ พันธุ์ระยอง 1, ระยอง 3, ระยอง 5, ระยอง 60, ระยอง 90, เกษตรศาสตร์ 50, ระยอง 72 และ ห้วยบง 60

4.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของมันสำปะหลัง

หัวมันสำปะหลังเป็นส่วนของรากที่โตขึ้นสำหรับสะสมแป้ง หัวมันสำปะหลังสดมีน้ำอยู่ประมาณ 60-65 เปอร์เซ็นต์ และส่วนประกอบส่วนใหญ่ คือ แป้งหรือคาร์โบไฮเดรต ประมาณ 20-35 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นหัวมันสำปะหลังจึงเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานในอาหารของคนและสัตว์ แต่มีปริมาณโปรตีนและไขมันน้อยมากไม่เหมาะที่จะใช้เป็นแหล่งของโปรตีนและไขมัน (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551: 10-13)

4.1.4 การเพาะปลูกมันสำปะหลัง (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551: 10-13)

1. แหล่งปลูก

มันสำปะหลังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วน ดินร่วนปนทราย และมีการระบายน้ำได้ดี มีความเป็นกรดต่างระหว่าง 4.5-8.0 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตช่วง 25-37 องศาเซลเซียส

2. ฤดูกาลการปลูก

ต้นฤดูฝน เดือนเมษายน – มิถุนายน ปลายฤดูฝน เดือนกันยายน – พฤศจิกายน

3. การเตรียมพื้นที่

- ไถกลบวัชพืช เศษใบและต้นมันสำปะหลังส่วนที่ไม่ได้ใช้ทำพันธุ์
- พื้นที่ดอนไม่จำเป็นต้องยกร่อง ส่วนพื้นที่ต่ำอาจมีน้ำขังได้บ้าง จึงควรรยกร่องปลูกสำหรับพื้นที่ลาดเอียง ควรรยกร่องปลูกขวางแนวลาดเอียง

4. การกำหนดระยะการปลูก

- พื้นที่ราบใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 80-100 เซนติเมตรระหว่างต้น 80-100 เซนติเมตร
- พื้นที่ลาดเอียงใช้ระยะปลูกระหว่างช่อง 80 เซนติเมตร ระหว่างต้น 80 เซนติเมตร เพื่อช่วยลดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน

4.1.5 การดูแลรักษา (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551: 10-13)

1. การใส่ปุ๋ย

- แนะนำให้ใช้ปุ๋ยเคมีที่มีอัตราส่วน N:P:K 2:1:2
- ใส่เพียงครั้งเดียวเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1-2 เดือน

2. แผลงและศัตรูพืช

- หลีกเลี่ยงการปลูกมันสำปะหลังในช่วงที่ต้นอ่อนจะกระทบแล้งยาวนาน
- เก็บส่วนของพืชที่ถูกทำลาย เผาทำลายนอกแปลงปลูก

- หากพบการระบาดของรุนแรงในระยะมันสำปะหลังเป็นต้นอ่อน ให้ทำการป้องกันกำจัดตามคำแนะนำ

3. วัชพืชและการป้องกันกำจัด

- ไถ 1 ครั้ง ตากดินไว้ 7-10 วัน และพรวน 1 ครั้งก่อนปลูก
- คราดเก็บเศษซาก ราก เหง้า หัวไหลของวัชพืชหลังการพรวนดิน กำจัดวัชพืชไม่น้อยกว่า 2 ครั้งตลอดฤดูปลูก

4.2 สถานการณ์ของมันสำปะหลัง (กลุ่มงานกิจการพิเศษ; สำนักนโยบายและแผน; และสำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย. 2560: 6-8)

สถานการณ์มันสำปะหลัง โดยสรุปดังนี้

4.2.1 ในปี 2560 คาดว่าจะมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 8.64 ล้านไร่ ผลผลิตปี 2559/2560 ประมาณ 31.19 ล้านตันหัวมันสด

4.2.2 มีความต้องการใช้ 28.98 ล้านตันหัวมันสด โดยนำไปแปรรูปเป็นมันเส้น/มันอัดเม็ด ใช้ในโรงงานอาหารสัตว์ในประเทศ 1.92 ล้านตัน แปรรูปเป็นแป้งมันใช้ในอุตสาหกรรมในประเทศ 7.28 ล้านตัน ส่งออก 16.97 ล้านตัน และแปรรูปในโรงงานเอทานอลใช้ในอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงในประเทศ 2.82 ล้านตัน

4.2.3 ผลผลิตคงเหลือ 2.21 ล้านตัน (คิดเป็นมันเส้น 0.913 ล้านตัน/อัตราแปรรูปหัวมันสด 2.42 กิโลกรัม ได้มันเส้น 1 กิโลกรัม)

4.2.4 สถิติส่งออกมันเส้น ปี 2559 ปริมาณ 6.40 ล้านตัน (คิดเป็นหัวมันสด 15.48 ล้านตัน) และนำเข้ามันเส้น 2.37 ล้านตัน คาดว่าส่วนต่างมันเส้น 3.12 ล้านตัน เป็นการนำเข้าตามแนวชายแดน

4.2.5 ต้นทุนการผลิต กิโลกรัมละ 1.85 บาท สูงกว่าต้นทุนการผลิตของลาว (กิโลกรัมละ 1 บาท) กัมพูชา (กิโลกรัมละ 1.10 บาท)

4.2.6 ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ อยู่ที่ 3.61 ตัน/ไร่ ต่ำกว่าลาว (4 ตัน/ไร่) และใกล้เคียงกับกัมพูชา (3.6 ตัน/ไร่)

4.3 สภาพปัญหาของมันสำปะหลัง (กลุ่มงานกิจการพิเศษ; สำนักนโยบายและแผน; และสำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย. 2560: 6-8)

4.3.1 ปริมาณความต้องการใช้มีมากกว่าผลผลิต

4.3.2 ต้นทุนการผลิตสูง ต้นทุนการผลิตของไทยอยู่ที่กิโลกรัมละ 1.85 บาท สูงกว่าประเทศเพื่อนบ้าน ที่อยู่ระดับกิโลกรัมละ 1-1.50 บาท

4.3.3 ผลผลิตกระจุกตัว ผลผลิตออกกระจุกตัวช่วงเดือนมกราคม - เมษายน ถึงร้อยละ 57.34 ของผลผลิตทั้งประเทศ และมันสำปะหลังประเทศเพื่อนบ้านก็มีผลผลิตออกในช่วงเวลาเดียวกัน

4.3.4 มีการลักลอบนำเข้าในรูปแบบเส้นจากประเทศเพื่อนบ้าน 3.12 ล้านตัน (คิดเป็นหัวมันสด 7.55 ล้านตัน)

4.3.5 เพาะปลูกในพื้นที่บุกรุก 1.07 ล้านไร่

4.3.6 ปัญหาแหล่งน้ำ ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ

4.3.7 ตลาดมันเส้นพึ่งพาตลาดประเทศจีน ตลาดประเทศจีนชะลอตัว หันมาใช้ข้าวโพดในประเทศทดแทนมันสำปะหลังจากประเทศไทย

4.4 แนวทางการแก้ไขปัญหา มันสำปะหลัง (กลุ่มงานกิจการพิเศษ; สำนักนโยบายและแผน; และสำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย. 2560: 6-8)

4.4.1 แนวทางแก้ไขปัญห

4.4.1.1 เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุน โดยการปรับปรุงดิน-น้ำ-พันธุ์ โดย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และลดการบุกรุกพื้นที่ โดยคณะกรรมการนโยบายที่ดินแห่งชาติ คทช.

4.4.1.2 เพิ่มประสิทธิภาพด้านการตลาด โดยกระทรวงพาณิชย์

- การให้สินเชื่อเพื่อชะลอการขูดมันสำปะหลัง
- ยกย่องมาตรฐานการแปรรูป จัดหาเครื่องสับมัน จัดหาโกดัง ลานตาก
- เครื่องซัง น้ำหนัก
- แก้ไขปัญหาลักลอบนำเข้า เข้มงวดน้ำหนักรถบรรทุก
- เพิ่มตลาดใหม่ ขยายตลาดแป้งมันแปรรูป ตลาดมันอินทรีย์
- ส่งเสริมพลังงานทดแทนจากมันสำปะหลัง

นอกจากนี้ รัฐบาลได้มีมาตรการช่วยเหลือเกษตรกรและสถาบันเกษตรกรในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิต สนับสนุนการแปรรูปและให้เกษตรกรมีรายได้เพื่อใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น โดยคณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2559 และ 4 ตุลาคม 2559 เห็นชอบแนวทางการบริหารจัดการมันสำปะหลัง ปี 2559/60 จำนวน 6 โครงการ ดังนี้

1) โครงการลดดอกเบี้ยเงินกู้ให้เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ปี 2559/60 เพื่อช่วยลดภาระดอกเบี้ยแก่เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง

- 2) โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะปลูกมันสำปะหลังในระบบน้ำหยด ปี 2559/60 เพื่อสนับสนุนเงินทุนในการเพาะปลูกมันสำปะหลังในระบบน้ำหยด
 - 3) โครงการสินเชื่อเพื่อยกระดับมาตรฐานการผลิตและการแปรรูปมันสำปะหลัง ปี 2559/60 เพื่อสนับสนุนสินเชื่อแก่เกษตรกรและสถาบันเกษตรกร ในการเพิ่มประสิทธิภาพและยกระดับมาตรฐานใน การผลิต รวบรวม แปรรูป และจัดเก็บมันเส้น/แป้งมันคุณภาพ
 - 4) โครงการสินเชื่อเพื่อรวบรวมมันสำปะหลังและสร้างมูลค่าเพิ่มโดยสถาบันเกษตรกร ปี 2559/60 เพื่อสนับสนุนสินเชื่อให้กับสถาบันเกษตรกรในการรวบรวมหรือรับซื้อหัวมันสดและมันเส้น จากเกษตรกรและ/หรือแปรรูป
 - 5) โครงการพักชำระหนี้ต้นเงินและลดดอกเบี้ยให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง เพื่อบรรเทาภาระหนี้สินและลดต้นทุนในการประกอบอาชีพของเกษตรกร
 - 6) โครงการสินเชื่อเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายฉุกเฉินสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง เพื่อเป็นค่าใช้จ่ายฉุกเฉินที่จำเป็นในครัวเรือนและลดปัญหาการก่อหนี้ในระบบ
- 4.4.2 ข้อเสนอ เห็นควรแจ้งให้จังหวัดเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา ดังนี้
- 4.4.2.1 ลดการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ที่มีขอบด้วยกฎหมาย โดยการปรับเปลี่ยนอาชีพและการปลูกพืช/เกษตรผสมผสาน
 - 4.4.2.2 เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิตในพื้นที่ที่ถูกต้อง
 - 4.4.2.3 การเข้มงวดกวดขันการลักลอบการนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน

5. ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ (Ability in Doing Science Project) หมายถึง ความสามารถในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหาตามความถนัดและความสนใจของนักเรียน โดยมีกระบวนการศึกษาอย่างมีระบบ ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ (สินีนากู ธรรมชาติ. 2546: 122) ซึ่งแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิดและระบุเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหัวข้อ เลือกหัวข้อทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง เหมาะสม ทั้งในด้านความสอดคล้องของชื่อโครงการกับสิ่งที่ต้องการศึกษา การเรียบเรียงชื่อโครงการ ความเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน ความแปลกใหม่ของเรื่องที่จะทำ และความเป็นไปได้ว่าจะทำได้สำเร็จ
2. การศึกษาเอกสาร หมายถึง ความสามารถในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง

และปริมาณเพียงพอต่อการนำมาเป็นความรู้พื้นฐานที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้สำเร็จ รวมทั้งนำมาจัดเป็นหมวดหมู่ได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนมีความรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้า

3. การจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดกรอบแนวคิด และวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ และเสร็จทันเวลาที่กำหนด ซึ่งเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ที่มาและความสำคัญของโครงการ จุดมุ่งหมาย สมมติฐาน ตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ การออกแบบการทดลอง การกำหนดแผนปฏิบัติงาน และผลที่คาดว่าจะได้รับ

4. การดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สถานที่ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลอง การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ การบันทึกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลและสรุปผลข้อมูล ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และความตั้งใจทำงาน

5. การเขียนรายงาน หมายถึง ความสามารถในการเสนอโครงการวิทยาศาสตร์เป็นเอกสารตามรูปแบบของการเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เพื่ออธิบายรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์ รวมทั้งการเสนอข้อมูล รูปภาพในรายงาน การเขียนบรรณานุกรมหรือหนังสืออ้างอิง การใช้คำศัพท์ทางวิชาการ ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ และความเป็นระเบียบเรียบร้อยของรายงาน

6. การเสนอและการแสดงผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเสนอผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้ศึกษาค้นคว้าให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ โดยจัดแสดงข้อมูล และผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์ได้น่าสนใจ พร้อมทั้งสามารถอธิบายและตอบข้อซักถามให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นอย่างเต็มใจ

5.2 แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

5.2.1 การประเมินความสามารถในการทำโครงการตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ บลูม

(บุรุษย์ ศิริมหาสาร. 2548: 318-319)

การทำโครงการเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงศักยภาพในทุกด้าน ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ เบนจามิน เอส. บลูม (Benjamin S. Bloom) ซึ่งมีแนวคิดว่าการจัดการเรียนรู้ที่ดีต้องพัฒนานักเรียนทั้ง 3 ด้าน มิใช่พัฒนานักเรียนเพียงด้านใดด้านหนึ่ง แล้วละเลยการพัฒนาในด้านอื่น ทำให้ขาดความสมดุลในการพัฒนา และเป็นผลเสียแก่นักเรียนในที่สุด

ครูผู้สอนควรเน้นพัฒนานักเรียนทั้ง 3 ด้าน คือ

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) คือ ความสามารถทางสมอง ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) คือ ความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อของร่างกายเพื่อปฏิบัติงาน ได้แก่ ทักษะกระบวนการต่างๆ ที่เน้นการปฏิบัติจริงของนักเรียน

3. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) คือ ความรู้สึกนึกคิดในจิตใจ ได้แก่ คุณธรรม จริยธรรม และเจตคติที่ดี

เมื่อการทำโครงการเป็นการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนทั้ง 3 พิสัยตามทฤษฎีของบลูม การประเมินผลโครงการจึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทั้ง 3 พิสัย เพื่อให้สอดคล้องดังนี้

1. ด้านทักษะพิสัย คือ ความสามารถในการปฏิบัติงาน ได้แก่

1.1 การวางแผนการทำงาน (Input)

1.2 กระบวนการทำงาน (Process)

1.3 ผลสำเร็จของงาน (Output)

วิธีประเมิน ประเมินจากการสังเกต การสัมภาษณ์ สอบถามและการตรวจผลงาน

2. ด้านพุทธิพิสัย คือ ความรู้ ความเข้าใจในการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำโครงการ และความรู้ ความเข้าใจที่ได้จากเรื่องที่ทำโครงการ

วิธีประเมิน ประเมินจากการสังเกต การสัมภาษณ์ สอบถาม การตรวจผลงานที่ทำ และการใช้แบบทดสอบความรู้ (อัตนัย/ปรนัย) เกี่ยวกับวิธีการทำโครงการ และความรู้ที่ได้จากการทำโครงการ

3. ด้านจิตพิสัย คือ ความรู้สึกที่ดีต่อการทำงาน เช่น มีเจตคติในการทำงานแบบวิทยาศาสตร์ ตัดสินใจด้วยเหตุผล

วิธีประเมิน ประเมินจากการสังเกต การสัมภาษณ์ สอบถาม

5.2.2 การประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของ บุรชัย

ศิริมหาสาคร (บุรชัย ศิริมหาสาคร. 2553: 292-296)

การประเมินโครงการ ไม่เน้นการประเมินผลสำเร็จ (Product) ของโครงการเพียงอย่างเดียว แต่จะประเมินให้ครอบคลุมการทำโครงการทั้ง 3 ระยะ คือ การประเมินก่อนทำโครงการ (Input) การประเมินระหว่างทำโครงการ (Process) และ การประเมินผลสำเร็จของโครงการ (Output/Product) ซึ่งการดำเนินงานทุกขั้นตอนนั้น จะมีการนิเทศ ติดตาม และประเมินผล อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ทราบถึงความก้าวหน้าของการทำงาน ได้รู้ปัญหาหรือข้อบกพร่องต่างๆ ของผู้รับผิดชอบในแต่ละงาน จะได้มีปรับปรุงแก้ไขได้ถูกต้องและทันที่

การประเมินโครงการ มีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินก่อนทำโครงการ (Input)

1.1 ขั้นตอนการทำโครงการที่ประเมิน คือ

ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อโครงการ

ขั้นที่ 2 การวางแผนทำโครงการ

1.2 จุดประสงค์ของการประเมิน เพื่อสำรวจความพร้อมของนักเรียนว่ามีความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องที่จะทำโครงการ และวิธีการทำโครงการมากน้อยเพียงใด มีการเตรียมความพร้อมเพื่อทำโครงการอย่างไร

1.3 สิ่งที่จะประเมิน คือ หัวข้อโครงการ ความรู้ความเข้าใจจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และโครงสร้างของโครงการ

1.4 วิธีการประเมิน ได้แก่ การสังเกตความพร้อมของนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการหาหัวข้อโครงการ และการตรวจโครงสร้างโครงการของนักเรียน

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบการเขียนโครงสร้างของโครงการ แบบอนุมัติโครงการ และแบบขออนุมัติโครงการ

1.6 ผู้ประเมิน

การประเมินโดยครูผู้สอน เพื่อเน้นการให้ความช่วยเหลือมากกว่ามุ่งจับผิดโทษ หรือหักคะแนน

การประเมินโดยนักเรียน เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองให้มีความพร้อมมากขึ้น

2. การประเมินระหว่างทำโครงการ (Process)

2.1 ขั้นตอนการทำโครงการที่จะประเมิน คือ

ขั้นที่ 3 การดำเนินงาน (ขั้นปฏิบัติการโครงการ)

2.2 จุดประสงค์ของการประเมิน

1) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการทำงาน เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการกลุ่มหรือทำงานเป็นทีม และทักษะกระบวนการบริหารจัดการในการทำโครงการ เป็นต้น

2) เพื่อนิเทศ กำกับ ติดตามผลการจัดทำโครงการ ให้เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้

2.3 สิ่งที่จะประเมิน คือ วิธีการดำเนินงาน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวัสดุอุปกรณ์

2.4 วิธีการประเมิน ได้แก่ การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการดำเนินโครงการ และการตรวจผลงานที่ทำเสร็จแล้วเป็นระยะ

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบประเมินกิจกรรมในชั้นเรียน และแบบประเมินผลความก้าวหน้า ของการทำโครงการประจำสัปดาห์

3. การประเมินผลสำเร็จของโครงการ (Output: Product)

3.1 ขั้นตอนการทำโครงการที่จะประเมิน คือ

ขั้นที่ 4 การเขียนรายงานโครงการ

ขั้นที่ 5 การนำเสนอโครงการ

ขั้นที่ 6 การพัฒนาโครงการ

3.2 จุดประสงค์ของการประเมิน เพื่อประเมินผลสำเร็จของโครงการว่าบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

3.3 สิ่งประเมิน คือ เอกสารรายงานโครงการ วิธีการ และสื่อที่ใช้ในการนำเสนอโครงการ และการพัฒนาการทำโครงการหรือหัวข้อโครงการที่จะทำในครั้งต่อไป

3.4 วิธีการประเมิน ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ สอบถาม การตรวจสอบประกอบนำเสนอโครงการ การตรวจแผนโครงการ การตรวจชมนิทรรศการโครงการ และแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ฟังหรือผู้ชมโครงการ

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบสะท้อนตนเองของนักเรียน แบบสะท้อนความคิดเห็นของเพื่อน แบบสะท้อนความคิดเห็นของผู้ปกครอง แบบประเมินผลโครงการโดยตนเอง แบบประเมินผลโครงการโดยครูผู้สอน และแบบสรุปผลการประเมินโครงการโดยครูผู้สอน

5.2.3 การประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของ เอ็นวายซี (ยุพาพันธ์ มินวงษ์. 2558: 97; อ้างอิงจาก NYC. 2009. *Project-Based learning: Inspiring middle school student to in deep and active learning.* pp 72)

ได้กำหนดรายการในการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วน คือ

1. ภาพรวมของโครงการ ซึ่งพิจารณาจากความสมบูรณ์ขององค์ประกอบในแต่ละด้าน และผลงานของนักเรียน
2. ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากความสามารถในการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มาอธิบายผลที่เกิดจากการสังเกต และการพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง
3. กระบวนการวิทยาศาสตร์ พิจารณาจากการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำโครงการได้อย่างถูกต้องชัดเจน
4. การเขียนรายงาน พิจารณาจากลำดับเขียนและเชื่อมโยงโครงสร้างแนวคิด ผลการศึกษาอย่างเป็นระบบ และมีองค์ประกอบครบสมบูรณ์
5. การนำเสนอด้วยวาจา พิจารณาจากความสามารถในการอธิบาย และการใช้สื่อประกอบการนำเสนอ เพื่อสนับสนุนแนวคิด

โดยสรุปแล้ว การประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินเน้นการปฏิบัติงาน โดยครูผู้สอนจะกำหนดวิธีการที่จะใช้ประเมิน คือ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ การออกแบบและวางแผนโครงการ การใช้หลักการวิธีทางวิทยาศาสตร์ การเขียนรายงาน แผนผัง แบบประเมินผลโครงการ รวมถึงการเสนอด้วยวาจา การตอบคำถาม

5.3 แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 125) ได้เสนอ แนวทางในการประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมิน 5 ฉบับ ดังนี้

1. แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสำรวจ
2. แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง
3. แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์
4. แบบประเมินการปฏิบัติงาน
5. แบบประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการทำโครงการ ให้คะแนนความสามารถในการทำโครงการแบบรูปรีคส์

กฤษฎิ์ ปิตรัตน์ (2548: 51-54) ได้เสนอ การประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงการ	10 คะแนน
ด้านที่ 2 การจัดทำเค้าโครงของโครงการ	10 คะแนน
ด้านที่ 3 การลงมือทำโครงการ	40 คะแนน แบ่งเป็น
1) ความรู้ความเข้าใจในการทำโครงการ	20 คะแนน
2) การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์	20 คะแนน
ด้านที่ 4 การเขียนรายงาน	20 คะแนน
ด้านที่ 5 การเสนอผลงานและจัดแสดงโครงการ	20 คะแนน แบ่งเป็น
1) การจัดแสดงโครงการ	10 คะแนน
2) การอภิปรายปากเปล่า	10 คะแนน

รวมทั้งสิ้น 100 คะแนน

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการทำโครงการ ให้คะแนนความสามารถในการทำโครงการแบบรูปรีคส์

สินีนานู ธรรมชาติ (2546: 45) ได้สร้างแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาสำหรับให้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แบ่งออกเป็น 6 ฉบับ

1. แบบประเมินการคิดและระบุเรื่องที่จะทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินการศึกษาเอกสาร
3. แบบประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์
4. แบบประเมินการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์

5. แบบประเมินการเขียนรายงาน

6. แบบประเมินการเสนอและการแสดงผลงานของโครงการงานวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการทำโครงการงาน ให้คะแนนตามระดับคุณภาพ (rubic scale)

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ ของ ยุพา พันธุ์ มินวงษ์ (2558: 125) เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมิน ซึ่งประกอบด้วย แบบประเมิน กระบวนการทำและแบบประเมินผลงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นแบบประเมินที่ตรง ประเด็น ครอบคลุมเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การประเมินกระบวนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การประเมินการ ออกแบบวางแผนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยครูผู้สอนเป็นผู้ ชี้แนะ และคอยให้คำแนะนำ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 การประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การ พิจารณาความสามารถในการกำหนดกรอบแนวคิด และวางแผนการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เข้าใจ ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปและอภิปรายผล ซึ่งจะทำการประเมินทั้งรายบุคคลและราย กลุ่ม จากแบบประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ แยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring)

1.2 การประเมินการดำเนินการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การพิจารณา ความสามารถในการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ สถานที่ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ การ ดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล สรุปผลข้อมูล ทันท่วงเวลาที่วางแผนไว้ และการทำงานร่วมกัน ซึ่งทำการประเมินทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม จากแบบ ประเมินการดำเนินการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring)

2. การประเมินผลงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาการเขียนรายงาน นำเสนอผลงานด้วยวาจา และจัดแสดงนิทรรศการโครงการงาน โดยการจัดแสดงข้อมูลและผลงานของ โครงการงานวิทยาศาสตร์ได้น่าสนใจ พร้อมทั้งสามารถอธิบาย ตอบข้อซักถามให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และยอมรับฟังความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงพัฒนาต่อยอดโครงการงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการประเมินเป็น

รายการกลุ่ม จากแบบประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring)

6. การเห็นคุณค่าในตนเอง

6.1 ความหมายของการเห็นคุณค่าในตนเอง

นักวิชาการได้นิยามการเห็นคุณค่าในตนเองไว้หลากหลายความหมาย ซึ่งสามารถวิเคราะห์สรุปนิยามได้ว่า (ปรีชา ธรรมมา. 2547: 48; พวงชมพู อร่ามกุล. 2549: 17; นฤมล เพ็ชรภูมิ. 2553: 2-3) การเห็นคุณค่าในตนเอง (Self – Esteem) หมายถึง การที่บุคคลเห็นคุณค่าของตนเอง เป็นที่ยอมรับนับถือของบุคคลอื่น ทำให้บุคคลนั้นเกิดความรู้สึกที่ดีงามต่อตนเอง มีความสำเร็จในการทำงาน ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อตนเอง มีความคิดเกี่ยวกับตนเองในด้านบวก มีความเชื่อมั่นในตนเอง รวมถึงบุคคลที่เห็นคุณค่าในตนเอง มักมองตนเองในแง่ดีจะมีความรู้สึกต่อบุคคลอื่นในแง่ดีด้วย รวมทั้งเป็นคนพอใจ ชอบแสดงความคิดเห็น เป็นฝ่ายเปลี่ยนหรือชักนำผู้อื่นมากกว่าเป็นผู้ตาม มีความริเริ่มสร้างสรรค์ ฟุ้งตนเองได้ มีความวิตกกังวลต่ำ เสี่ยงสละเพื่อส่วนรวม และปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ต่างๆ

6.2 ความสำคัญและประโยชน์ของการเห็นคุณค่าในตนเอง

การเห็นคุณค่าในตนเอง ได้มีการพัฒนาตั้งแต่แรกเกิด และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดทุกช่วงอายุตามระดับวุฒิภาวะและสิ่งแวดล้อม (จรัสพร ส่งอุบล. 2553: 14) ในวัยเด็กนั้น การเห็นคุณค่าในตนเองเริ่มจากสัมพันธภาพอันดีระหว่างบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัว ผ่านกระบวนการติดต่อ สื่อสารระหว่างบุคคล ทำให้เกิดการเรียนรู้ภาพลักษณ์ของความเป็นตนเอง (Self-Image) เมื่อเข้าสู่วัยเรียนและวัยรุ่น สัมพันธภาพระหว่างเพื่อนก็ยังคงมีอิทธิพลต่อการเห็นคุณค่าในตนเองของบุคคลอย่างมาก ในช่วงวัยผู้ใหญ่และวัยผู้สูงอายุ ก็พบปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยหลายประการ เช่น ปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม สถานการณ์และบทบาทในสังคมของบุคคล ตลอดจนการสูญเสียความสามารถทางด้านสุขภาพร่างกาย รวมทั้งการสูญเสียเพื่อนผู้ใกล้ชิดและบุคคลรอบข้าง ถ้าเหตุการณ์ต่าง ๆ ดำเนินไปด้วยดีและบุคคลประสบผลสำเร็จในสิ่งที่ตนกระทำแล้ว การเห็นคุณค่าในตนเองจะสูงขึ้น แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าประสบเหตุการณ์ที่ทำให้รู้สึกว่าตนเองลดค่าลง ก็จะมีผลต่อพฤติกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินชีวิตด้วย

นักวิชาการได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเห็นคุณค่าในตนเองไว้หลากหลาย (จรัสพร ส่งอุบล. 2553: 14; มาลีณี จุฑาปะมา. 2553: 13-16) สามารถสรุปได้ 2 ด้าน คือ

1. ด้านต่อตนเอง

- 1.1 ผู้ที่มีการเห็นคุณค่าในตนเองสูงจะมีความเชื่อมั่นในตนเอง และมีความคาดหวังอย่างเป็นจริง
- 1.2 การดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข และพัฒนาบุคคลไปสู่การเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ได้ในที่สุด
- 1.3 มีความรับผิดชอบต่อการกระทำของตนเอง ซื่อสัตย์ มีความริเริ่มสร้างสรรค์ และความมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหา สามารถกระทำสิ่งต่าง ๆ ให้ประสบความสำเร็จได้
- 1.4 สามารถเผชิญกับความเครียดได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งการปรับตัวทางอารมณ์ และสังคม
- 1.5 มีความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง รู้สึกพอใจว่าตนเองเป็นคนดี คนเก่ง และมีความสามารถ
- 1.6 สามารถยอมรับความเป็นจริงของชีวิต และปรับเปลี่ยนมุมมองที่มีต่อตนเอง ยอมรับตัวตนของตนเองได้ทั้งส่วนดีและส่วนด้อย
- 1.7 ฝึกใจตนเองให้มองโลกในแง่บวกอยู่เสมอ

2. ด้านต่อบุคคลอื่น

- 2.1 การนับถือตนเองและผู้อื่น
- 2.2 มีความรู้สึกดีต่อบุคคลอื่น ทำให้มีสุขภาพจิตที่ดีและบุคลิกภาพที่ดี และสามารถปรับตัวได้ดี
- 2.3 ยอมรับคำยกย่องชมเชยของผู้อื่นและแสดงความขอบคุณ ซึ่งจะช่วยสร้างความประทับใจและมองตนเองทางบวก
- 2.4 ฝึกพฤติกรรมกล้าแสดงออกอย่างเหมาะสม เป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะทำให้บุคคลมีพฤติกรรมทางบวกในการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น
- 2.5 รับข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นจากบุคคลอื่นเพราะเป็นวิธีการรับข้อมูลที่มีผลให้บุคคลเกิดกำลังใจและสร้างความภาคภูมิใจได้

การเห็นคุณค่าในตนเอง เป็นการพัฒนาความคิด และความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะมีความสนใจและกระตือรือร้นในการอยากเรียนรู้มากขึ้น สร้างสภาพแวดล้อมห้องเรียนที่ดีต่อการเรียนการสอน ทั้งนี้ นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง และตั้งใจออกแบบ และวางแผนการดำเนินงานได้เป็นอย่างดี ตลอดจนยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนภายในกลุ่มแล้วสามารถสร้างสรรค์ผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6.3 องค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเอง

องค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเอง ตามแนวคิดของ คูเปอร์สมิธ (Coopersmith. 1981) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน (เจลิมพล สวัสดิ์พงษ์. 2551: 91) ดังนี้

1. องค์ประกอบภายในตน

องค์ประกอบภายในตน หมายถึง ลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลที่มีผลทำให้การเห็นคุณค่าในตนเองของบุคคลแต่ละคนแตกต่างกัน (โฆษิต พรประเสริฐ. 2546: 15-17) ประกอบด้วย

1.1 ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางกายภาพบางลักษณะมีส่วนช่วยให้บุคคลเกิดการเห็นคุณค่าในตนเองเพิ่มขึ้น เช่น ความงาม มีผลต่อการเห็นคุณค่าในตนเองของเพศหญิง ส่วนความแข็งแรง ความรวดเร็ว มีผลต่อการเห็นคุณค่าในตนเองของเพศชาย

1.2 ความสามารถทั่วไป สมรรถภาพและการกระทำ ความสามารถทั่วไป สมรรถภาพและการกระทำ มีความสัมพันธ์กับการประสบความสำเร็จของบุคคลทั้งในโรงเรียนและสังคมโดยเฉพาะในวัยเรียน การประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวมีผลต่อการเห็นคุณค่าในตนเอง

1.3 ภาวะทางอารมณ์ ภาวะทางอารมณ์เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความพอใจ ความเป็นสุข ความวิตกกังวล ซึ่งเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นแล้วส่งผลต่อการประเมินตนเอง บุคคลที่ประเมินตนเองไปในทางที่ดีจะแสดงความรู้สึกพึงพอใจในตนเองและมีภาวะอารมณ์ด้านบวกส่วนบุคคลที่ประเมินตนเองในทางที่ไม่ดีจะไม่มีความพึงพอใจในภาวะปัจจุบันของตนเองและมองว่าตนเองไม่สามารถจะประสบความสำเร็จในอนาคตได้

1.4 ค่านิยมส่วนบุคคล บุคคลจะประเมินตนเองกับสิ่งที่ตนให้คุณค่าและความสำคัญบุคคลที่ให้คุณค่าแก่ความสำเร็จทางการเรียน ถ้าเขาประสบความสำเร็จ เขาจะประเมินคุณค่าของตนเองต่ำลง การให้คุณค่าของบุคคลแก่สิ่งหนึ่งสิ่งใดจะสอดคล้องกับสิ่งที่สังคมให้คุณค่า ถ้ามีความสอดคล้อง การเห็นคุณค่าในตนเองจะยิ่งสูงขึ้น แต่ถ้าค่านิยมส่วนตัวของตนไม่สอดคล้องกับค่านิยมของสังคม บุคคลจะเห็นคุณค่าในตนเองต่ำลง

1.5 ความทะเยอทะยานหรือระดับความมุ่งหวัง การตัดสินคุณค่าของบุคคลอยู่บนพื้นฐานของการเปรียบเทียบผลงานและความสามารถของตนกับมาตรฐานส่วนตนที่ตั้งไว้ ถ้าบุคคลมีผลงานและความสามารถตรงตามเกณฑ์หรือดีกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ บุคคลจะเกิดการเห็นคุณค่าในตนเอง แต่ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้บุคคลจะรู้สึกว่าคุณค่าตนเองล้มเหลว ซึ่งจะส่งผลต่อการเห็นคุณค่าในตนเองของตน

2. องค์ประกอบภายนอก

องค์ประกอบภายนอก หมายถึง สภาพแวดล้อมที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ส่งผลให้บุคคลเกิดการเห็นคุณค่าในตนเองที่แตกต่างกัน (ปรีชา ธรรมา. 2547: 48) ประกอบด้วย

2.1 ความสัมพันธ์กับผู้ปกครอง - ครอบครัว ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาการเห็นคุณค่าในตนเองต่อเด็ก คือ สัมพันธภาพระหว่างผู้ปกครองกับเด็ก โดยอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมดังนี้

2.1.1 การที่ผู้ปกครองยอมรับเด็กทั้งหมด หรือเกือบทั้งหมดเกี่ยวกับความคิด ความรู้สึกและคุณค่าอย่างที่ได้เป็นอยู่

2.1.2 การที่ผู้ปกครองกำหนดขอบเขตการกระทำไว้อย่างชัดเจน และดูแลให้เด็กทำตามขอบเขตนั้น

2.1.3 การที่ผู้ปกครองให้ความนับถือ และความเป็นอิสระแก่เด็กในขอบเขตการกระทำที่กำหนดไว้ รวมทั้งเน้นการให้รางวัลมากกว่าการลงโทษ

2.2 โรงเรียน - การศึกษา

โรงเรียนสามารถจัดสภาพแวดล้อมในการพัฒนาการเห็นคุณค่าในตนเองของเด็กต่อจากทางบ้านได้ ซึ่งการที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้เด็กสามารถทำกิจกรรมต่างๆ อย่างอิสระ โดยไม่ขัดต่อระเบียบที่วางไว้ การให้ความช่วยเหลือแก่เด็กในการแก้ไขปัญหาต่างๆ จะทำให้เด็กเกิดความรู้สึกว่าตนได้รับการยอมรับจากครูผู้สอนและเพื่อนๆ ในห้องเรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นการส่งเสริมให้เด็กเกิดการเห็นคุณค่าในตนเองได้

2.3 สถานภาพทางสังคม สถานภาพทางสังคมเป็นสิ่งที่แสดงถึงตำแหน่งหรือสถานะของบุคคลในสังคม โดยการพิจารณาจากลักษณะความเป็นอยู่ รายได้และสถานที่อยู่อาศัย บุคคลที่มีสถานภาพทางสังคมในระดับสูง จะเห็นคุณค่าของตนเองสูงกว่าบุคคลที่มีสถานภาพทางสังคมในระดับปานกลางและต่ำ

2.4 กลุ่มเพื่อน กลุ่มเพื่อนนับเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะส่งผลต่อการเห็นคุณค่าในตนเอง โดยบุคคลจะเรียนรู้ตนเอง ให้คุณค่าตนเองจากการประเมินและเปรียบเทียบกับเพื่อนในเรื่องทักษะ ความสามารถและความถนัด หากสิ่งเหล่านี้ได้รับการยอมรับ ยกย่องจากกลุ่มเพื่อนที่ตนนิยมชมชอบ บุคคลจะมองว่าตนมีคุณค่า มีความหมายและการตัดสินใจให้คุณค่าแก่ตนเองย่อมสูงขึ้น

เกตส์ (เสาวภา วิชิตวาทย์. 2534: 42; อ้างอิงจาก Gates. 1989. *Self-Care Agency : Conceptualization and Operationalization*. pp. 99-100) ได้แบ่งความรู้สึกมีคุณค่าในตนเองเป็น 4 องค์ประกอบ คือ

1. ความรู้สึกต่อร่างกายตนเอง (The Body Self) หมายถึง บุคคลคิดและรู้สึกต่อรูปร่างและหน้าที่ของร่างกาย ตลอดจนความสามารถของหน้าที่พื้นฐานของร่างกาย

2. ความสัมพันธ์ระหว่างตนเองกับบุคคลอื่น (The Interpersonal Self) เป็นส่วนหนึ่งของความรู้สึกมีคุณค่าในตนเองที่บุคคลคิดและรู้สึกเกี่ยวกับวิธีที่เขามีสัมพันธภาพกับบุคคลอื่น ไม่ว่าจะเป็นคนที่สนิทสนมคุ้นเคยหรือบุคคลที่พบกันโดยบังเอิญ

3. ความสำเร็จของตนเอง (The Achieving Self) หมายถึง สิ่งที่บุคคลคิดและรู้สึก เกี่ยวกับความสามารถของเขาที่จะนำเขาไปสู่ความสำเร็จในชีวิตครอบครัว การทำงาน และสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน

4. ความเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง (The Identification Self) เป็นความรู้สึกทางนามธรรมและพฤติกรรมแสดงความสนใจทางศีลธรรมและจิตวิญญาณ

เมคเดย์และเกอร์ (เสาวภา วิชิตวาทย์. 2534. 42; อ้างอิงจาก Makay & Gaw. Cited in Taylor. 1975. *In Human needs 2 and the Nursing Process*. pp. 120) ได้แบ่งส่วนประกอบของความรู้สึกมีคุณค่าในตนเองออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การยอมรับนับถือตนเอง เป็นความรู้สึกที่มีคุณค่าที่ได้รับจากการมีความเชื่อมั่นในตนเอง และเป็นผลให้มีความเชื่อว่า “ฉันเป็นคนมีความสามารถ เพราะฉะนั้นชีวิตฉันจึงเป็นสิ่งที่มีความ”

2. ความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นผลรวมจากการประเมินแต่ละบุคคลที่สามารถเผชิญและปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้

มาสโลว์ (โฆเซต พรประเสริฐ. 2546: 14-15; อ้างอิงจาก Maslow. 1970. *Motivation and personality*. pp. 45-46) ได้แบ่งความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเองออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. การยอมรับนับถือและการประเมินคุณค่าในตนเอง ได้แก่ การมีจุดเด่น (Strength) ความสำเร็จ (Achievement) ความสามารถ (Adequacy) การบรรลุเป้าหมายและความมีอำนาจ (Mastery and Competence) ความเชื่อมั่น (Confidence) การพึ่งพาตนเองและการมีอิสระ (Independence and Freedom)

2. การได้รับการตัดสินว่ามีคุณค่าจากผู้อื่น เช่น การมีชื่อเสียง (Fame) เกียรติยศ (Glory) ตำแหน่ง (Dominance) ความรุ่งเรือง (Recognition) การยอมรับ (Attention) ความสำคัญ (Importance) การมีศักดิ์ศรีหรือเป็นที่น่าชมเชย (Dignity or Appreciation)

จากแนวคิดของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาดังกล่าวสามารถสรุป องค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเอง ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 การสรุปองค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเอง

คูเปอร์สมิท (1981) (โฆสิต พรประเสริฐ. 2546. 15-17; ปรีชา ธรรมมา. 2547: 48; เฉลิพพล สวัสดิ์พงษ์. 2551: 91)	เกตส์ (1978) (เสาวภา วิชิตวาทी. 2534: 42)	เมคเคย์และเกอร์ (1975) (เสาวภา วิชิตวาทी. 2534: 42)	มาสโลว์ (1970) (โฆสิต พรประเสริฐ. 2546: 14-15)
1. องค์ประกอบภายใน 1.1 ลักษณะทางกายภาพ 1.2 ความสามารถทั่วไป 1.3 ภาวะทางอารมณ์ 1.4 ค่านิยมส่วนบุคคล 1.5 ความทะเยอทะยาน 2. องค์ประกอบภายนอก 2.1 ความสัมพันธ์กับ ผู้ปกครอง-ครอบครัว 2.2 โรงเรียน-การศึกษา 2.3 สถานภาพทางสังคม 2.4 กลุ่มเพื่อน	1. ความรู้สึกต่อร่างกาย ตนเอง 2. ความสัมพันธ์ระหว่าง ตนกับบุคคลอื่น 3. ความสำเร็จของตน 4. ความเป็นภาพลักษณ์ ของตน	1. การยอมรับนับถือ ตนเอง 2. ความเชื่อมั่นใน ตนเอง	1. การยอมรับนับถือ และการประเมิน คุณค่าในตนเอง 2. การได้รับการ ตัดสินว่ามีคุณค่าจาก ผู้อื่น

จากการศึกษาองค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเองของนักการศึกษาและนักจิตวิทยา ดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเองแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) องค์ประกอบภายใน เป็นบุคคลเห็นความสำคัญและคุณค่าของตนเอง การประเมินหรือตัดสินคุณค่าของตนเองตามความรู้สึกและทัศนคติที่มีต่อตนเอง ในด้านความคิดเกี่ยวกับความสำเร็จของตนความสามารถของตน ร่างกายของตน และความรู้สึกว่าตนเป็นบุคคลที่มีคุณค่า ทำให้ประสบความสำเร็จในการทำงาน และ 2) องค์ประกอบภายนอก เป็นบุคคลที่ได้รับการตัดสินว่ามีคุณค่าจากผู้อื่น มีสัมพันธภาพที่ดี และถูกยกย่องจากบุคคลอื่น

6.4 การเสริมสร้างความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง

ความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง สามารถเสริมสร้างให้เพิ่มขึ้น และลดลงได้ตลอดชีวิตของคนเรา ซึ่งมีหลายวิธีในการเสริมสร้าง และเพิ่มความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง (มาลินี จุฑาปะมา. 2553: 14-15; โฆสิต พรประเสริฐ. 2546: 21; อ้างอิงจาก ชีระ ชัยยุทธยรรยง. 2542. *การเสริมสร้างความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง*. หน้า 72-74) ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ด้านตนเอง

1. พึงระวังการตั้งเป้าหมายของตนเองที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง
2. สร้างความมั่นใจให้ตนเอง โดยการนึกถึงความสำเร็จของชีวิตในวันข้างหน้าที่จะเกิดขึ้น จากความสามารถของตนเอง และมุ่งมั่นที่จะพัฒนาตน

3. ใช้คำพูดชมเชยตนเอง หรือให้สิ่งของที่มีความหมายและมีความสำคัญต่อตนเองเป็นครั้งคราวบ้างเมื่อได้ทำสิ่งที่น่าภาคภูมิใจ ระลึกถึงงานที่ตนสามารถทำสำเร็จไปได้ด้วยดี ซึ่งจะช่วยให้กระตุ้นให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง และมองบุคคลอื่นด้วยสายตาที่ชื่นชมเป็นมิตร
4. พยายามปรับความคิดที่ชอบมองอะไรในแง่ลบ และพยายามใช้ภาษาเชิงบวก ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลให้การเสริมแรงภาพลักษณ์ของความเป็นตนเอง (Self-image) โดยชี้ให้เห็นลักษณะทางบวกของตนเอง เช่น ลักษณะบุคลิกภาพที่เด่นหรือบุคลิกภาพที่น่าภาคภูมิใจ
5. ลดและหลีกเลี่ยงสิ่งที่จะทำให้ลายการเห็นคุณค่าในตนเอง เช่น ลดความคาดหวังต่อตนเอง หยุดการประเมินและตัดสินคุณค่าของตนเอง ไม่ใส่ใจต่อคำวิพากษ์วิจารณ์จากบุคคลอื่นที่จะทำให้รู้สึกท้อแท้ใจโดยระลึกเสมอว่า “ไม่มีใครเตะสุนัขที่ตายแล้ว” ซึ่งมีความหมายว่าเขาจะไม่วิพากษ์วิจารณ์เราเลยถ้าเราไม่มีความสำคัญอะไร

ด้านครูผู้สอน พ่อแม่ ผู้ปกครอง

1. ควรให้การยอมรับในตัวเด็ก โดยการเปิดโอกาสให้เด็กได้ทดลองประสบการณ์ต่างๆ ให้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตามวิถีของเด็ก
2. ใส่ใจให้เด็กได้กระทำตามความต้องการหรือความปรารถนาของเขา จะช่วยให้เด็กมีความสามารถในการหยั่งรู้และคิดล่วงหน้าถึงผลการกระทำทุกชนิดของเด็ก ด้วยการใช้วิธีการช่วยให้เด็กรู้จักใช้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย
3. ให้กำลังใจ ให้เด็กเกิดความกล้า ความหวังและความมั่นใจให้เขาเผชิญและจัดการกับอุปสรรคหรือปัญหาต่างๆ ที่ยุ่งยากในชีวิต
4. สอนเด็กให้ความรักทั้งต่อตนเองและผู้อื่น ให้เขามีเจตคติที่ว่ามนุษย์ทุกคนมีค่าเท่ากัน
5. ช่วยให้ได้พิจารณาให้เห็นแจ้งว่าความเชื่อที่ว่า ตนต้องประสบความสำเร็จอย่างสมบูรณ์แบบจะล้มเหลวไม่ได้ เป็นความเชื่อที่ไร้เหตุผล
6. สะท้อนความรู้สึกที่ดีต่อเด็ก เมื่อเด็กได้กระทำสิ่งที่ดีงามใหม่ๆ ในแต่ละวัน และ พ่อ แม่ ผู้ปกครอง ควรร่วมมือกับครูผู้สอนในการพัฒนาเด็กด้วยความรัก ความเข้าใจให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันและเต็มศักยภาพ

การส่งเสริมการเห็นคุณค่าในตนเอง เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เด็กเกิดการอยากเรียนรู้ เพราะเป็นการกระตุ้นในเชิงบวก นักเรียนจะสามารถกล้าแสดงออกทางความคิดเห็นต่อเพื่อนๆ และรู้สึกภูมิใจในงานของตนเอง พยายามทำออกมาให้ดีที่สุด เพื่อเป็นที่ยอมรับของ พ่อ แม่ ครูผู้สอน หรือเพื่อนๆ นอกจากนี้ การเห็นคุณค่าในตนเอง ยังต้องมาจากการกระตุ้นของ พ่อ แม่ และครูผู้สอน เป็นกำลังใจสำคัญ ทำให้เด็กเกิดความกล้า ความหวังและความมั่นใจให้เขาเผชิญในการจัดการกับอุปสรรคหรือปัญหาต่างๆ ที่ยุ่งยากในชีวิต

6.5 แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

ปรมาภรณ์ สารภักดิ์ (2556: 52) ได้สร้างแบบวัดความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง (Self-Esteem) แบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ คือ ภายในภายนอก และรายด้าน จำนวน 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความสามารถ (Competence)
2. ด้านความสำคัญ (Significance)
3. ด้านการมีอำนาจ (Power)
4. ด้านคุณความดี (Virtue)

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

นิพัฐพร โกมลทิตต์ศักดิ์ (2553: 60) ได้สร้างแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง ปรับปรุงแบบวัดฉบับสั้นของ คูเปอร์สมิธ (1981) เป็นแบบวัดปลายปิดชนิดเลือกตอบ “เหมือนตัวฉัน” หรือ “ไม่เหมือนตัวฉัน” โดยครอบคลุมลักษณะการเห็นคุณค่าในตนเอง 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านตนเองทั่วไป
2. ด้านสังคม-เพื่อน
3. ด้านครอบครัว พ่อ-แม่
4. ด้านการศึกษา-โรงเรียน

โดยเกณฑ์การให้คะแนนมี 2 แบบ คือ 1) แบบวัดทางบวก ถ้าตอบ “เหมือนตัวฉัน” ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบ “ไม่เหมือนตัวฉัน” ได้ 0 คะแนน 2) แบบวัดทางลบ ถ้าตอบ “ไม่เหมือนตัวฉัน” ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบ “เหมือนตัวฉัน” ได้ 0 คะแนน

ชุตินันท์ มีมุข (2552: 31) ได้สร้างแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความพึงพอใจในครอบครัว
2. ด้านการปรับตัว
3. ด้านวัดการสนับสนุนทางสังคม
4. ด้านวัดการจัดกิจกรรมแนะแนว
5. ด้านวัดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
6. ด้านวัดการอบรมเลี้ยงดู

โดยเกณฑ์การให้คะแนนมี 2 แบบ คือ 1) ข้อความทางบวก คะแนนระดับ 5 มากที่สุด คะแนนระดับ 1 น้อยที่สุด 2) ข้อความทางลบ คะแนนระดับ 1 มากที่สุด คะแนนระดับ 5 น้อยที่สุด

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนตอบแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองตามความเป็นจริงมากที่สุด ดังนั้นจึงใช้มาตราวัดแบบนัยจำแนก (Semantic Differential Scale หรือ SDS) ตามวิธีการวัดของออสกู๊ด (Osgood) เนื่องจากเป็นมาตราวัดที่เป็นการตอบแบบวัดที่ไม่ซับซ้อน ใช้

เวลาการตอบสั้น ตรงประเด็น อย่างมีเหตุผล เพราะมีให้เลือกแค่ 2 ตัวเลือกเท่านั้น ทำให้เด็ก ตัดสินใจในการเลือกง่ายขึ้น ซึ่งเป็นมาตรวัดทางภาษาที่กำหนดคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกัน ข้ามจำนวน 2 คำ และกำหนดระดับของการวัดออกเป็น 7 ระดับ คือ 3 2 1 0 -1 -2 และ -3 ตามลำดับ ซึ่งข้อคำถามแต่ละข้อประกอบด้วยการประเมินในด้านต่างๆ จำนวน 3 ด้าน คือ ด้าน ประเมินค่า (Evaluation Factor) ด้านศักยภาพ (Potential Factor) และด้านกิจกรรม (Activity Factor) โดยองค์ประกอบของการเห็นคุณค่าในตนเองแบ่งเป็น 4 ด้าน

1. ด้านตนเอง หมายถึง มีความเชื่อมั่นในตนเอง ความเป็นผู้นำ มีไหวพริบ กล้า ตัดสินใจ และแก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดี
2. ด้านการเรียน หมายถึง สามารถค้นหาคำตอบในการแก้ปัญหาอย่างชาญฉลาด สร้างสรรค์นวัตกรรมด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ เป็นอย่างดี รวมทั้งมีความรับผิดชอบ
3. ด้านเพื่อนและโรงเรียน หมายถึง มีความน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับ ถูกไว้วางใจจาก เพื่อน และมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือบุคคลอื่น ตลอดจนมีส่วนร่วมสำคัญในการทำกิจกรรมต่างๆ สามารถเป็นผู้นำของกลุ่ม และได้รับความร่วมมือในการทำงานเป็นอย่างดีจากบุคคลอื่น
4. ด้านสังคม หมายถึง มีความสามารถนำเสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว และ ชาญฉลาด รวมทั้งกล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นจากบุคคลอื่น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามระยะดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมการ

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมการ

การศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเตรียมการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเอง

1.2 ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา งานวิจัยและบทความของนักวิจัยไทยที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้พื้นฐานสำหรับ ขั้นตอนการปลูก ปัญหาและสาเหตุ แนวทางแก้ปัญหา รวมทั้งประโยชน์ของ มันสำปะหลัง

1.3 ศึกษาเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร และสาระที่ 8 ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

1.4 สำรวจไร่มันสำปะหลังในพื้นที่ ตำบลโคกเจริญ อำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี เลือกไร่มันสำปะหลังที่เหมาะสมเพื่อนำมาประกอบการเรียนการสอน โดยต้องเป็นไร่มันสำปะหลังที่ พบปัญหา เช่น ผลผลิตน้อย แมลงรบกวน การเจริญเติบโตหยุดชะงัก และปัญหาภัยแล้ง เป็นต้น

1.5 สำรวจและคัดเลือกโรงเรียนเป้าหมายในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ โดยต้องเป็น โรงเรียนที่อยู่ใกล้บริเวณพื้นที่ไร่มันสำปะหลัง ที่สามารถเดินทางไปสำรวจหรือศึกษาองค์ประกอบ และปัญหาต่างๆ ของมันสำปะหลังได้อย่างปลอดภัย

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาการจัดการเรียนรู้

2.1 การจัดทำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

1. ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของแครคิก และบลูเมนเฟลด์ (Krajcik; & Blumenfeld. n.d: 321-328) หน่วยงานด้านเทคโนโลยีการศึกษากระทรวงศึกษาธิการมาเลเซีย (Education Technology Division, Ministry of Education. 2006: 22-25) สถาบันบัคเพื่อการศึกษ (Buck Institute for Education. 2015: Online) สุนทร สันธพานนท์ และคนอื่นๆ (2554: 108) พิมพันธ์ เตชะคุปต์ พเยาว์ ยินดีสุข และราชน มีศรี (2556: 26) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2555: 60-61) และ ยูพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 7-9)

2. ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2547: 3-6) ปทีป เมฆาคุณวุฒิ (2547: 26-28) ทิศนา ขัมมณี (2548: 9-14) ทอสเตน จังแมน (อลิสรา ราชวัตร. 2558: 21-22; อ้างอิงจาก Jungmann, Thorsten. 2011. Research Based Learning. Institute of Education, University of London. Online) และ เกาเซอร์ค์ และเอ็กเก็น (อลิสรา ราชวัตร. 2558: 22-23; อ้างอิงจาก Eggen, P. D; & Kauchak, D. P. 1998. Learning and teaching : research-based Methods. pp 311-317)

3. สร้างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และแนวทางการจัดการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้สนใจศึกษารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของยูพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 7) กับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของทิศนา ขัมมณี (2548: 9-14) นำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาจัดทำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ประกอบด้วย 3 ระยะ

ระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงร่างของโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อ ออกแบบและวางแผนเค้าโครงร่างของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย โดยครูผู้สอนจะใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ของการวิจัยเข้าร่วมในแต่ละขั้นตอนระหว่างการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่หลากหลายและแปลกใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย และแนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 แนวทาง มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย

1. สร้างความสนใจ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นความสนใจด้วยคำถาม โดยใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว เช่น ที่บ้าน โรงเรียน และชุมชนใกล้โรงเรียน สามารถชี้แนะในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม วิดิตทัศน์ เพื่อให้นักเรียนเกิด ความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และสนใจในประเด็นปัญหา

2. ทบทวนประสบการณ์ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ทบทวนความรู้และ ประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นปัญหา รวมทั้งทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการ วิจัย ได้แก่ การกำหนดหัวข้อ การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการเขียนรายงานการวิจัย โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม การยกตัวอย่างสถานการณ์ การทำแบบฝึกหัด และให้นักเรียนร่วมกันแสดง ความคิดเห็น

3. ระบุปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ดำเนินการจัดกิจกรรม และตั้ง ประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง นักเรียนทำหน้าที่ค้นหาคำตอบ วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ เลือกปัญหาที่จะทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อกำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจใน การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม หรือสร้างสถานการณ์

4. คัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ ดำเนินการจัดกิจกรรม ให้นักเรียนออกแบบวางแผนการปฏิบัติจริง และดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลที่วางแผนไว้ โดยใช้วิธีการแนะนำแหล่งข้อมูลต่างๆ จากอินเทอร์เน็ต หรือ เอกสารต่างๆ เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่นักเรียนสนใจ

5. ออกแบบเค้าโครง หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่คอยช่วยชี้แนะให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวก นักเรียนทำหน้าที่ลงมือปฏิบัติออกแบบเค้าโครงร่างของโครงงาน วิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย

6. นำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนและเพื่อนร่วมกันอภิปราย เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องของเค้าโครงร่างของโครงงานวิทยาศาสตร์ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงสำหรับการลงมือปฏิบัติการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

แนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 แนวทาง

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนนำผลวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับสาระที่สอนจากหน่วยงานต่างๆ มาประกอบการเรียนการสอน ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า อย่างหลากหลายและทันสมัย

2. การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ใฝ่รู้ เกิดข้อสงสัย อยากรู้ อยากแสวงหาคำตอบ สืบค้นข้อมูลและศึกษางานวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียนด้วยตนเอง

3. การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน อาจจะเป็นบางขั้นตอน หรือครบทุกขั้นตอน

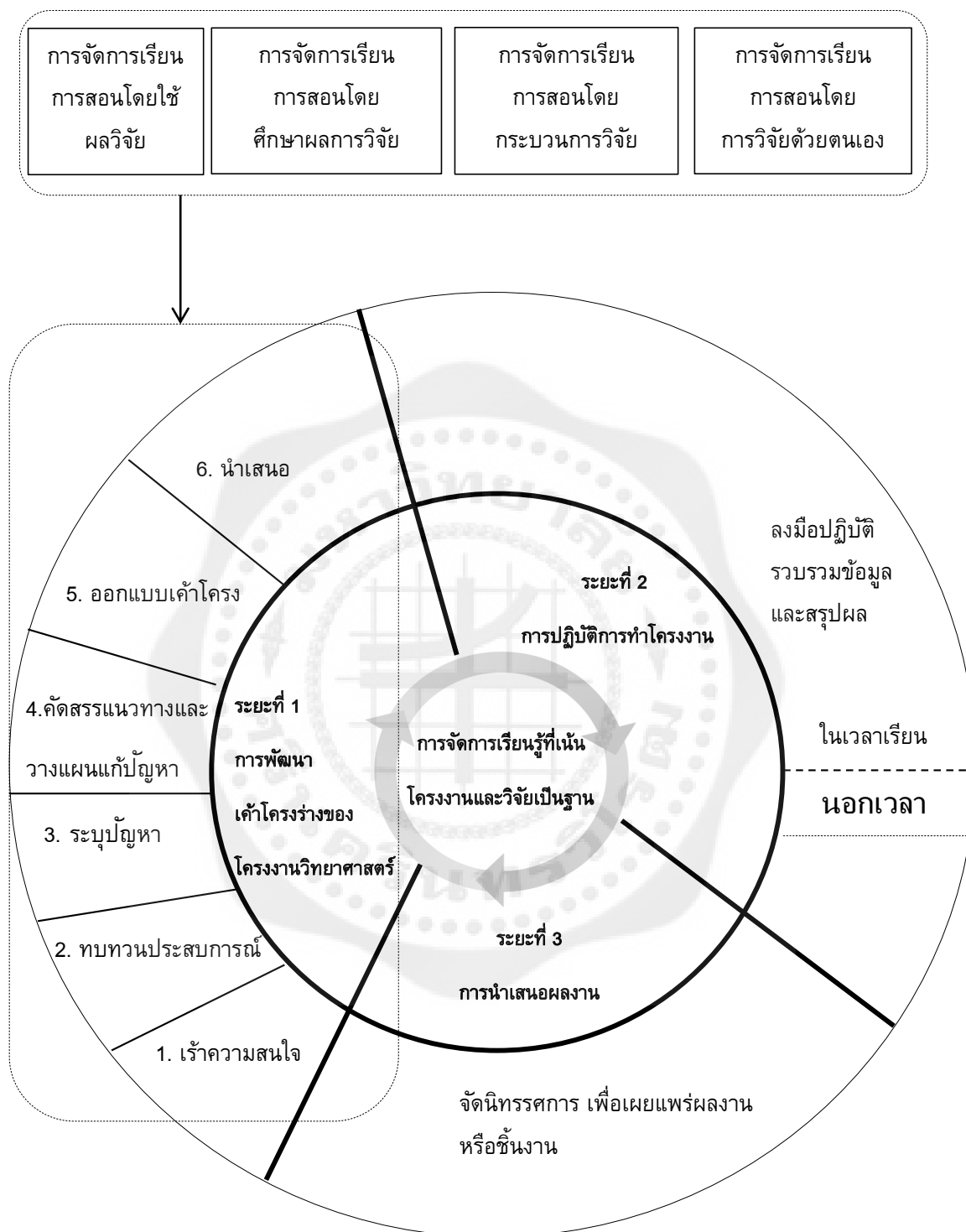
4. การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ลงมือปฏิบัติเอง โดยอาศัยกระบวนการวิจัย

ระยะที่ 2 การปฏิบัติการทำโครงการ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล และสรุปผล โดยครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยติดตามนักเรียนอย่างใกล้ชิด

ระยะที่ 3 การนำเสนอผลงาน หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนจัดนิทรรศการ เพื่อเผยแพร่ผลงานหรือชิ้นงาน โดยมีครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นประเมิน แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาต่อยอดการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงการและวิจัยเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 7) กับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของทศนา แหมมณี (2548: 9-14) แสดงดังภาพประกอบ 17

แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย



หมายเหตุ ↓ คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วมกับระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงร่างของโครงการวิทยาศาสตร์

ภาพประกอบ 17 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

4. หากคุณภาพของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม พิจารณาด้านสภาพปัญหา หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บทบาทครู และบทบาทนักเรียน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.2 นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก ก) โดยใช้แบบประเมินวัดดัชนีความสอดคล้องและนำผลของผู้เชี่ยวชาญมาให้น้ำหนักคะแนน ดังนี้

<u>ความสอดคล้อง</u>	<u>ระดับคะแนน</u>
เห็นด้วย	+1
ไม่แน่ใจ	0
ไม่เห็นด้วย	-1

4.3 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IC) พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีค่าระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าสูงกว่า 0.5 ถือว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น แผนภาพขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อยังไม่เหมาะสมและเข้าใจยาก และถ้าต้องการผลงานโครงงานของนักเรียน เวลาในการจัดการเรียนรู้อาจไม่เพียงพอในการลงมือปฏิบัติโครงงานวิทยาศาสตร์ รวมถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวไว้เพียงเตรียมสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งบทบาทในการอำนวยความสะดวกเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้มากกว่าการเตรียมสื่อการเรียนการสอน

4.4 ผู้วิจัยนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (อีกครั้ง) ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม พิจารณาด้านสภาพปัญหา หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บทบาทครู และบทบาทนักเรียน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.5 นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (อีกครั้ง) นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IC) พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีค่าระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าสูงกว่า 0.5 ถือ

ว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับคุณภาพที่ยอมรับและปรับปรุงแก้ไขตาม
คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญต่อไป (ดังภาพประกอบ 18)

2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

1. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3
สารและสมบัติของสาร และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน เรื่อง มัน
สำปะหลัง

2. กำหนดขอบเขตของแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ
ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน ปรากฏดังตาราง 6



ตาราง 6 กำหนดหน่วยการเรียนรู้ สาระสำคัญ และระยะเวลาที่ใช้

หน่วยการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระยะเวลาที่ใช้ คาบละ 50 นาที (คาบ)
หน่วยที่ 1 มารูจักมัน สำปะหลังกัน เกอะ (ในหน่วยที่ 1 จะใช้ขั้นตอน การสอน แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 5E)	1.ขั้นตอนการปลูก 1.1 ลักษณะทั่วไปของมัน สำปะหลัง 1.2 การเตรียมดิน และระยะเวลาการ ปลูก 1.3 ถูคูการปลูก การใส่ปุ๋ย 2. ปัญหาของมันสำปะหลัง เกี่ยวกับปริมาณผลผลิต เช่น หัวมันสำปะหลังน้อย ต้นมัน สำปะหลังเตี้ย เป็นโรค ฯลฯ 2.1 สาเหตุของปัญหา 2.2 แนวทางแก้ไขปัญห 2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญห ปริมาณผลผลิต	1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์สภาพ ปัญหาสิ่งแวดล้อมทรัพยากร ธรรมชาติในท้องถิ่นและเสนอ แนวทางในการแก้ไขปัญหา 2. นักเรียนสามารถออกแบบแนว ทางการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่างๆ ได้	6
หน่วยที่ 2 เพิ่มพูนผลผลิต พืชมัน สำปะหลัง	• แนวทางการแก้ไขปัญหาด้าน ผลผลิตมันสำปะหลัง - ฐานวางระบบน้ำหยดสำหรับ มันสำปะหลัง - เครื่องตัดต้นมันสำปะหลัง - การปลูกมันสำปะหลังสลับ กับการปลูกถั่วเวอร์นาโนสไตโล	1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์สภาพ ปัญหา สาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับ ผลผลิตมันสำปะหลังได้ 2. นักเรียนสามารถอภิปรายแนว ทางแก้ไข ปัญหาผลผลิตมัน สำปะหลังได้ 3. นักเรียนสามารถออกแบบเค้า โครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ 4.นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการ ทดลองได้ 5. นักเรียนสามารถเขียนเค้าโครง ของโครงงานวิทยาศาสตร์และ นำเสนอผลงานได้อย่างเหมาะสม 6. นักเรียนสามารถจดบันทึกข้อมูล ที่สื่อความหมายชัดเจนและภาษา เข้าใจง่าย	8

ตาราง 6 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	สาระสำคัญ	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระยะเวลาที่ใช้ คาบละ 50 นาที (คาบ)
หน่วยที่ 3 มูลค่าของน้ำมัน สำหรับ	• วิธีทางวิทยาศาสตร์ • แนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มมูลค่าน้ำมันสำหรับ - การผลิตเอทานอล - ภาชนะโพนจากน้ำมันสำหรับ - ถ่านจากเหง้ำมันสำหรับ	1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับด้านปัจจัยการผลิตน้ำมันสำหรับได้ 2. นักเรียนสามารถอภิปรายแนวทางแก้ไขปัญหาด้านปัจจัยการผลิตน้ำมันสำหรับได้ 3. นักเรียนสามารถออกแบบเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ 4. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองได้ 5. นักเรียนสามารถเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์และนำเสนอผลงานได้อย่างเหมาะสม 6. นักเรียนสามารถจัดบันทึกข้อมูลที่สื่อความหมายชัดเจนและภาษาเข้าใจง่าย	8
หน่วยที่ 4 น้ำมันสำหรับ สร้าง	โครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับน้ำมันสำหรับ	1. นักเรียนสามารถคิดและเลือกหัวข้อทำโครงงานวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดได้ 2. นักเรียนสามารถวางแผน ดำเนินการและลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้	10
รวม			32

4. ทำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย ชื่อเรื่อง เวลา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และบันทึกหลังการเรียนรู้

5. หากคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

5.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม พิจารณาด้านความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา ความยากง่ายของเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการเรียนการสอนแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นคนที่มีความชำนาญในการสอนมากกว่า 5 ปี หรือเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการวัดและประเมินผล (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก ข) ตรวจสอบประเมินความชัดเจน ความเหมาะสมของเนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน โดยในการประเมินจะใช้แบบวัดดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์การประเมิน และหากแผนการจัดการเรียนรู้มีข้อบกพร่องหรือข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ให้ผู้วิจัยแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IC) ของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าสูงกว่า 0.5 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในการนำไปทดลองใช้ ทั้งนี้ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น การใช้สื่อในการเรียนการสอน ควรหลากหลายให้นักเรียนได้เรียนรู้กว้างขึ้น และการจัดการห้องเรียนและเวลาให้เหมาะสมกับการทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

5.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยในการทดลองใช้ ผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการสอนเองและนำข้อบกพร่องหรือข้อปรับปรุงแก้ไข คือ 1) เวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เพียงพอ 2) ขาดวัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการทดลอง 3) เนื้อหาในการจัดการเรียนรู้เข้าใจยากสำหรับนักเรียน 4) นักเรียนขาดทักษะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ บางส่วนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้จัดสรรเวลาในการเรียนการสอนนอกเวลาเรียนเพิ่มเติมและยกตัวอย่างสถานการณ์เกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ให้มีความหลากหลายและทำให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มากขึ้น ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่ต้องทำการวิจัยต่อไป

2.2.2 แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และเกณฑ์ในการพิจารณาประเมินผลโครงงานวิทยาศาสตร์ของยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 125) บุรชัย ศิริมหาสาร

(2553: 292-296) และเอ็นวายซี (NYC. 2009: 72) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และกำหนดขอบเขตการประเมิน โดยผู้วิจัยได้ดัดแปลงแบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ของยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558) เนื่องจากเป็นแบบประเมินที่ครอบคลุมและตรงประเด็นกับการจัดการเรียนรู้

2. นำแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558) จำนวน 5 ฉบับ คือ แบบประเมินการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ประเภทการทดลอง ประเภทสิ่งประดิษฐ์ และประเภทสำรวจ แบบประเมินการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินโดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) เท่ากับ 0.93, 0.91, 0.90, 0.98 และ 0.93 ตามลำดับ มาดัดแปลงและปรับปรุง

3. สร้างแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง

ฉบับที่ 2 แบบประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์

ฉบับที่ 3 แบบประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสำรวจ

แบบประเมินฉบับที่ 1 - 3 นี้ ใช้ในการประเมินความสามารถในการกำหนดกรอบแนวคิด และวางแผนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ เข้าใจในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปและอภิปรายผล ซึ่งจะทำให้การประเมินทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม จากแบบประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ในการวัดแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring) ซึ่งมีระดับคุณภาพคะแนน 4 ระดับ

ฉบับที่ 4 แบบประเมินการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ใช้ในการประเมินความสามารถในการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ สถานที่ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลและสรุปผลข้อมูล ซึ่งทำการประเมินทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม จากแบบประเมินการดำเนินการทำโครงการ

วิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ในการวัดแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring) ซึ่งมีระดับคุณภาพคะแนน 4 ระดับ

ฉบับที่ 5 แบบประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ ใช้ในการประเมินการเขียนรายงาน นำเสนอผลงานด้วยวาจา และจัดแสดงนิทรรศการโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยการจัดแสดงข้อมูลและผลงานของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้น่าสนใจ พร้อมทั้งสามารถอธิบาย ตอบข้อซักถามให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และยอมรับฟังความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงพัฒนาต่อยอดโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำการประเมินเป็นรายกลุ่ม จากแบบประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์ในการวัดแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring) ซึ่งมีระดับคุณภาพคะแนน 4 ระดับ

4. หากคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 นำแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม พิจารณาด้านความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน การจัดทำเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ การดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับปัญหาของสภาพแวดล้อมใกล้ตัวของนักเรียน แล้วนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.2 นำแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นครูที่มีความชำนาญในการสอนมากกว่า 5 ปี และเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านโครงงานวิทยาศาสตร์และการวัดการประเมินผล (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก ก) ตรวจสอบประเมินด้านความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินการจัดทำเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ การดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยในการประเมินจะใช้แบบวัดดัชนีความสอดคล้องเป็นเกณฑ์การประเมิน และหากแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีข้อบกพร่องหรือข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น รายการประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์การให้คะแนนบางส่วนไม่สอดคล้องกัน จากนั้นให้ผู้วิจัยแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IC) เท่ากับ 0.67-1.00 มีค่าสูงกว่า 0.5 ถือว่าแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในการนำไปทดลองใช้

4.3 นำแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 26 คน ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาความเหมาะสมของแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยการประเมินผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างเรียน จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากผู้สังเกตทั้ง 2 ท่าน มาหาค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนน (ค่าสัมพัทธ์แบบเพียร์สัน, r_{xy}) มีค่าเท่ากับ 0.84

2.2.3 แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเอกสาร งานวิจัยเกี่ยวกับมันสำปะหลัง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และกระบวนการวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

2. สร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 1 ฉบับ ทั้งหมด 3 ข้อ มีลักษณะเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับมันสำปะหลัง และการกำหนดประเด็นการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมประเด็นด้านการคิดและเลือกหัวข้อเรื่อง การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งประเมินให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring)

3. หากคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 นำแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมพิจารณาความเหมาะสมของสถานการณ์ปัญหาและกำหนดประเด็นการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.2 นำแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นครูที่มีความชำนาญในการสอนมากกว่า 5 ปี และเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านโครงงานวิทยาศาสตร์ และด้านการวัดการประเมินผล (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก ง) โดยการตรวจสอบนั้นจะตรวจสอบความเหมาะสมของสถานการณ์ปัญหาและกำหนดประเด็นการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IC) พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00 มีค่าสูงกว่า 0.5 ถือว่าแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงาน

วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญต่อไป ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำเพิ่มเติม เช่น การปรับภาษาให้เข้าใจง่ายขึ้นสำหรับนักเรียน

3.3 นำแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการ

วิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาวิเคราะห์หาคุณภาพ โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ โรงเรียนตะคร้อพิทยา โรงเรียนไพศาลพิทยา และโรงเรียนท่าตะโกพิทยาคม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 150 คน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ทุกข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.23-0.84 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.21-0.61 (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก จ)

3.4 หาคุณภาพทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา

ของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.76 (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก จ) และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

2.2.4 แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

1. ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง เพื่อสร้างแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง ซึ่งผู้วิจัยสรุปองค์ประกอบของความรู้สึกรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง (Self - Esteem) โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านตนเอง 2) ด้านการเรียน 3) ด้านเพื่อนและครู และ 4) ด้านสังคม

2. การสร้างแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองโดยใช้การสร้างมาตราวัดแบบนัยจำแนก (Semantic Differential Scale หรือ SDS) ของออสกู๊ด (Osgood) ซึ่งเป็นมาตราวัดทางภาษาที่กำหนดคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้าม 2 คำและกำหนดระดับของการวัดออกเป็น 7 ระดับ คือ 3 2 1 0 -1 -2 และ -3 ตามลำดับ

3. สร้างแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองในแต่ละด้าน จำนวน 1 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ (60 ข้อย่อย) ประกอบด้วยองค์ประกอบด้านต่างๆ (ศักดิ์ สุนทรเสถียร. 2531: 68-75) ดังนี้

(1) ด้านประเมินค่า (Evaluation Factor) คือ เป็นคำคุณศัพท์ที่แสดงออกถึงทางด้านคุณค่า เช่น ดี/เลว ชื่อสัตย์/คดโกง ชอบ/เกลียด และมีคุณค่า/ไม่มีคุณค่า เป็นต้น

(2) ด้านศักยภาพ (Potential Factor) คือ เป็นคำคุณศัพท์ที่แสดงออกถึงกำลังอำนาจ เช่น แข็ง/อ่อน หนัก/เบา ใหญ่/เล็ก และแข็งแรง/อ่อนแอ เป็นต้น

(3) ด้านกิจกรรม (Activity Factor) คือ เป็นคำคุณศัพท์ที่แสดงออกของกริยาอาการ เช่น เร็ว/ช้า ว่องไว/เฉื่อยชา ร่าเริง/หงอยเหงา และร้อน/เย็น เป็นต้น

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบการเห็นคุณค่าในตนเองและพฤติกรรมที่ต้องการวัด
ปรากฏดังตาราง 7 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 7 องค์ประกอบการเห็นคุณค่าในตนเองและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

องค์ประกอบการ เห็นคุณค่าใน ตนเอง	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	จำนวน ข้อใหญ่ (ข้อ)	จำนวนข้อรายด้าน (ข้อ)		
			ด้าน กิจกรรม	ด้าน ศักยภาพ	ด้าน ประเมินค่า
1. ด้านตนเอง	1.1 เคารพหน้ากับปัญหาในการทำ โครงการ	5	1	1	1
	1.2 ความเชื่อมั่นในตนเอง		1	1	1
	1.3 ทักษะที่ดีต่อตนเอง		1	1	1
	1.4 งานที่ได้รับมอบหมาย		1	1	1
	1.5 บุคลิกภาพของตนเอง		1	1	1
2. ด้านการเรียน	2.1 การทำโครงการ	5	1	1	1
	2.2 การสืบค้นข้อมูลเพื่อค้นหา คำตอบในการแก้ปัญหา		1	1	1
	2.3 การสร้างสรรค์ผลงานด้วย ตนเอง		1	1	1
	2.4 ความรับผิดชอบในด้านการ เรียน		1	1	1
	2.5 การทำบทปฏิบัติการในชั้นเรียน		1	1	1
3. ด้านเพื่อนและ ครู	3.1 การทำงานกลุ่ม	5	1	1	1
	3.2 เพื่อนในชั้นเรียน		1	1	1
	3.3 การสอนของครูในชั้นเรียน		1	1	1
	3.4 เพื่อนในชั้นเรียน		1	1	1
	3.5 ความรู้สึกกับครูผู้สอน		1	1	1
4. ด้านสังคม	4.1 การนำเสนอผลงานต่อ สาธารณะ	5	1	1	1
	4.2 ครอบครัวยุคของนักเรียน		1	1	1
	4.3 การช่วยเหลือบุคคลอื่น		1	1	1
	4.4 โรงเรียน		1	1	1
	4.5 การประยุกต์ความรู้เพื่อนำมาใช้		1	1	1

โดยผู้วิจัยได้แปลผลแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองมีระดับคะแนนมาตรฐานวัดแบบนัย
จำแนกดังนี้

ระดับคะแนนมาตรฐานวัดแบบนัยจำแนกกำหนดคะแนน

3	เป็น 7 คะแนน
2	เป็น 6 คะแนน
1	เป็น 5 คะแนน
0	เป็น 4 คะแนน
-1	เป็น 3 คะแนน
-2	เป็น 2 คะแนน
-3	เป็น 1 คะแนน

มีเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลระดับคุณภาพ ดังนี้

คะแนนการแปลความหมาย

6.14-7.00	เห็นคุณค่าในตนเองมากที่สุด
5.27-6.13	เห็นคุณค่าในตนเองมาก
4.40-5.26	เห็นคุณค่าในตนเองค่อนข้างมาก
3.53-4.39	เห็นคุณค่าในตนเองปานกลาง/พอใช้
2.66-3.52	เห็นคุณค่าในตนเองค่อนข้างน้อย
1.79-2.65	เห็นคุณค่าในตนเองน้อย
0.92-1.78	เห็นคุณค่าในตนเองน้อยที่สุด

4. หากคุณภาพของแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน

ต่อไปนี้

4.1 นำแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลักและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ตรวจสอบความชัดเจนของภาษา และความถูกต้อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.2 นำแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นครูผู้ที่มีความชำนาญในการสอนมากกว่า 5 ปี และเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านวิทยาศาสตร์และการเห็นคุณค่าในตนเอง (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก จ) ตรวจสอบความ ถูกต้อง ความชัดเจนและความเหมาะสมของภาษา ทั้งนี้ ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น ใช้คำตรงข้ามที่มีความเหมาะสมและความหมายชัดเจนมากขึ้น แล้วนำมาหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IC) พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00 มีค่าสูง

กว่า 0.5 ถือว่าแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองอยู่ในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ และผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4.3 นำแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองที่ผ่านการปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ โรงเรียนตะคร้อพิทยา โรงเรียนไพศาลพิทยา และโรงเรียนท่าตะโกพิทยาคม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อวิเคราะห์หาอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองเป็นรายข้อ โดยใช้สัดส่วนร้อยละ 33 ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ด้วยการวิเคราะห์เป็นรายข้อแบบการทดสอบค่าที (t-test) แล้วคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป พบว่า อำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองผ่านเกณฑ์ทุกข้อ ซึ่งมีอำนาจจำแนก (t) อยู่ระหว่าง 2.06-8.63 (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก จ)

4.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองทั้งฉบับโดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.96 (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก จ) และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโคกเจริญวิทยา อำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จำนวน 3 ห้อง โดยแบ่งเป็นห้องเรียนสายวิทย์ – คณิต จำนวน 27 คน ห้องเรียนสายศิลป์ จำนวน 33 คน และห้องเรียนสังคม จำนวน 18 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 78 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนโคกเจริญวิทยา อำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน เป็นห้องวิทย์ - คณิต นักเรียน 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการ 32 ชั่วโมง คาบละ 50 นาที รวมระยะเวลา 16 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน)

แบบแผนงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ซึ่งใช้แบบแผนการวิจัย 2 แบบแผน คือ แบบแผนการวิจัยแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Group Repeated Measured Design) และ แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest Posttest Design) ปรากฏดังตาราง 8 และ 9

ตาราง 8 แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Group Repeated Measured Design)

กลุ่ม	ก่อน	ระหว่างทดลอง						หลัง
	ทดลอง							ทดลอง
		มารู้จักมัน สำปะหลัง กันเถอะ	ประเมิน ครั้งที่ 1	เพิ่มพูน ผลผลิตพืช มันสำปะหลัง	ประเมิน ครั้งที่ 2	มูลค่า ของมัน สำปะหลัง	ประเมิน ครั้งที่ 3	
N	-	X ₁	S ₁	X ₂	S ₂	X ₃	S ₃	-

ตาราง 9 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
(One-Group Pretest Posttest Design)

กลุ่มตัวอย่าง	ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบหลัง
N	M ₁	X ₄	M ₂ , S ₄

โดย N แทน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 X₁ X₂ X₃ X₄ แทน การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน
 M₁ แทน คะแนนการทดสอบก่อนเรียน ได้แก่ การเห็นคุณค่าในตนเอง
 M₂ แทน คะแนนการทดสอบหลังเรียน ได้แก่ การเห็นคุณค่าในตนเอง
 S₁ S₂ S₃ แทน การประเมินความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงาน
 วิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน
 S₄ แทน คะแนนการประเมินความสามารถในการทำโครงงาน
 วิทยาศาสตร์

ดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง ใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 คาบ (50 นาที) โดยนัดหมายนอกเวลาเรียน

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาทั้งสิ้นรวม 32 คาบ ซึ่งนักเรียนจะต้องสร้างสรรค์โครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการวิเคราะห์จากสถานการณ์ที่กำหนด และครูผู้สอนจะดำเนินการประเมินพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยจะประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่าง

4. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง ใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 คาบ (50 นาที) โดยนัดหมายนอกเวลาเรียน

5. นำผลคะแนนจากการตรวจผลการพัฒนาความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเอง แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- ร้อยละ
- หาค่าเฉลี่ย (Mean)
- ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

2. สถิติใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

- ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานในการวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนด้วยสถิติแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Way Analysis of Variance: Repeated Measures)

- ทดสอบสมมติฐานข้อ 2 ใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานในการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติการทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (t-test for One Sample)

- ทดสอบสมมติฐานข้อ 3 ใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานในการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนการเห็นคุณค่าในตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (t-test for Dependent Samples)

- ทดสอบสมมติฐานข้อ 4 ใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานในการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนการเห็นคุณค่าในตนเอง กับเกณฑ์ที่กำหนด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว (t-test for One Sample)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองในประเด็นต่างๆ ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 การเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานจำแนกเป็นรายกลุ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด

2.4 การเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด

2.5 การเปรียบเทียบการเห็นคุณค่าในตนเองก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

2.6 การเปรียบเทียบการเห็นคุณค่าในตนเองหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ การแปลความในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย (Mean)
S.D	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
F	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบปกติ (F-Distribution)
t_1	แทน	การทดสอบสถิติ t-test for One Sample
t_2	แทน	การทดสอบสถิติ t-test for Dependent Sample
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05
**	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significance)
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

จากการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ซึ่งได้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังภาพประกอบ 18 ประกอบด้วย 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอน

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อ ออกแบบและวางแผนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย โดยครูผู้สอนจะใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ของการวิจัยเข้าร่วมในแต่ละขั้นตอนระหว่างการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่หลากหลายและแปลกใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย และแนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย 4 แนวทาง มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย

1. เราความสนใจ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นความสนใจด้วยคำถาม โดยใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว เช่น ที่บ้าน โรงเรียน และชุมชนใกล้โรงเรียน สามารถชี้แนะในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม วิเคราะห์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และสนใจในประเด็นปัญหา

2. ทบทวนประสบการณ์ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นปัญหา รวมทั้งทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย ได้แก่ การกำหนดหัวข้อ การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการเขียนรายงานการวิจัย โดยใช้วิธีการตั้งถาม การยกตัวอย่างสถานการณ์ การทำแบบฝึก และให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

3. ระบุปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ดำเนินการจัดกิจกรรม และตั้งประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง นักเรียนทำหน้าที่ค้นหาคำตอบ วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ เลือกปัญหาที่จะทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อกำหนดเป็นหัวข้อที่สนใจในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการตั้งคำถาม หรือสร้างสถานการณ์

4. คัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่ดำเนินการจัดกิจกรรม ให้นักเรียนออกแบบวางแผนการปฏิบัติจริง และดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลตามที่วางแผนไว้ โดยใช้วิธีการแนะนำแหล่งข้อมูลต่างๆ จากอินเทอร์เน็ต หรือ เอกสารต่างๆ เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่นักเรียนสนใจ

5. ออกแบบเค้าโครง หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนทำหน้าที่คอยช่วยชี้แนะให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวก นักเรียนทำหน้าที่ลงมือปฏิบัติออกแบบเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย

6. นำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนและเพื่อนร่วมกันอภิปราย เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องของเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงสำหรับการลงมือปฏิบัติการทำโครงการวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้จะใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วมในแต่ละขั้นตอน ระหว่างการเรียนการสอน ประกอบด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย 4 แนวทาง

1) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนนำผลวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่สอนจากหน่วยงานต่างๆ มาประกอบการเรียนการสอน ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า อย่างหลากหลายและทันสมัย ซึ่งครูผู้สอนจะใช้ผลวิจัยเข้าร่วมในชั้นระบปัญหา

2) การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้น ให้นักเรียนสนใจ ใฝ่รู้ เกิดข้อสงสัย อยากรู้ยากแสวงหาคำตอบ สืบค้นข้อมูลและศึกษางานวิจัยจาก หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียนด้วยตนเอง ซึ่งครูผู้สอนจะแนะนำแหล่งข้อมูลในการสืบ เสาหาความรู้ในขั้นคัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา

3) การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนใช้ กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน อาจจะเป็นบางขั้นตอน หรือครบทุกขั้นตอน ซึ่งครูผู้สอนจะ สอดแทรกกระบวนการวิจัยในทุกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

4) การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้ นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ลงมือปฏิบัติเอง โดยอาศัยกระบวนการวิจัย ซึ่ง ครูผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

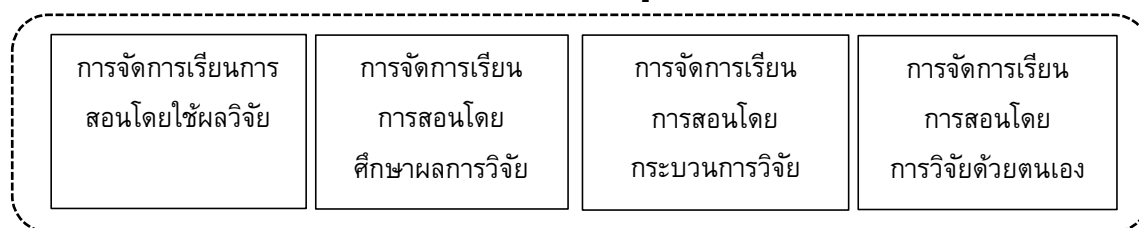
ระยะที่ 2 การปฏิบัติการทำโครงการ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียน ลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล และสรุปผล โดยครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยติดตาม นักเรียนอย่างใกล้ชิด

ระยะที่ 3 การนำเสนอผลงาน หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนจัดนิทรรศการ เพื่อเผยแพร่ผลงานหรือชิ้นงาน โดยมีครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นประเมิน แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาต่อยอดการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

เมื่อนำขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนไปตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น แผนภาพขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ยังไม่เหมาะสมและเข้าใจยาก และถ้าต้องการผลงานโครงการของนักเรียน เวลาในการจัดการเรียนรู้อาจไม่เพียงพอในการลงมือปฏิบัติโครงการวิทยาศาสตร์ รวมถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวไว้เพียงเตรียมสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งบทบาทในการอำนวยความสะดวกเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้มากกว่าการเตรียมสื่อการเรียนการสอน



แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย



หมายเหตุ √ การย้อนกลับของกระบวนการ ↗ แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วมกับระยะที่ 1

ภาพประกอบ 18 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

**ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำ
โครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเอง ในประเด็นต่างๆ ดังนี้**

2.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของ
โครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็น
ฐาน ทั้งภาพรวมและรายด้าน ปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์
ระหว่างเรียนทั้งภาพรวมและรายด้าน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงาน
และวิจัยเป็นฐาน

ความสามารถใน การเขียนเค้าโครง ของโครงงาน วิทยาศาสตร์	k	พัฒนาการ ครั้งที่ 1		พัฒนาการ ครั้งที่ 2		พัฒนาการ ครั้งที่ 3		การเปรียบเทียบพัฒนาการ ความสามารถในการเขียนเค้าโครงของ โครงงานวิทยาศาสตร์		
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	F	p	คู่ที่แตกต่าง
1. ชื่อเรื่อง	3	0.63	0.26	1.83	0.60	2.13	0.66	61.45**	.00	(1,2)**(1,3)**
2. ที่มาและ ความสำคัญ	3	1.02	0.32	1.07	0.33	1.26	0.42	4.07*	.02	(1,3)* (2,3)*
3. จุดมุ่งหมาย	3	1.48	0.49	1.72	0.45	2.33	0.62	25.18**	.00	(1,2)** (1,3)**(2,3)**
4. สมมติฐาน	3	1.56	0.67	1.98	0.75	2.67	0.52	27.81**	.00	(1,2)** (1,3)**(2,3)**
5. ตัวแปรที่ศึกษา	3	1.65	0.68	2.26	0.80	2.37	0.67	10.80**	.00	(1,2)**(1,3)**
6. การศึกษา เอกสาร	3	1.41	0.44	1.33	0.46	2.22	0.61	25.88**	.00	(1,3)* (2,3)*
7. นิยามเชิง ปฏิบัติการ	3	0.28	0.47	1.00	0.28	0.83	0.44	28.91**	.00	(1,2)** (1,3)**
8. วัสดุ อุปกรณ์ ที่ ใช้ในการทดลอง	3	1.02	0.10	0.94	0.25	1.20	0.47	5.14*	.02	(2,3)*
9. วิธีดำเนินการ ทดลอง	3	1.33	0.46	1.67	0.55	2.11	0.32	16.95**	.00	(1,2)** (1,3)** (2,3)**
10. ตารางบันทึก ผลการทดลอง	3	1.33	0.42	1.63	0.80	1.85	0.46	6.95**	.00	(1,3)**
ภาพรวม	30	11.70	1.83	15.44	1.90	18.98	1.86	187.01**	.00	(1,2)**(1,3)**(2,3)**

**p <.01, *p <.05

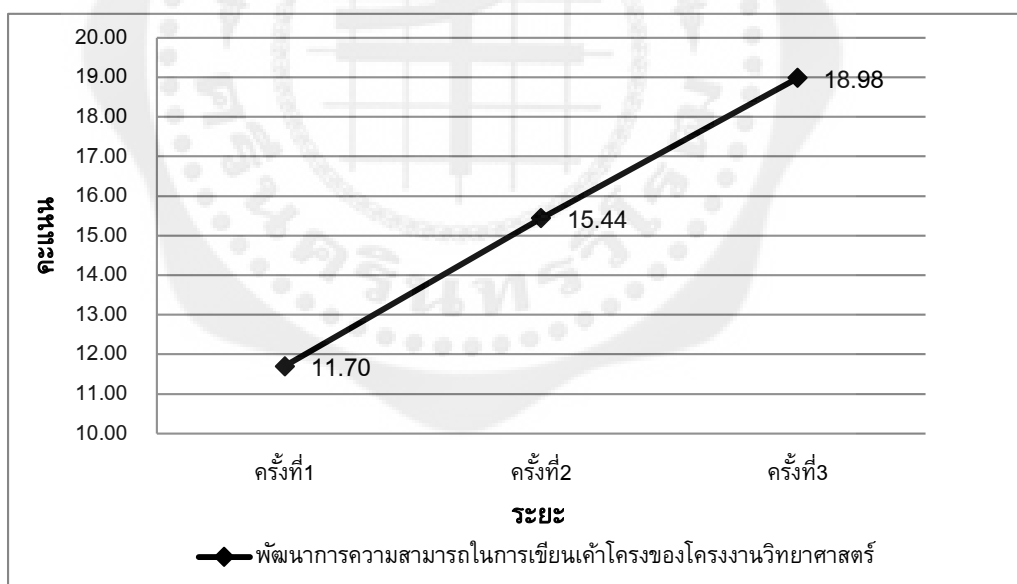
หมายเหตุ: F แสดงการทดสอบสถิติ Repeated Measures ANOVA

เปรียบเทียบแต่ละคู่โดยใช้วิธีการทดสอบ Least Significant Difference (LSD)

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานในภาพรวม กล่าวคือ มีความแตกต่างกันในคู่ 1,2 1,3 2,3 โดยคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการระหว่างเรียนในครั้งที่ 3 สูงกว่าครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

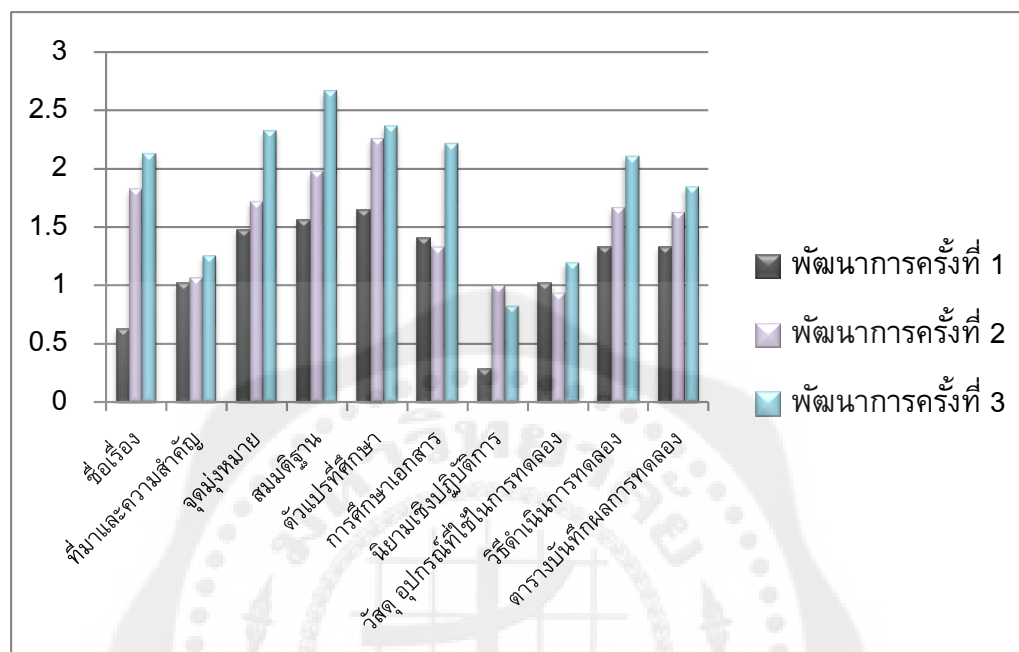
เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านข้อเรื่อง ด้านที่มาและความสำคัญ ด้านจุดมุ่งหมาย ด้านสมมติฐาน ด้านตัวแปรที่ศึกษา ด้านวิธีดำเนินการทดลอง และด้านตารางบันทึกผลการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการระหว่างเรียนในครั้งที่ 3 สูงกว่าครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ส่วนด้านการศึกษาเอกสาร ด้านนิยมเชิงปฏิบัติการ และด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ไม่มีพัฒนาการระหว่างเรียน

ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนในภาพรวม สามารถนำมาเขียนกราฟเส้นแสดงดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 พัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนในภาพรวม

ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานที่ส่งผลต่อความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนในรายด้าน สามารถนำมาเขียนกราฟแท่งแสดงดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 พัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนในรายด้าน

2.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการ
วิทยาศาสตร์หลังเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้น
โครงงานและวิจัยเป็นฐาน (ร้อยละ 60)

ความสามารถในการ เขียนเค้าโครงของ โครงงานวิทยาศาสตร์	n	k	เกณฑ์ที่ กำหนด (ร้อยละ 60)	$\bar{X}$	S.D.	t_1	p
1. ชื่อเรื่อง	27	3	1.8	2.13	0.66	2.60**	.01
2. ที่มาและความสำคัญ	27	3	1.8	1.26	0.42	-6.61**	.00
3. จุดมุ่งหมาย	27	3	1.8	2.33	0.62	4.47**	.00
4. สมมติฐาน	27	3	1.8	2.67	0.52	8.68**	.00
5. ตัวแปรที่ศึกษา	27	3	1.8	2.37	0.67	4.40**	.00
6. การศึกษาเอกสาร	27	3	1.8	2.22	0.61	3.60**	.00
7. นิยามเชิงปฏิบัติการ	27	3	1.8	0.83	0.44	-11.45**	.00
8. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ในการทดลอง	27	3	1.8	1.20	0.47	-6.66*	.00
9. วิธีดำเนินการทดลอง	27	3	1.8	2.11	0.32	5.05**	.00
10. ตารางบันทึกผลการ ทดลอง	27	3	1.8	1.85	0.46	0.59	.28
ภาพรวม	27	30	18	18.98	1.86	2.75*	.01

**p < .01, *p < .05

หมายเหตุ: t, แสดงการทดสอบสถิติ t-test for One Sample

จากตาราง 11 พบว่า ในภาพรวมคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านชื่อเรื่อง และด้านตารางบันทึกผลการทดลอง มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนด้านจุดมุ่งหมาย ด้านสมมติฐาน ด้านตัวแปรที่ศึกษา ด้านการศึกษาเอกสาร และด้านวิธีดำเนินการทดลอง มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และด้านที่มาและความสำคัญ ด้านนิยามเชิงปฏิบัติการ และด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มีคะแนนไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานจำแนกเป็นรายกลุ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) ปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกเป็นรายกลุ่มกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

ชื่อโครงการ วิทยาศาสตร์	คะแนนความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์										
	ด้านกระบวนการทำโครงการ วิทยาศาสตร์				ด้านผลงาน โครงการ วิทยาศาสตร์		$\bar{X}_T$	$\bar{X}_T\%$	S.D	t_1	p
	การจัดทำเค้า โครงฯ		การ ดำเนินการ		วิทยาศาสตร์						
	$\bar{X}_1$	$\bar{X}\%$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}\%$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}\%$					
1. ถ่านจากเหง้า มันสำปะหลัง	2.33	58.25	2.33	58.25	2.42	60.50	2.36	59.00	0.66	-0.25	.41
2. มันปี้มันทราย	2.94	73.50	3.83	95.75	3.00	75.00	3.11	77.75	0.81	3.70**	.00
3. ถ่านหอม อเนกประสงค์	2.72	68.00	2.83	70.75	2.75	68.75	2.75	68.75	0.67	2.22*	.04
4. กระถางย่อย สลาย	2.33	58.25	2.17	54.25	2.42	60.50	2.33	58.25	0.64	-0.44	.34
ภาพรวม	2.58	64.50	2.79	69.75	2.65	66.25	2.64	66.00	0.76	2.68**	.00

**p < .01, *p < .05

หมายเหตุ: t_t แสดงการทดสอบสถิติ t-test for One Sample

จากตาราง 12 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานจำแนกเป็นรายกลุ่มในภาพรวมเท่ากับ 2.64 คิดเป็นร้อยละ 66.00 ซึ่งอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การจัดทำเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.58 คิดเป็นร้อยละ 64.50 และการดำเนินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.79 คิดเป็นร้อยละ 69.75 และ ด้านผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 คิดเป็นร้อยละ 66.25 ซึ่งอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อพิจารณารายกลุ่ม พบว่า กลุ่มมันปื้มมันทรายและกลุ่มถ่านหอมอเนกประสงค์ มีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 และ 2.75 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 77.75 และ 68.75 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มถ่านจากเหง้ามันสำปะหลังและกลุ่มกระถางย่อยสลาย มีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.36 และ 2.33 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 59.00 และ 58.25 ตามลำดับ

2.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) ปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

การประเมิน	n	k (คะแนนเต็ม)	เกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)	$\bar{X}$	S.D.	t_1	p
1. ด้านกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	27	48	28.80	31.76	4.36	3.52**	.00
2. ด้านผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์	27	24	14.40	15.93	1.50	5.27**	.00
ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	27	72	43.20	47.69	5.87	3.97**	.00

**p < .01

หมายเหตุ: t_1 แสดงการทดสอบสถิติ t-test for One Sample

จากตาราง 13 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานทั้งภาพรวมและรายด้านหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเห็นคุณค่าในตนเองก่อนและหลังเรียนทั้งภาพรวม และรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ปากฎตั้งตาราง 14

ตาราง 14 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

การเห็นคุณค่าในตนเอง	จำนวน ข้อ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t_2	p
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
1. ด้านตนเอง	5	5.37	0.22	5.69	0.30	3.61**	.00
2. ด้านการเรียน	5	5.26	0.48	5.79	0.38	6.12**	.00
3. ด้านเพื่อนและครู	5	5.67	0.43	6.14	0.28	8.15**	.00
4. ด้านสังคม	5	5.63	0.63	6.06	0.44	5.19**	.00
ภาพรวม	20	5.48	0.48	5.92	0.39	10.89**	.00

**p < .01

หมายเหตุ:

t_2 แสดงการทดสอบสถิติ t-test for Dependent Sample

จากตาราง 14 พบว่า คะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองทั้งภาพรวมและรายด้าน คือ ด้านตนเอง ด้านการเรียน ด้านเพื่อนและครู และด้านสังคม หลังเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเห็นคุณค่าในตนเองหลังเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก = 5.27) ปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก = 5.27)

การเห็นคุณค่าในตนเอง	n	$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย	t_1	p
1. ด้านตนเอง	27	5.69	0.30	เห็นคุณค่าในตนเองมาก	5.41**	.00
2. ด้านการเรียน	27	5.79	0.38	เห็นคุณค่าในตนเองมาก	5.39**	.00
3. ด้านเพื่อนและครู	27	6.14	0.28	เห็นคุณค่าในตนเองมากที่สุด	12.13**	.00
4. ด้านสังคม	27	6.06	0.44	เห็นคุณค่าในตนเองมาก	6.96**	.00
ภาพรวม	27	5.92	0.39	เห็นคุณค่าในตนเองมาก	12.85**	.00

**p < .01

หมายเหตุ: t_1 แสดงการทดสอบสถิติ t-test for One Sample

จากตาราง 15 พบว่า คะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองทั้งภาพรวมและรายด้านสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก = 5.27) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อย คือ ด้านเพื่อนและครู ($\bar{X}$ = 6.14) ด้านสังคม ($\bar{X}$ = 6.06) ด้านการเรียน ($\bar{X}$ = 5.79) และด้านตนเอง ($\bar{X}$ = 5.69) ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ 2) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนการเห็นคุณค่าในตนเอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน หลังเรียนมีการเห็นคุณค่าในตนเองอยู่ในระดับมาก

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One-Group Repeated Measured Design) และ แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนโคกเจริญวิทยา ตำบลโคกเจริญ อำเภอโคกเจริญ จังหวัดลพบุรี จำนวน 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ใช้ระยะเวลาทดลองจำนวน 32 คาบๆ ละ 50 นาที (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเอง ได้แก่

1. จัดทำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ซึ่งผ่านผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบแล้ว ค่าดัชนีความสอดคล้องของสภาพปัญหา หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บทบาทครูและบทบาทนักเรียนของการจัดการเรียนรู้ อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ซึ่งผ่านผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบแล้ว ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ เนื้อหา ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินผล อยู่ระหว่าง 0.67-1.00

3. แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 สถานการณ์ (สถานการณ์ละ 10 ข้อย่อย) ที่มีลักษณะแบบอัตนัย ซึ่งคำถามจะครอบคลุมองค์ประกอบในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 10 ด้าน ดังนี้ ชื่อเรื่อง ที่มาและความสำคัญ จุดมุ่งหมาย สมมติฐาน ตัวแปรที่ศึกษา การศึกษาเอกสาร นิยามเชิงปฏิบัติการ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง วิธีการดำเนินการทดลอง และตารางบันทึกผลการทดลอง มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.23-0.84 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.21-0.61 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.76

4. แบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยการใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubrics Scoring) ซึ่งจะวัดประเมิน 2 ด้าน คือ 1) กระบวนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และ 2) ผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งผ่านผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบแล้ว พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนสัมพันธ์กันคือค่า r_{xy} เท่ากับ 0.84

5. แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง จำนวน 20 ข้อใหญ่ (60 ข้อย่อย) โดยใช้การสร้างมาตราวัดแบบนัยจำแนก (Semantic Differential Scale หรือ SDS) ของออสกู๊ด (Osgood) ซึ่งเป็นมาตราวัดทางภาษาที่กำหนดคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้ามจำนวน 2 คำ และกำหนดระดับของการวัดออกเป็น 7 ระดับ คือ 3 2 1 0 -1 -2 และ -3 ตามลำดับ มีอำนาจจำแนก (t) อยู่ระหว่าง 2.06 - 8.63 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

สถิติพื้นฐานที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ 1) สถิติ Repeated Measures ANOVA เพื่อประเมินผลพัฒนาความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน 2) สถิติ t-test for Dependent Sample เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเอง ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน 3) สถิติ t-test for One Sample เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเอง หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานกับเกณฑ์ที่กำหนด

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

ผลจากการจัดทำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ซึ่งตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.67-1.00 มีค่าสูงกว่า 0.5 ถือว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ระยะ มีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย และแนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย 4 แนวทาง มีรายละเอียดดังนี้
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย

1. ได้รับความสนใจ หมายถึง กระตุ้นความสนใจด้วยคำถาม โดยใช้ประเด็นปัญหาจากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว

2. ทบทวนประสบการณ์ หมายถึง ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับประเด็นปัญหา รวมทั้งทบทวนวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย

3. ระบุปัญหา หมายถึง ตั้งประเด็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตจริง

4. คัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ออกแบบวางแผนการปฏิบัติจริง และดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลตามที่วางแผนไว้

5. ออกแบบเค้าโครง หมายถึง ลงมือปฏิบัติออกแบบเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการวิจัย

6. นำเสนอ หมายถึง ตรวจสอบความถูกต้องของเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงสำหรับการลงมือปฏิบัติการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้จะใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วมในแต่ละขั้นตอนระหว่างการเรียนรู้การสอน ประกอบด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัย 4 แนวทาง

1) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย หมายถึง การนำผลวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่สอนจากหน่วยงานต่างๆ มาประกอบการเรียนการสอน ซึ่งครูผู้สอนจะใช้ผลวิจัยเข้าร่วมในชั้นระบุปัญหา

2) การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย หมายถึง การสืบค้นข้อมูลและศึกษางานวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาระที่เรียนด้วยตนเอง ซึ่งครูผู้สอนจะแนะนำแหล่งข้อมูลในการสืบเสาะหาความรู้ในขั้นคัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา

3) การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย หมายถึง การใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน ซึ่งครูผู้สอนจะสอดแทรกกระบวนการวิจัยในทุกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

4) การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง หมายถึง ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ลงมือปฏิบัติเอง โดยอาศัยกระบวนการวิจัย ซึ่งครูผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ระยะที่ 2 การปฏิบัติการทำโครงการ หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล และสรุปผล โดยครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยติดตามนักเรียนอย่างใกล้ชิด

ระยะที่ 3 การนำเสนอผลงาน หมายถึง ขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนจัดนิทรรศการ เพื่อเผยแพร่ผลงานหรือชิ้นงาน โดยมีครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นประเมิน แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงหรือพัฒนาต่อยอดการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต่อไป

2. ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงการและวิจัยเป็นฐาน พบว่า

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงการและวิจัยเป็นฐาน ในภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน กล่าวคือมีความแตกต่างกันในคู่ 1,2 1,3 2,3 โดยคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการระหว่างเรียนในครั้งที่ 3 สูงกว่าครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านชื่อเรื่อง ด้านที่มาและความสำคัญ ด้านจุดมุ่งหมาย ด้านสมมติฐาน ด้านตัวแปรที่ศึกษา ด้านวิธีดำเนินการทดลอง และด้านตารางบันทึกผลการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการระหว่างเรียนในครั้งที่ 3 สูงกว่าครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ส่วนด้านการศึกษาเอกสาร ด้านนิยามเชิงปฏิบัติการ และด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ไม่มีพัฒนาการระหว่างเรียน

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงการและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและรายด้านสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองทั้งภาพรวมและรายด้าน คือด้านตนเอง ด้านการเรียน ด้านเพื่อนและครู และด้านสังคม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองทั้งภาพรวมและรายด้านสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก = 5.27 จากมาตราวัด 7 ระดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน สามารถอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 2 ประเด็น คือ ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน และ ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

จากการศึกษาหลักการ แนวคิด และทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน พบว่าในปัจจุบันการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องยาก นักเรียนไม่มีความรู้หรือทักษะในการตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหา ขาดทักษะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และขาดการวางแผนอย่างเป็นระบบ (พิเชษฐ ไชยวรรณ. 2543: 70; ศศิโสภาคีธรรมมา. 2534: 103) นอกจากนี้การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่มีความแปลกใหม่ แลแก้ปัญหาเดิมซ้ำๆ จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน เพื่อใช้ผลวิจัยเป็นแนวทางให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาตามสภาพแวดล้อมใกล้ตัว สามารถวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ และนำไปผ่านผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบคุณภาพของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนี้เมื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ได้แก่ องค์ประกอบด้านหลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ บทบาทครูและบทบาทนักเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยมีการดำเนินการและสร้างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เริ่มจากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนศึกษาและสำรวจสภาพปัญหาเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานความต้องการจำเป็นของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีของโอลิวา (สูนีย์ เหมาะประสิทธิ์. 2537: 53-55 อ้างอิงจาก Oliva, Peter F. 1992. Developing the Curriculum. Unpaged) ที่กล่าวว่า การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและสภาพปัญหาของนักเรียน

และชุมชน เป็นเป้าหมายในการกำหนดจุดประสงค์ของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงกับความต้องการของนักเรียน จากนั้นนำข้อมูลมาออกแบบและพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามความสนใจของนักเรียน ทำให้หลักสูตรมีองค์ประกอบครบถ้วน สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ ทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้พัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากการตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาตามสภาพแวดล้อมใกล้ตัว และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลพื้นฐานจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด ฯลฯ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วม ทำให้นักเรียนมีแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงานหรือโครงงานวิทยาศาสตร์ได้แปลกใหม่ สอดคล้องกับแนวความคิดของ จอห์น ดิวอี้ (Krajcik; & Blumenfeld. n.d: unpagged; อ้างอิงมาจาก Bransford, Brown; & Cocking. 1999. *How people learn: Brain, mind, experience, and school.* unpagged) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่านักเรียนจะพัฒนาการเรียนรู้ได้ ต้องมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพจริงผ่านกระบวนการสืบเสาะ

ประเด็นที่ 2 ผลของการใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน สามารถอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

2.1 พัฒนาการความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานในภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนกล่าวคือ มีความแตกต่างกันในคู่ 1,2 1,3 และ 2,3 โดยคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการระหว่างเรียนในครั้งที่ 3 สูงกว่าครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจาก ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ได้ฝึกให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ลงมือปฏิบัติ วางแผนออกแบบการทดลอง และนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วม เพื่อเป็นแนวทางและตัวอย่างในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การสืบค้นแหล่งข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตามขั้นคือ ระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ มี 6 ขั้นตอนย่อย คือ 1.1) ได้รับความสนใจ 1.2) ทบทวนประสบการณ์ 1.3) ระบุปัญหา 1.4) คัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา 1.5) ออกแบบเค้าโครง 1.6) นำเสนอ (แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วม 4 แนวทาง) ระยะที่ 2 การปฏิบัติการทำโครงงาน และ ระยะที่ 3 การนำเสนอผลงาน อีกทั้งยังฝึกให้

นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม แสดงความคิดเห็น และกล้าแสดงออกในการนำเสนอผลงานของตนเอง รวมถึงให้ชุมชนเป็นแหล่งการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนทราบถึงสาเหตุ และปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพจริง สอดคล้องกับทฤษฎีสมรรถนิยม (เวินา ประชากุลและประสาธ เนืองเฉลิม. 2554: 64-80) ที่กล่าวว่า นักเรียนจะเกิดความสนใจในการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้มากขึ้นจากปัญหาที่พบหรือสถานการณ์จากสภาพแวดล้อมใกล้ตัว ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติตามสภาพจริง ทำให้นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนความรู้ และความคิด ส่งผลให้เกิดความรู้ใหม่ขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของยุพาพันธ์ มินวงษ์ (2558: 151-152) ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลวิจัยพบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิสสุตา บุญแฝง (2560: 65-66) ซึ่งได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่ส่งผลต่อ ความรู้พื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลวิจัยพบว่านักเรียนมีพัฒนาการความรู้พื้นฐานและพัฒนาการการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (จากการสืบค้นข้อมูลทั้งในประเทศและต่างประเทศตั้งแต่ปี ค.ศ 2007 ถึง ค.ศ 2017 ผู้วิจัยยังไม่พบข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาเพิ่มเติม)

แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โครงการและวิจัยเป็นฐานในรายด้านพบว่าด้านชื่อเรื่อง ด้านที่มาและความสำคัญ ด้านจุดมุ่งหมาย ด้านสมมติฐาน ด้านตัวแปรที่ศึกษาด้านวิธีดำเนินการทดลอง และด้านตารางบันทึกผลการทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการระหว่างเรียนในครั้งที่ 3 สูงกว่าครั้งที่ 2 และครั้งที่ 1 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ส่วนด้านการศึกษาเอกสาร ด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และด้านนิยามเชิงปฏิบัติการไม่มีพัฒนาการระหว่างเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสืบค้นข้อมูลเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน เนื่องจากไม่มีคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเพียงพอต่อการค้นหาข้อมูลสนับสนุน รวมทั้งนักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์และไม่มีความละเอียดรอบคอบในการระบุปริมาณและการใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิเชษฐ์ไชยวรรณ (2543: 70) ที่ได้ศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหาการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ของครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ผลวิจัยพบว่า นักเรียนยังขาดการวิเคราะห์ การอภิปราย การคิด การปฏิบัติ และขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งขาดสถานที่และเอกสารการค้นคว้าหาความรู้ ขาดการระบุปริมาณและ

การใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิโสภา ศรีธรรมมา (2534: 103) ที่ได้ศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหา การจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของครูที่ปรึกษาโครงงาน วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม ผลวิจัยพบว่า นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ ขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขาดทักษะการใช้และระบุปริมาณเครื่องมือใน การทดลอง และไม่มีความละเอียดรอบคอบในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2.2 ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่ กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ฝึกให้นักเรียน เข้าใจในขั้นตอนการทำโครงงานและมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งระวี สุขแย้ม (2551: 76) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 (จากการสืบค้นข้อมูลทั้งในประเทศและต่างประเทศตั้งแต่ปี ค.ศ 2007 ถึง ค.ศ 2017 ผู้วิจัยยังไม่พบข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในระดับ มัธยมศึกษาเพิ่มเติม) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร บุญรอด (2553: 72) ซึ่งได้ศึกษาผล การใช้ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของ พืชและสัตว์ในท้องถิ่นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนตั้งใจวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 33 ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 93.54 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อีกทั้งนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ย ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จำแนกเป็นรายกลุ่มในภาพรวมและรายด้าน ผ่าน เกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากการทำโครงงาน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้มาจากการกำหนดสถานการณ์ในการทำโครงงานเกี่ยวกับการ แก้ไขปัญหามันสำปะหลัง โดยนักเรียนจะแบ่งกลุ่มการทำโครงงานเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่ม มันป๊อบ มันทรายและกลุ่มถ่านหอมอเนกประสงค์ มีคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 77.75 และ 68.75 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มถ่านจากเห้ง้ามันสำปะหลังและกลุ่มกระถางย่อยสลาย มีคะแนน ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 59.00 และ 58.25 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า กลุ่มมันป๊อบมันทราย มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำ โครงงานวิทยาศาสตร์สูงที่สุด เนื่องด้วยนักเรียนมีการวางแผนการทำงานและแก้ปัญหาอย่างเป็น

ระบบภายในกลุ่ม มีความชัดเจนของจุดมุ่งหมายและการตั้งสมมติฐาน มีการระบุรายละเอียดปริมาณวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ออกแบบขั้นตอนการทดลอง และการนำเสนอผลงานได้เป็นอย่างดี และรองลงมา คือ กลุ่มถ่านหอมเนกประสงค์ กลุ่มถ่านจากเหง้ามันสำปะหลัง และกลุ่มกระถางย่อยสลาย ตามลำดับ ทั้งนี้ในภาพรวมอาจเป็นเพราะการคิดและเลือกหัวข้อโครงงานบางเรื่องยังขาดความน่าสนใจและแปลกใหม่ ขาดการระบุปริมาณวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ขาดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทำโครงงาน และไม่มีความละเอียดรอบคอบในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2.3 การเห็นคุณค่าในตนเอง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองทั้งภาพรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ และยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น สอดคล้องกับทฤษฎีของคูเปอร์สมิธ (ดวงกมล ทองอยู่. 2557: 179-190; อ้างอิงจาก Coopersmith. 1981. *SEI: Self Esteem Inventories*. unpaged) ที่กล่าวว่าลักษณะพฤติกรรมในการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนต้องมีความกระตือรือร้น เชื่อมั่นในตนเอง มองโลกในแง่ดี คิดในด้านบวก เคารพตนเอง มีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น รวมทั้งสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อบุคคลและสิ่งแวดล้อม กล้าคิดกล้าทำ กล้าเผชิญปัญหา และถือว่าปัญหาเป็นเรื่องที่ท้าทาย ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตยา เพ็ญไพบุลย์ และไพทยา มีสัตย์ (2559: 887-888) ที่ได้พัฒนาการเรียนรู้อาชีพฟิสิกส์โดยใช้โครงงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก ผลวิจัยพบว่า การเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการทำงานกลุ่ม การประเมินตนเอง และสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ และผู้วิจัยได้อภิปรายว่าทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ วางแผนการศึกษา ออกแบบการทดลองหรือวิธีการทดลอง ลงมือทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานตลอดจนสรุปผลการศึกษได้ด้วยตนเอง ซึ่งกระบวนการดังกล่าว นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาตนเองในด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น การยอมรับฟังความคิดเห็นและมีความรับผิดชอบ มีความละเอียดรอบคอบในการทำงาน สร้างความเชื่อมั่น และความมั่นใจในตนเอง

อีกทั้ง การจัดการเรียนรู้ได้ฝึกให้นักเรียนมีการคิดวางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ กล้าแสดงความคิดเห็น เรียนรู้การทำงานด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติ ร่วมมือกันทำงานกลุ่ม และนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเอง ใน

ภาพรวมและรายด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วัฒนา มัคคสนัน (2539: 121) ที่ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการสอนแบบโครงการ (โครงการ) เพื่อเสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเองของเด็กวัยอนุบาล ผลวิจัยพบว่านักเรียนมีการเห็นคุณค่าในตนเองสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นภาพร ด่านแก้ว (2559: 101) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนการเห็นคุณค่าในตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และอยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (จากการสืบค้นข้อมูลทั้งในประเทศและต่างประเทศตั้งแต่ปี ค.ศ 2007 ถึง ค.ศ 2017 ผู้วิจัยยังไม่พบข้อมูลงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยโครงการ ที่ส่งผลต่อการเห็นคุณค่าในตนเองระดับมัธยมศึกษาเพิ่มเติม)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงการและวิจัยเป็นฐาน ควรเลือกงานวิจัยเกี่ยวกับมันสำปะหลังให้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมใกล้ตัวของนักเรียน สำหรับเป็นแนวทางและตัวอย่างในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงการและวิจัยเป็นฐาน มีข้อจำกัดของเวลา เนื่องจากการจัดการเรียนการสอน มีกิจกรรมการทดลองซึ่งต้องใช้เวลาในการลงมือปฏิบัติ และนำเสนอผลงาน ดังนั้นครูผู้สอนควรวางแผนออกแบบ ในสร้างเป็นรายวิชาเพิ่มเติม 2 หน่วยกิตหรือเป็นรายวิชาพื้นฐาน 3 หน่วยกิต เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการคิดวิเคราะห์ วางแผน และเรียนรู้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น

1.3 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงการและวิจัยเป็นฐาน ครูผู้สอนควรมีความชำนาญเกี่ยวกับกระบวนการวิทยาศาสตร์ กระบวนการวิจัย และควรทดสอบความรู้และปูพื้นฐานของนักเรียนก่อนเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้การทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

1.4 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ต้องได้รับความร่วมมือจาก ผู้อำนวยการ ครูภายในโรงเรียน ผู้ปกครองและชุมชนใกล้เคียงของนักเรียน ในการจัดการเรียน การสอน เพื่ออำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่นักเรียน เกี่ยวกับข้อมูลและความรู้ สภาพปัญหาในท้องถิ่น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาเนื้อหาในการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นนั้นๆ เพื่อให้ เกิดประโยชน์กับนักเรียนและชุมชน เช่น ข้าว ข้าวโพด หรืออ้อย เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐานในตัวแปร อื่นๆ เช่น ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีวินัยในตนเอง และทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม (Innovative Thinking Skill)





บรรณานุกรม

- กานต์วี ใจงาม. (2545). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การผลิตแก๊สโซลล์จากพืชในท้องถิ่น*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กฤษณีย์ ปิตุรัตน์. (2548). *ผลของการใช้ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2551). *คู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรมันสำปะหลัง*. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร.
- กลุ่มงานกิจการพิเศษ; สำนักนโยบายและแผน; และสำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย. (2560). *ข้อมูลนโยบายด้านการเกษตร ปี 2560*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2559: จาก http://www.mukdahan.go.th/muk_download/pdf/428.pdf
- กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ; สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน; และกรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป). *มันสำปะหลัง*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2559: จาก <http://www.idd.go.th>
- โฆษิต พรประเสริฐ. (2546). *การสร้างแบบวัดความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเองสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- จรัสพร ส่งอุปบล. (2553). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จริยา สมาคม. (2552). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากการเรียนจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

- จิตติพงศ์ ปะภิระเนย์. (2552). *การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดย
ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนปกติ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตร
และการสอน). สกลนคร: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. ถ่ายเอกสาร.
- เฉลิมพล สวัสดิ์พงษ์. (2551). *การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศเพื่อสร้าง
เสริมการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์
กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชนะศึก โพธิ์นอก. (2554). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดกิจกรรมการ
เรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ชุตินันท์ มีมุข. (2552). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลาย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติ
การศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพล ไช้แสงศรี และคณะ. (2553, กันยายน-ธันวาคม). การพัฒนาถอดโพมจากแป้งมันสำปะหลัง
ในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสด. *ว.วิทยาศาสตร์เกษตร*. 41(3/1 พิเศษ): 669-672.
- ดวงกมล ทองอยู่. (2557, กรกฎาคม-ธันวาคม). แนวทางการพัฒนาการเห็นคุณค่าในตนเองของ
วัยรุ่นตามทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตน. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์*. 4(2):
179-190
- ทวีพร จันทรักษ์. (2554). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง ความเข้มเสียงและทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้
โดยใช้วิจัยเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น:
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ทิสนา แคมมณี. (2548). *การจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของ
กระบวนการเรียนรู้: หลักการ แนวทาง และวิธีการ*. ใน *การเรียนการสอนโดยผู้เรียน
ใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้*. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
หน้า 13-31. กรุงเทพฯ: ศูนย์กลางคพรว.

- เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว. (2557, พฤษภาคม-มิถุนายน). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Learning). *วารสารสสวท.* 42(188): 16.
- นภาพร ด่านแก้ว. (2559). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ.* ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นฤมล เพ็ชรภูมิ. (2553). *การพัฒนาคุณลักษณะการเห็นคุณค่าในตนเอง (Self-Esteem) ของนักเรียนระดับชั้น ปวส.2 การบัญชี ที่เป็นนักเรียนเก่ง ในวิชาการบัญชีชั้นสูง 2 โดยวิธีเพื่อนช่วยเพื่อน.* กรุงเทพฯ: วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสิงห์บุรี. ถ่ายเอกสาร.
- นิพัฐพร โกมลทิตศักดิ์. (2553). *การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การทดลองแบบอนุกรมเวลา.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2558, กันยายน-ธันวาคม). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์.* 26(3): 68.
- น้ำผึ้ง มีนิล. (2545). *ผลของการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการเรียนการสอนวิชาโครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตที่มีต่อการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ปทีป เมธาคุณวุฒิ. (2547). การเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัย. ใน *การเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน.* ไพฑูรย์ สินลารัตน์. หน้า 21-37. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรมาภรณ์ สารภักดี. (2556). *ผลการใช้กิจกรรมแนะแนวเพื่อเสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษาและการให้คำปรึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

- ปาตีเม๊ะ มูนิ. (2555). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับการเรียนแบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการทำงานกลุ่มและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา ธรรมา. (2547). การเห็นคุณค่าตนเอง. ใน *สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 32*. หน้า 48-53: พ.ศ. พัฒนา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุรชัย ศิริมหาสาร. (2548). *การทำโครงงานวิทยาศาสตร์*. นนทบุรี: บুদ্ধ พอยท์.
- _____. (2553). *การทำโครงงานวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: บুদ্ধ พอยท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์; พเยาว์ ยินดีสุข; และ ราชน มีศรี. (2551). *การสอนคิดด้วยโครงงานการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2553). *การสอนคิดด้วยโครงงานการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2556). *การสอนคิดด้วยโครงงานการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ ทักษะในศตวรรษที่ 21*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิเชษฐ ไชยวรรณ. (2543). *การศึกษาค้นคว้าและสาเหตุของปัญหาการจัดทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของครูที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับประถมศึกษา อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิชาเอกการบริหารการศึกษา): บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงชมพู อร่ามกุล. (2549). *การศึกษาวิเคราะห์ผลของการจัดกิจกรรมศิลปศึกษาที่มีต่อการเห็นคุณค่าในตนเอง ของเด็กปัญญาเลิศที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าความสามารถที่แท้จริง*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (ศิลปศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2547). หลักการสอนแบบเน้นการวิจัย (Research-Based Learning) ในระดับอุดมศึกษา. ใน *การเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน*. ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. หน้า 1-7. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2555). *คู่มืออบรมพัฒนาครู ผู้สอน เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานสำหรับโครงงานโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มาลีณี จุฑาปะมา. (2553, กรกฎาคม-ธันวาคม). การเห็นคุณค่าในตนเองนั้นสำคัญไฉน? และจะสร้างได้อย่างไร?. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*. 2(2): 13-16.
- ยุพาพันธ์ มินวงษ์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (3P) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รุ่งระวี สุขแย้ม. (2551). *การพัฒนาชุดฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
- รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล, อุปวิทย์ สุวคันธกุล, อัมพร กุญชรรัตน์. (2553, กรกฎาคม-ธันวาคม). การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านหังามันสำปะหลัง. *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา*. 2(4): 18-28.
- รุจิราพร รามศิริ. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา*. ปรินญาณิพนธ์ ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2552). *การสอนแบบโครงงานและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน: งานที่ครูประถมทำได้*. กรุงเทพฯ: สาระแอนด์ซันพริ้นติ้ง.
- วัฒนา มัคคสมัน. (2539). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการสอนแบบโครงการเพื่อเสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเองของเด็กก่อนอนุบาล*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- _____. (2554). *การสอนแบบโครงการ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วิสุดา บุญแฝง. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่ส่งผลต่อความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วีณา ประชากุลและประสาท เนืองเฉลิม. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศศิธร อินตุน. (2556). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา CI 2301 หลักการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้การวิจัยเป็นฐาน*. เชียงใหม่: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิโสภา ศรีธรรมมา. (2534). *การศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหา การจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ของครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). *เจตคติ*. (ทดสอบและวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- ศรีสมร ธวัชเมธี; จันทรีจิรา จูมพลหล้า; และ รุ่งทิพา จันทน์วัฒนวงษ์. (2558, กรกฎาคม-ธันวาคม). ผลการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เสริมด้วยกลวิธี KWL Plus ต่อมนิเทศเรื่องงานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 6(2): 219.
- สนิท สัตโยภาส. (2547). *กระบวนการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: องค์การค้าของคุรุสภา.
- สถาพร ภูผาใจ. (2553). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สิทธิโชค วัลลภาทิตย์. (2552, กรกฎาคม-กันยายน). เอทานอลจากมันสำปะหลัง. *วารสารพลังงานทางเลือก*. 4(15): 24-26.
- สินีนาม ธรรมชาติ. (2546). *การพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และ คนอื่นๆ. (2554). *วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ:

ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควิธีคิด.

สุธาสนิ ไชยศึก. (2552). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน*.

วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2537). *การพัฒนาหลักสูตรและการสอนในระดับประถมศึกษา*. (เอกสาร

ประกอบการสอน). หลักสูตรและการสอน: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ.

สุภาพร บุญรอด. (2554). *ผลการใช้ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงาน*

วิทยาศาสตร์ เรื่อง ความหลากหลายของพืชและสัตว์ในท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนตั้งใจวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3. วิทยานิพนธ์

กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). สุรินทร์: บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

ถ่ายเอกสาร.

สุรรัตน์ แสงนิล. (2554). *ผลของการตัดยอดมันสำปะหลังที่มีต่อผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกใน*

ชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ วท.บ. (ปฐพีวิทยา). นครปฐม:

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สมพงศ์ จันทรโพธิ์ศรี. (2558). *โครงงานวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ:

ไอเอ็ดพับลิชชิง.

เสาวภา วิชิตวาทิ. (2534). *ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง การสนับสนุน*

ทางสังคมกับพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยที่สูญเสียแขนขา. วิทยานิพนธ์ วท.ม.

(พยาบาลศาสตร์). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

อมรวิทย์ นาครทรรพ. (2547). *เรียนรู้คู่วิจัย: กรณีการสอนด้วยกระบวนการวิจัยภาคสนามวิชา*

การศึกษากับสังคม คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ใน *การเรียนการสอนที่*

มีการวิจัยเป็นฐาน. ไพฑูรย์ สินลารัตน์. หน้า 38-58. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อลิสา ราชวัตร. (2558). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*.
 ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อาชัญญา รัตนอุบล. (2547). การสอนแบบเน้นวิจัยโดยใช้สัญญาแห่งการเรียนรู้. ใน *การเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน*. ไพฑูรย์ สินลารัตน์. หน้า 61-69. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาทิตยา เพ็ญไพบูลย์ และไพทยา มีสัจย์. (2559). *การพัฒนาการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้โครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- อำรุง จันทวานิช. (2548). ปาฐกถาพิเศษ เรื่อง นโยบายส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนโดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้. ใน *การเรียนการสอนโดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้*. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. หน้า 1-11. กรุงเทพฯ: ศุภสมาคมประชาชาติ.
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *Western Connecticut State University, Danbury*. Taylor & Francis Group. 83(2): 39-43.
- Buck Institute for Education (BIE). (2558). *Project Based Learning*. Retrieved May 29, 2015: from <https://www.pinterest.com/pin/359936195196036495/>.
- Dippold, Rory B. (2015). *Infusing Self-Regulation Learning Processes into Project-Based Learning*. Philosophy, Ph.D: Graduate Faculty. George Mason University.
- Education Technology Division, Ministry of Education. (2006). *Project-Based Learning Handbook*. Malaysia.
- Ergiil, N R.; & Kargin, Elif K. (2014). The Effect Of Project Based Learning On Students' ScienceSuccess. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Uludag University. 136(2014): 537-541.

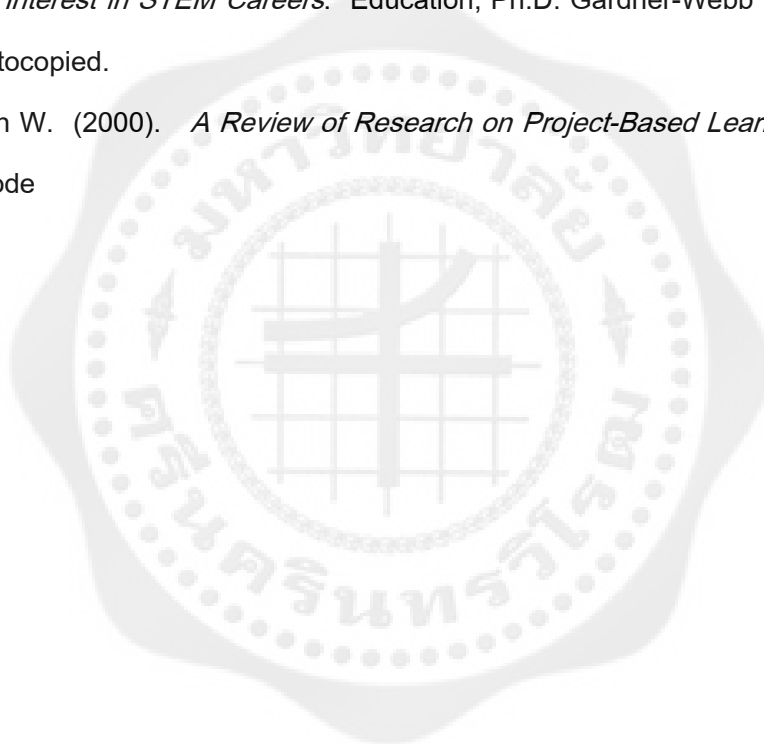
Intel® Teach Program Designing Effective Projects. (2007). *Designing Effective Projects: Characteristics of Projects Benefits of Project-Based Learning*. United States.

Krajcik; & Blumenfeld. (n.d). *Project-Based Learning*. In The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge University. pp 321-328: New York.

Malhotra, Ann B. (2006). *Research in Education Applied to Learning (R.E.A.L.): Community-Project-Based Learning*. Philosophy, Ph.D. New Brunswick, New Jersey: Graduate Program in Education. Photocopied.

Miaher, Henry P. (2014). *Project-Based Learning in a STEM Academy: Student Engagement and Interest in STEM Careers*. Education, Ph.D: Gardner-Webb University. Photocopied.

Thomas, John W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. California. Autode





ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจชั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจชั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) นายสมควร ไข่แก้ว | ครูวิทยฐานะชำนาญการ
โรงเรียนเมืองกลาง ตำบลเทพกระษัตรี
อำเภอกลาง จังหวัดภูเก็ต |
| 2) นางสาวยุพาพันธ์ มินวงษ์ | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านหมีวิทยา ตำบลสนามแจง
อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี |
| 3) นายเสนาะ อำไพ | ครูศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
อ่างทอง ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง
จังหวัดอ่างทอง |



ภาคผนวก ข
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน

ภาคผนวก ค

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

- | | |
|------------------------------|--|
| 1) นางสาวจินตนา รุกขชาติ | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนชุมชนวัดน้ำพุ (น้ำพุพิทยาคาร)
ตำบลสีร้อย อำเภวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง |
| 2) นางสาวสุภัทสร สันธิ์เจริญ | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนวัดท่าชุมชน ตำบลโพธิ์ม่วงพันธ์
อำเภอสสามโก้ จังหวัดอ่างทอง |
| 3) นางสาวจรรทิมา เวลาดี | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนวัดบ้านเพชร ตำบลแสวงหา
อำเภอสแสวงหา จังหวัดอ่างทอง |

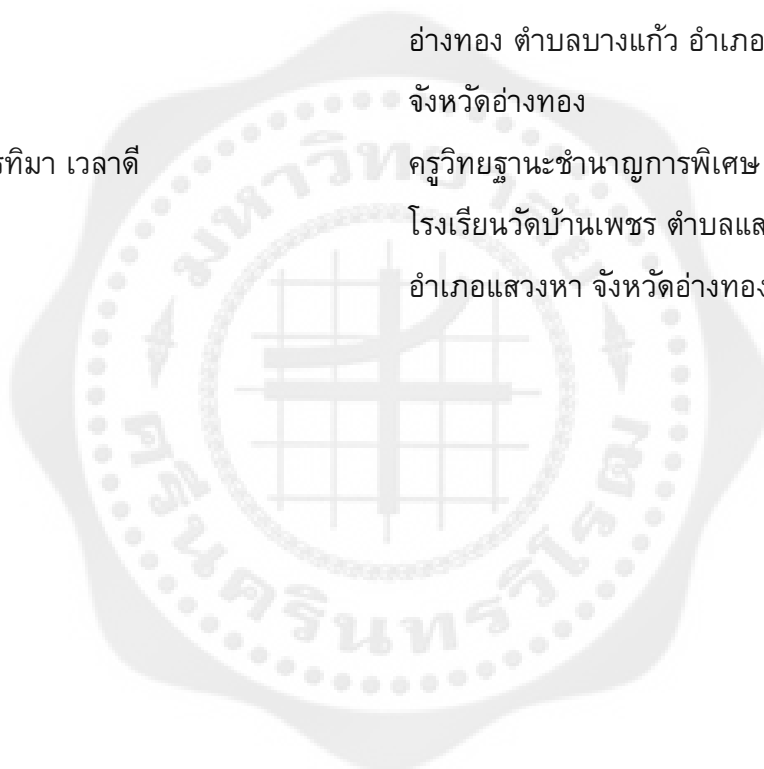


ภาคผนวก ง

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของ โครงการวิทยาศาสตร์

- | | |
|-------------------------|--|
| 1) นายชัยวัฒน์ มั่นนอก | ผู้อำนวยการโรงเรียนชำนาญการพิเศษ
วัดแปดแก้ว(สหพันธ์พุทธจักร) ตำบลหัวตะพาน
อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง |
| 2) นายเสนาะ อำไพ | ครูศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
อ่างทอง ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง
จังหวัดอ่างทอง |
| 3) นางสาวจรรทิมา เวลาดี | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนวัดบ้านเพชร ตำบลแสวงหา
อำเภอแสวงหา จังหวัดอ่างทอง |





ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและทั้งฉบับของแบบทดสอบและแบบวัด

- ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์
- ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2			สถานการณ์ที่ 3		
1	0.60	0.46	1	0.53	0.25	1	0.57	0.27
2	0.41	0.31	2	0.35	0.26	2	0.34	0.27
3	0.61	0.32	3	0.53	0.30	3	0.65	0.30
4	0.53	0.49	4	0.52	0.38	4	0.67	0.27
5	0.61	0.61	5	0.56	0.27	5	0.84	0.48
6	0.43	0.60	6	0.57	0.29	6	0.62	0.32
7	0.26	0.24	7	0.23	0.38	7	0.24	0.27
8	0.48	0.46	8	0.35	0.42	8	0.35	0.28
9	0.49	0.54	9	0.38	0.44	9	0.52	0.21
10	0.42	0.26	10	0.56	0.43	10	0.54	0.28

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการงานวิทยาศาสตร์
เท่ากับ 0.76

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

ข้อที่	อำนาจ จำแนก (t)	ข้อที่	อำนาจ จำแนก (t)	ข้อที่	อำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	อำนาจจำแนก (t)
ด้านตนเอง		ด้านการเรียน		ด้านเพื่อนและครู		ด้านสังคม	
1		6		11		16	
1.1	4.37	6.1	5.37	11.1	4.15	16.1	3.17
1.2	4.45	6.2	2.99	11.2	2.06	16.2	3.83
1.3	5.43	6.3	5.89	11.3	3.90	16.3	3.85
2		7		12		17	
2.1	3.03	7.1	3.13	12.1	5.81	17.1	5.73
2.2	2.26	7.2	5.38	12.2	5.30	17.2	5.35
2.3	3.89	7.3	7.64	12.3	4.81	17.3	3.91
3		8		13		18	
3.1	4.06	8.1	3.48	13.1	5.28	18.1	5.23
3.2	3.81	8.2	3.91	13.2	8.17	18.2	3.88
3.3	3.89	8.3	4.75	13.3	6.16	18.3	6.33
4		9		14		19	
4.1	5.47	9.1	3.43	14.1	4.29	19.1	6.28
4.2	5.24	9.2	3.48	14.2	3.23	19.2	5.67
4.3	4.83	9.3	5.12	14.3	3.45	19.3	4.31
5		10		15		20	
5.1	7.17	10.1	7.62	15.1	8.63	20.1	5.59
5.2	6.02	10.2	5.54	15.2	6.85	20.2	6.59
5.3	5.49	10.3	6.69	15.3	6.00	20.3	5.49

$$\alpha = .96$$

อำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง รายข้อมีค่าตั้งแต่ 2.06-8.63
 ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์
- แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มูลค่าของมันเป็นค่าอะไร

เรื่อง มันสำปะหลังเปลี่ยนรูป

เวลา 8 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ปัญหาด้านปัจจัยการผลิตมันสำปะหลังที่เกษตรกรต้องเผชิญในการปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ราคามันสำปะหลังตกต่ำ เกษตรกรขาดทุนในการผลิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นเกษตรกรจึงหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการเพิ่มมูลค่ามันสำปะหลังด้วยการแปรรูปผลผลิต เช่น การผลิตเอทานอล ภาชนะโฟมจากมันสำปะหลัง เป็นต้น จึงเป็นอีกทางเลือกเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรไร่มันสำปะหลัง

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับด้านปัจจัยการผลิตมันสำปะหลังได้
2. นักเรียนสามารถอภิปรายแนวทางแก้ไขปัญหาด้านปัจจัยการผลิตมันสำปะหลังได้
3. นักเรียนสามารถออกแบบเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้
4. นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองได้
5. นักเรียนสามารถเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์และนำเสนอผลงานได้อย่างเหมาะสม
6. นักเรียนสามารถจดบันทึกข้อมูลที่สื่อความหมายชัดเจนและภาษาเข้าใจง่าย

ความสอดคล้องกับตัวชี้วัด

ว 2.2 ม. 4/1 วิเคราะห์สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก

ว 2.2 ม. 4/2 อภิปรายแนวทางในการป้องกัน แก้ไข ปัญหา สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

ว 8.1 ม. 4/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจ ตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้ อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม. 4/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม. 4/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ว 8.1 ม. 4/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายการลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ว 8.1 ม. 4/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระการเรียนรู้

1. วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มมูลค่ามันสำปะหลัง
 - การผลิตเอทานอล
 - ภาชนะโฟมจากมันสำปะหลัง
 - ถ่านจากเห้ง้ามันสำปะหลัง

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญ

1. นักเรียนมีความสามารถในการคิด
2. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
3. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา
4. นักเรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

ชั่วโมง 1-3

ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. ครูสนทนาซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการเพิ่มมูลค่าของมันสำปะหลังของเกษตรกรในท้องถิ่น นอกจากการขายมันสำปะหลังให้กับพ่อค้าคนกลาง เกษตรกรมีวิธีการเพิ่มมูลค่าหรือแปรรูปมันสำปะหลังอย่างไร

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณา วิธีการเพิ่มมูลค่ามันสำปะหลังของเกษตรกรในท้องถิ่นที่นักเรียนได้กล่าวมานั้น ว่าสามารถพัฒนาเป็นโครงการวิทยาศาสตร์ ได้หรือไม่

ขั้นทบทวนประสบการณ์ (40 นาที)

3. ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สื่อ power point และให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่างนี้จากงานวิจัยเรื่อง ผลของการตัดยอดมันสำปะหลังที่มีต่อผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ของ สุรรัตน์ แสงนิล (2554) ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

“หลังจากที่ภพเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง แล้วนำไปขายให้กับพ่อค้าคนกลาง พบว่าหัวมันสำปะหลังได้ปริมาณแป้งน้อยและหัวเล็ก จึงได้ราคาต่อตันถูกลง วันหนึ่งภพศึกษาวารสารเกษตรกรชาวไร่ สังเกตเห็นว่า การตัดยอดมันสำปะหลังสามารถทำให้ปริมาณแป้งสูงกว่าไม่ตัดยอดมันสำปะหลัง และเกิดความสงสัยว่าการตัดยอดมันสำปะหลังส่งผลต่อ ผลผลิตหัวสด จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวและความกว้างของหัวมันสำปะหลัง จะมีปริมาณสูงกว่าไม่ตัดยอดมันสำปะหลังหรือไม่”

จากสถานการณ์ข้างต้น วิเคราะห์ได้ว่า

- ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร (แนวคำตอบ : การตัดยอดมันสำปะหลัง)
 - อะไรบ้างที่จัดว่าเป็นจุดมุ่งหมาย สมมติฐาน ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม
- กลุ่มตัวอย่าง ประเภทของโครงการ (แนวคำตอบ: จุดมุ่งหมายคือเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการตัดยอดมันสำปะหลังกับไม่ตัดยอดมันสำปะหลังที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง, สมมติฐานคือ การตัดยอดมันสำปะหลังน่าจะมีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง, ตัวแปรต้นคือ การตัดยอดมันสำปะหลังและการไม่ตัดยอดมันสำปะหลัง , ตัวแปรตามคือ ผลผลิตมันสำปะหลัง , กลุ่มตัวอย่างคือ มันสำปะหลัง)

ขั้นระบุปัญหา (50 นาที)

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาปัจจัยการผลิตมันสำปะหลังและวิธีเพิ่มมูลค่ามันสำปะหลังของนักวิจัยไทยที่เคยทำมาก่อน

5. ครูแจกใบความรู้เกี่ยวกับเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3 เรื่องของนักวิจัยไทย ประกอบด้วย ใบความรู้ที่ 8 เรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง ใบความรู้ที่ 9 เรื่อง การพัฒนาถ่านอัดแท่งจากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสด และ ใบความรู้ที่ 10 เรื่อง เอทานอลจากมันสำปะหลัง และบรรยายเพิ่มเติม

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิจัย และวิธีแก้ปัญหาวางานวิจัยนั้น และกำหนดเอกสารงานวิจัยที่กลุ่มละ 1 เรื่อง โดยวิธีการจับฉลาก แล้วตอบคำถามลงในใบงานที่ 7 เรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง ใบงานที่ 8 เรื่อง การพัฒนาถ่านอัดแท่งจากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสด และ ใบงานที่ 9 เรื่อง เอทานอลจากมันสำปะหลัง ตามเอกสารงานวิจัยที่แต่ละกลุ่มได้รับมอบหมาย แล้วให้แต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน

7. จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยข้างต้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาและวิเคราะห์ตัดสินใจเลือกปัญหาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่น่าสนใจ 1 เรื่องโดยไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นในห้องเรียน และอธิบายเหตุผลประกอบ พร้อมทั้งพิจารณาความเป็นไปได้ที่สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับท้องถิ่น

ขั้นคัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา (50 นาที)

8. ครูตั้งจุดความสนใจด้วยคำถาม “จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักเรียนจะมีวิธีแก้ปัญหายังไร ให้มีความแปลกใหม่และหลากหลาย จากอุปกรณ์ที่กำหนดในการทดลองที่ 3 เรื่อง การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง (กานต์วี ใจงาม. 2545: 183-184) การทดลองที่ 4 เรื่อง ถ่านจากเหง้ามันสำปะหลัง และ การทดลองที่ 5 เรื่อง ภาชนะโฟมจากมันสำปะหลัง ตามเรื่องที่นักเรียนสนใจ

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองใช้เทคนิคการคิดเดี่ยว-คิดคู่-ร่วมกันคิด แต่ละคนคิดวิธีแก้ปัญหาของตนเอง แล้วจับคู่ร่วมพิจารณาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นว่าวิธีแก้ปัญหานั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเองให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่

10. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหากลุ่มตนเอง โดยแบ่งหน้าที่ในการสืบค้นเป็นหัวข้อ เช่น ข้อดี ข้อเสีย และความเป็นไปได้ โดยคำนึงถึงสภาพท้องถิ่น

โดยครูชี้แนะและแนะนำในการหาข้อมูลงานวิจัยเพื่อเป็นแหล่งสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลทั้งในห้องสมุด วารสาร และสื่อออนไลน์ จากหน่วยงานต่างๆ เช่น

- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

www.nstda.or.th/industrial-research/8059-cassava เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูล ด้านปรับปรุงพันธุ์ด้านการจัดการเขตกรรม โรค และแมลง ศัตรูมันสำปะหลัง และด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง เป็นต้น

- โครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย ThaiLis-Thai Library Integrated System สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา <http://tdc.thailis.or.th/tdc/basic.php>

- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี www.tapiocathai.oorg/03.html

- ศูนย์พัฒนาความรู้ การซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า (สำนักงานคณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า The Agricultural Futures Trading commission AFTC) www.aftc.or.th/itc/download.php

- ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์อิเล็กทรอนิกส์ (e-Theses) library.cmu.ac.th/digital_collection/etheses/index.php

หมายเหตุ ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลนอกเวลาเรียน จากแหล่งข้อมูลห้องสมุด วารสาร และสื่อออนไลน์ จากหน่วยงานต่างๆ โดยครูคอยให้คำปรึกษาและแนะนำ

ชั่วโมงที่ 4-5

ขั้นออกแบบเค้าโครง (50 นาที)

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนที่วางไว้ในการแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือก มาออกแบบวางแผนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ตามวิธีการวิจัยลงในกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง กิจกรรมที่ 4 เรื่อง ถ่านจากเห้งมันสำปะหลัง และ กิจกรรมที่ 5 เรื่อง ภาชนะโฟมจากมันสำปะหลัง

ขั้นนำเสนอ (50 นาที)

12. ให้นักเรียนออกมาแนะนำเสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียน

13. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปรายร่วมกับครู ถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงมือปฏิบัติ

ชั่วโมงที่ 6-7

ระยะที่ 2 การปฏิบัติการทำโครงการ (100 นาที)

14. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และลงมือทดลองตามใบกิจกรรมที่แต่ละกลุ่มได้รับ

15. ครูสังเกตและประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนในขณะที่ทำการทดลอง

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาเขียนเป็นรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ และจัดเตรียมจัดทำโปสเตอร์นำเสนอ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบเพื่อนำเสนอผลงาน

หมายเหตุ การปฏิบัติการทดลองนักเรียนมีการทำนอกเวลาเรียนแล้วในบางขั้นตอน โดยครูให้คำปรึกษาและแนะนำนอกเวลา

ชั่วโมงที่ 8

ระยะที่ 3 การนำเสนอผลงาน (50 นาที)

17. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ซึ่งจะครูชี้แจงรายละเอียดการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน โดยครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ประเมินการนำเสนอด้วยวาจา และซักถามเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. Power point วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ใบความรู้ที่ 8 เรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามัน
สำหรับ
3. ใบความรู้ที่ 9 เรื่อง การพัฒนาถ่านไฟไหม้จากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุส้มโอ
ดัดแปลง
4. ใบความรู้ที่ 10 เรื่อง เอทานอลจากมันสำปะหลัง
5. ใบงานที่ 7 เรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำหรับ
6. ใบงานที่ 8 เรื่อง การพัฒนาถ่านไฟไหม้จากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุส้มโอดัดแปลง
7. ใบงานที่ 9 เรื่อง เอทานอลจากมันสำปะหลัง
8. กิจกรรมที่ 3 เอทานอลจากมันสำปะหลัง
9. กิจกรรมที่ 4 ถ่านจากเหง้ามันสำหรับ
10. กิจกรรมที่ 5 ภาชนะไฟไหม้จากมันสำปะหลัง

การวัดและการประเมิน

วิธีวัดและประเมินผล	วิธีการประเมิน	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมิน
1. ตรวจสอบงานที่ 7 เรื่อง การผลิตถ่านอัด แท่งจากถ่าน กะลามะพร้าวและ ถ่านหุงต้ม สำหรับ	ตรวจสอบงานที่ 7	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
2. ตรวจสอบงานที่ 8 เรื่อง การพัฒนาถาด โฟมจากแป้งมัน สำหรับในการบรรจุ ส้มโอตัดแต่งสด	ตรวจสอบงานที่ 8	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
3. ตรวจสอบงานที่ 9 เรื่อง เอทานอลจาก มันสำปะหลัง	ตรวจสอบงานที่ 9	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
4. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง	ตรวจสอบกิจกรรมที่ 3 และสังเกตพฤติกรรม นักเรียน	- แบบประเมิน ความสามารถในการทำ โครงการวิทยาศาสตร์	ได้คะแนน 16 คะแนนขึ้นไป ถือ ว่าผ่าน
5. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ถ่านจากเหง้า มันสำปะหลัง	ตรวจสอบกิจกรรมที่ 4 และสังเกตพฤติกรรม นักเรียน	-แบบประเมิน ความสามารถในการทำ โครงการวิทยาศาสตร์	ได้คะแนน 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่าน
6. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ภาชนะโฟม จากมันสำปะหลัง	ตรวจสอบกิจกรรมที่ 5 และสังเกตพฤติกรรม นักเรียน	-แบบประเมิน ความสามารถในการทำ โครงการวิทยาศาสตร์	ได้คะแนน 16 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่าน

แบบประเมินใบงาน

รายการประเมิน	ดีมาก(4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ปรับปรุง(1)
1. ความถูกต้องของเนื้อหา	ถูกต้องตามหลักวิชา ตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ถูกต้องตามหลักวิชา ตั้งแต่ร้อยละ 60-79 ขึ้นไป	ถูกต้องตามหลักวิชา ตั้งแต่ร้อยละ 50-59 ขึ้นไป	ถูกต้องตามหลักวิชา ต่ำกว่าร้อยละ 50
2. ความสะอาดเรียบร้อย	ทำงานสะอาดเรียบร้อยเป็นระเบียบดีมาก	ทำงานค่อนข้างสะอาดเรียบร้อย	ทำงานไม่ค่อยสะอาดและไม่ค่อยเป็นระเบียบ	ทำงานสกปรกไม่เรียบร้อย
3. เวลา	ส่งงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 2 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนดเกิน 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน

11-12

8-10

5-7

3-5

ระดับคุณภาพ

ดีมาก

ดี

พอใช้

ปรับปรุง

แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง แบบบันทึกนี้ใช้สำหรับครูเพื่อบันทึกผลการเรียนรู้หลังจากที่ได้จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาหรืออุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....อาจารย์

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

ใบความรู้ที่ 8

เรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้งมันสำปะหลัง

พลังงานถือเป็นปัจจัยที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในภาคธุรกิจ และภาคอุตสาหกรรม รัฐบาลจึงต้องจัดหาแหล่งพลังงาน ให้ได้ปริมาณที่เพียงพอ ในราคาที่เหมาะสมและมีคุณภาพที่ดีสอดคล้องกับความต้องการประเทศ ไทยนั้นถือว่ามิแหล่งพลังงานในเชิงพาณิชย์ จำนวนน้อยและไม่เพียงพอทำให้ต้องพึ่งพาพลังงาน จากต่างประเทศสูงถึงประมาณร้อยละ 60 ของความต้องการพลังงานเชิงพาณิชย์ทั้งหมด ดังนั้น เพื่อให้มั่นใจว่าในอนาคตประเทศไทยจะมีพลังงานใช้อย่างพอเพียงรัฐบาลและผู้เกี่ยวข้องจึง จำเป็นต้องหาแนวทางในการพัฒนาแหล่งพลังงาน ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และ ต้องพิจารณาเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาถูก รวมทั้งต้องมีปริมาณที่เพียงพอและแน่นอน ต่อความ ต้องการภายในประเทศ มีการกระจายแหล่งชนิดเชื้อเพลิงให้หลากหลาย เพื่อกระจายความเสี่ยง และต้องเป็นเชื้อเพลิงที่มีผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมน้อยที่สุด (บริษัทไทยซูมิจำกัด. 2551: ออนไลน์)

การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและ ถ่านเห้งมันสำปะหลังโดยทำการทดสอบสมรรถนะทาง ความร้อนตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547) ผลภาวะต้นทุนต่อหน่วย และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ จากการผลิตถ่านอัดแท่ง



ที่มา: <https://casawafv.wordpress.com/>

โดยทำการวิเคราะห์และนำวัสดุทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมาผสมกัน ใน 5 อัตราส่วน โดยกำหนด รูปทรงมีลักษณะรูกลวง เส้นผ่าศูนย์กลางรูกลวง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร และถ่าน อัดแท่งรูปทรงกระบอกมีครึ่ง 5 ครึ่งรอบด้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ปริมาณ ความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนัก และแรงอัด 33 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามขอบเขตที่ กำหนด และทำการทดสอบวัดผลในห้องปฏิบัติการทดสอบเพื่อส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่า สมรรถนะทางความร้อนและความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน

ผลการทดสอบวิเคราะห์สมรรถนะจากห้องปฏิบัติการ พบว่า อัตราส่วนผสมระหว่าง ถ่านอัดแท่งกะลามะพร้าว 9 ส่วน ต่อ ถ่านเห้งมันสำปะหลัง 1 ส่วน เป็นอัตราส่วนที่ให้ค่าความร้อน สูงสุด 6580.101 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ประกอบด้วย สารที่เผาไหม้ได้ 85 % ปริมาณคาร์บอนคงตัว

0.14 % ปริมาณเถ้า 14.03 % และปริมาณความชื้น 1.04 % ผลการทดสอบมลภาวะจากปริมาณก๊าซ 4 ชนิด ประกอบด้วย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีปริมาณเท่ากับ 195 ppm ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เท่ากับ 26 ppm คาร์บอนไดออกไซด์ 9.11 ppm และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีปริมาณมากกว่า 4,000 ppm มีการเปลี่ยนแปลงโดยมีค่าลดลง สัมพันธ์กับปริมาณคงเหลือของเนื้อวัสดุหลังการเผาไหม้ ซึ่งในด้านสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 238/2547)

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง พบว่า อัตราส่วนผสมระหว่าง ถ่านกะลามะพร้าว 3 ส่วน ต่อ ถ่านเหง้ามันสำปะหลัง 7 ส่วน จะให้ค่าความร้อนเท่ากับ 5,003 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีค่าความชื้นต่ำกว่า ร้อยละ 8 และมีสมรรถนะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานจะมีต้นทุนการผลิตต่ำสุด เท่ากับ 4.80 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อกำลังการผลิตที่ 400 กิโลกรัมต่อวัน จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 0.7 ปี (8 เดือน 12 วัน) ซึ่งผลการศึกษาวิจัยสามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ เหง้ามันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าได้โดยการใช้ อัตราส่วนของถ่านเหง้ามันสำปะหลังเป็นส่วนผสมหลัก และใช้ถ่านกะลามะพร้าวเป็นส่วนผสมรอง



ที่มา: http://saranaruthai.blogspot.com/2011/11/blog-post_19.html

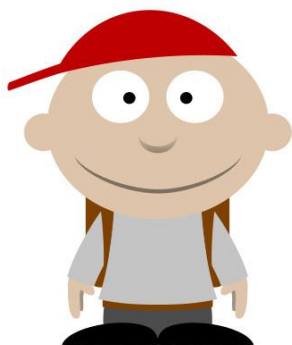
เอกสารอ้างอิง รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล; อุปวิทย์ สุวคันธกุล; อัมพร ภูญชรรัตน์. (2553, กรกฎาคม-ธันวาคม). การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหง้ามันสำปะหลัง. *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา*. 2(4): 18-28.

ใบความรู้ที่ 9

การพัฒนาถาดโฟมจากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสด

ณัฐพล ไช้แสงศรี และคณะ

ว. วิทยาศาสตร์เกษตร



การใช้บรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ในประเทศไทย

สำหรับเป็นบรรจุภัณฑ์อาหารและผลไม้สดมีน้อย

ทั้งที่ประเทศไทยมีวัตถุดิบในการผลิตจำนวนมาก

เช่น แป้งมันสำปะหลัง ที่มีสมบัติ thermoplastic

สามารถนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร

และผลไม้ได้ แต่โฟมที่ผลิตจากแป้งที่ได้มีคุณสมบัติ

ด้านความแข็งแรงและการต้านทานน้ำต่ำ



(Carr และคณะ, 2006) จึงมีการปรับปรุงโดยการเติมเส้นใย PVOH และไคโตแซน เป็นต้น โดย

Cinelli และคณะ (2005) ได้ศึกษาการเติม PVOH ร่วมกับเส้นใยลงในโฟมแป้งมันฝรั่งพบว่าสามารถ

ลดการดูดซึมน้ำของโฟมแป้งมันฝรั่งได้ เช่นเดียวกับ Shogren และคณะ (2002) พบว่าการเติม

PVOH ร่วมกับ aspen fiber สามารถทำให้การต้านทานน้ำของโฟมแป้งข้าวโพดเพิ่มขึ้น ดังนั้น

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาถาดโฟมแป้งมันสำปะหลังที่มีการต้านทานน้ำที่สูง เพื่อใช้เป็น

บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสดเพื่อทดแทนการใช้พลาสติก

จากการศึกษาพบว่า โฟมแป้งมันสำปะหลังที่ผสมเยื่อคราฟท์ปริมาณสูงขึ้นมีค่าแรงต้านทานการดึงขาดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Shogren และคณะ (2002) ที่พบว่าการเติมไฟเบอร์จาก aspen ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้โฟมแป้งข้าวโพดมีแรงต้านทานในการดึงขาดเพิ่มสูงขึ้น ส่วนการเติมไคโตแซนความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้การยืดตัวเพิ่มขึ้น โดยโฟมแป้งมันสำปะหลังที่ผสมเยื่อคราฟท์ 30% และไคโตแซนความเข้มข้น 4% มีค่าแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวใกล้เคียงกับโฟมจากพอลิสไตรีนมากที่สุด โดยมีค่าแรงต้านทานการดึงขาด เท่ากับ 944.40 kPa และการยืดตัว เท่ากับ 2.43% ส่วนโฟมจากพอลิสไตรีนค่าแรงต้านทานการดึงขาด เท่ากับ 915.27 kPa และการยืดตัว เท่ากับ 2.48%

สำหรับค่าการดูดซับน้ำและการละลายน้ำของโฟมแป้งมันสำปะหลังที่ผสมเยื่อคราฟท์ 30% และไคโตแซนความเข้มข้น 4% มีค่าเท่ากับ 7.20 และ 6.70 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงเมื่อเทียบกับโฟมจากพอลิสไตรีนที่มีค่าการดูดซับน้ำและการละลายน้ำ เท่ากับ 5.11 และ 0 ตามลำดับ การที่โฟมแป้งมีค่าการดูดซับน้ำและการละลายน้ำสูงกว่าโฟมจากพอลิสไตรีน เนื่องจากแป้งมีคุณสมบัติเป็น hydrophilic จึงทำให้โฟมแป้งดูดความชื้นจากในอากาศได้ (Soykeabkaew และคณะ, 2004)

การศึกษาการเติมสารเติมแต่งโฟมแป้งมันสำปะหลังที่ผสมเยื่อคราฟท์ 30% และไคโตแซนความเข้มข้น 4% ที่เติม PVOH 10% พบว่าไม่มีผลต่อค่าการยืดตัวแต่ทำให้แรงต้านทานการดึงขาดเพิ่มขึ้น และค่าการดูดซับน้ำและการละลายน้ำลดลง เช่นเดียวกับ Cinelli และคณะ (2005) ที่พบว่าการเติม PVOH ร่วมกับเส้นใยจากข้าวโพดลงในโฟมแป้งมันฝรั่งสามารถลดการดูดซับน้ำได้ สำหรับการเติมน้ำมันถั่วเหลือง 10% พบว่าการเติมน้ำมันไม่มีผลต่อแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวของโฟม แต่ส่งผลให้การดูดซับน้ำและการละลายน้ำต่ำสุด เท่ากับ 5.50 และ 5.47 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าโฟมจากแป้งมันสำปะหลังที่เติมสารเติมแต่งที่เป็น PVOH เนื่องจาก PVOH เป็นพอลิเมอร์ที่มีสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) จึงสามารถดูดซับความชื้นและทำให้มีปริมาณความชื้นมากกว่าน้ำมันถั่วเหลืองซึ่งมีสมบัติ hydrophobic (Shogren และคณะ, 2002) เมื่อนำภาดโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์และไคโตแซนมาประยุกต์ใช้สำหรับบรรจุส้มโอตัดแต่งสดแล้วเก็บไว้ที่ 10°C พบว่าภาดโฟมมีค่าแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวลดลง โดยโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์และไคโตแซนที่เติมน้ำมันถั่วเหลือง 10% เมื่อนำมาบรรจุส้มโอตัดแต่งสด มีค่าแรงต้านทานการดึงขาด



และการยืดตัวลดลงต่ำที่สุด ซึ่งลดลงต่ำกว่าโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไคโตแซนที่เติม PVOH 10% และโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไคโตแซนที่ไม่เติมสารเติมแต่ง ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์และไคโตแซนที่เติมน้ำมันถั่วเหลือง 10% เมื่อนำมาบรรจุส้มโอตัดแต่งสดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นน้อยกว่าโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์และไคโตแซนที่ไม่ได้เติมสารเติมแต่ง และเติม PVOH 10% ซึ่งสัมพันธ์กับค่าแรงต้านทานการดึงขาด ของ แสงสุรีย์ (2540) ที่ทดลองโดยนำถาดโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไฟเบอร์จากใบสับปะรดมาบรรจุส้มโอตัดแต่งสด

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า โฟมแป้งมันสำปะหลังผสมเยื่อกราฟท์ 30%

เติมไคโตแซน 4% มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงใกล้เคียงกับโฟมจากพอลิสไตรีน แต่การดูดซับน้ำและการละลายน้ำของโฟมแป้งมีค่าสูงกว่าโฟมจากพอลิสไตรีน และเติมน้ำมันถั่วเหลือง 10% ไม่มีผลต่อแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวของโฟมแป้ง แต่ทำให้การดูดซับน้ำและการละลายน้ำลดลง เมื่อนำมาบรรจุส้มโอตัดแต่งสด พบว่าโฟมแป้งมีค่าแรงต้านทานการดึงขาดและการยืดตัวลดลง ต่ำกว่าโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไคโตแซนที่เติม PVOH 10% และโฟมแป้งมันสำปะหลังผสมไคโตแซนที่ไม่เติมสารเติมแต่ง



ที่มา: <http://www.creativemove.com/design/kugreen/>

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพล ไช้แสงศรี และคณะ. (2553, กันยายน-ธันวาคม). การพัฒนาถาดโฟมจากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสด. *ว.วิทยาศาสตร์เกษตร*. 41(3/1 พิเศษ): 669-672.



ใบความรู้ที่ 10

เอทานอลจากมันสำปะหลัง

สิทธิโชค วัลลภาทิพย์ และ กล้านรงค์ ศรีรอด

หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง

สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงของโลกนั้นมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว รวมทั้งในประเทศไทยด้วย เนื่องจากความต้องการที่จะลดการพึ่งพาพลังงานจากน้ำมันฟอสซิลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ประเทศไทยจัดเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีแหล่งของผลิตผลทางการเกษตรที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอลได้ทั้งวัตถุดิบที่เป็นน้ำตาล คือ อ้อยและกากน้ำตาล วัตถุดิบที่เป็นแป้ง คือ มันสำปะหลัง และวัตถุดิบที่เป็นลิกโนเซลลูโลส คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ฟางข้าว ชานอ้อย และกากมันสำปะหลังจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังรายใหญ่ของโลก มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 7 ล้านไร่ ผลผลิตหัวมันสดประมาณ 25 – 30 ล้านตัน มันสำปะหลังสามารถขยายพันธุ์ได้ง่าย ไม่จำกัดเวลาปลูกและเก็บเกี่ยว สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เกือบตลอดปี เจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีในที่ที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันอย่างมาก ตั้งแต่แห้งแล้งจนถึงฝนมาก หรือดินเสื่อมโทรม ดินทรายมาก จนถึงดินอุดมสมบูรณ์ หรือแทบทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีการเพาะปลูกมากที่สุด จังหวัดที่มีการเพาะปลูกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ นครราชสีมา ชัยภูมิ ฉะเชิงเทรา กำแพงเพชร และสระแก้ว เป็นต้น พันธุ์ที่นิยมปลูกและพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูง ได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 ระยอง 7 ระยอง 9 ระยอง 90 ห้วยบง 60 และห้วยบง 80 เป็นต้น ผลผลิตมันสำปะหลังส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งมัน มันเส้น มันอัดเม็ด และสา쿠 ใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยประมาณ 1-2 หมื่นล้านบาทต่อปี



จากการที่น้ำมันมีราคาสูงขึ้นมากในแต่ละปีและมีปริมาณลดลงใกล้จะหมดไปจากโลก จึงทำให้มีการค้นคว้าและวิจัย เพื่อนำมันสำปะหลังมาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลในประเทศไทยอีกทางเลือกหนึ่ง เพื่อช่วยลดข้อจำกัดและความกดดันด้านปริมาณวัตถุดิบที่อุตสาหกรรมเอทานอลต้องการ อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงนั้นต้องการต้นทุนการผลิตที่ต่ำ การผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบประเภทแป้งจากมันสำปะหลังได้มีการพัฒนามามากแล้วในสหรัฐอเมริกาซึ่งใช้ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบ ซึ่งสามารถนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ได้กับมันสำปะหลังได้ การใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นจะใช้ในรูปของมันเส้นเป็นหลัก เนื่องจากมันเส้นมีข้อได้เปรียบในด้านของการขนส่งและสามารถเก็บสต็อกไว้ได้ การใช้มันสำปะหลังในอุตสาหกรรมเอทานอลสามารถใช้ได้ทั้งในรูปของหัวมันสด ส่วนหัวมันสดมีข้อดีคือ มีราคาถูกในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยว อัตราการแปรรูปเอทานอล 1 ลิตร ใช้หัวมันสดประมาณ 6 กิโลกรัม หรือมันเส้น 2.5 กิโลกรัม ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงความสามารถและกำลังการผลิตหัวมันสำปะหลังกับอุตสาหกรรมแปรรูปที่ใช้หัวมันสำปะหลัง (ที่สำคัญ ได้แก่ มันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลัง) พบว่า จะมีผลผลิตส่วนเกินของหัวมันสำปะหลังประมาณ 4 ล้านตันต่อปี ซึ่งสามารถผลิตเป็นเอทานอลได้ไม่ต่ำกว่า 2 ล้านลิตรต่อวัน ตลอดปี



รูปที่ 1 หัวมันสำปะหลัง

กระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง ประกอบด้วย ขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

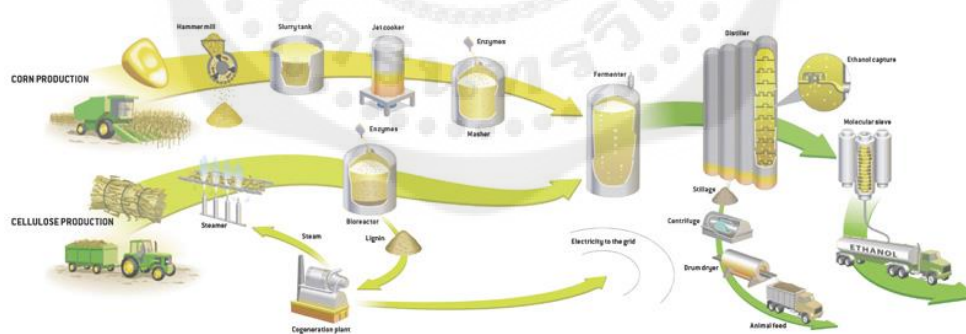
1) กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ สำหรับมันเส้นจะนำมาไม่ให้ละเอียดยและผสมน้ำ ส่วนมันสำปะหลังหัวสดจะต้องร่อนเปลือกและแยกดินทรายออกก่อน ล้างน้ำให้สะอาด สับและโมโดยใส่ น้ำระหว่างการโม

2) การย่อยครั้งแรกหรือการทำให้เหลว (Liquifaction) เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาล ในขั้นตอนนี้จะใช้เอนไซม์กลุ่มแอลฟา-อะไมเลส (α - amylase) ที่มีกิจกรรมการย่อยแป้งที่อุณหภูมิสูงประมาณ 90 ถึง 100 องศาเซลเซียส (ขึ้นอยู่กับชนิดของเอนไซม์) ให้ได้โมเลกุลขนาดเล็กลง เรียกว่า เด็กซ์ทริน และน้ำแป้งมีความหนืดลดลง

3) การย่อยครั้งสุดท้ายหรือการเปลี่ยนน้ำตาล (Saccharification) ขั้นตอนนี้จะใช้เอนไซม์ กลูโคอะไมเลส (Glucoamylase) ย่อยเติกซ์ทรินให้ได้น้ำตาลที่ยีสต์สามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งโดยทั่วไป เอนไซม์ในกลุ่มนี้จะมีกิจกรรมที่อุณหภูมิสูงปานกลาง คือ ประมาณ 55 ถึง 65 องศาเซลเซียส

4) การหมัก เป็นขั้นตอนหมักน้ำตาลที่ได้จากการย่อยแบ่งเป็นเอทานอลด้วยเชื้อยีสต์ ที่ อุณหภูมิ 30 ถึง 35 องศาเซลเซียส เอทานอลที่ได้มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 8-12 โดยปริมาตร ปัจจุบัน การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจึงได้มีการประยุกต์เทคโนโลยีที่เรียกว่า SSF (Simultaneous Saccharification and Fermentation) เป็นกระบวนการหมักที่มีการย่อยครั้งสุดท้าย เพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำตาลด้วยเอนไซม์กลูโคอะไมเลส (Saccharification) พร้อมกับหมักด้วยเชื้อยีสต์ใน ขั้นตอนเดียวกัน ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาและประหยัดพลังงานของกระบวนการผลิตได้

5) การกลั่นและการแยกน้ำ น้ำหมักที่ได้จากกระบวนการหมัก จะนำมาแยกเอทานอลออก โดยใช้กระบวนการกลั่นลำดับส่วน ซึ่งสามารถแยกเอทานอลให้ได้ความบริสุทธิ์ประมาณร้อยละ 95 โดยปริมาตร จากนั้นจึงเข้าสู่กรรมวิธีในการแยกน้ำโดยการใช้โมเลกุล่าห์ซีฟ (Molecular Sieve Separation) เอทานอลที่ความบริสุทธิ์ ร้อยละ 95 จะผ่านเข้าไปในหอดูดซับที่บรรจุตัวดูดซับ ประเภทซีโอไลต์ โมเลกุลของเอทานอลจะไหลผ่านช่องว่างของซีโอไลต์ออกไปได้ แต่โมเลกุลของน้ำ จะถูกดูดซับไว้ ทำให้เอทานอลที่ไหลออกไปมีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 ส่วนซีโอไลต์ที่ดูดซับน้ำไว้ จะถูกรีเจนเนอเรต โดยการไล่น้ำออก เอทานอลความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 สามารถนำไปผสมกับ น้ำมันเบนซินเพื่อใช้ในรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินได้



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตเอทานอล

ที่มา: นิการณ สัตถการ. เอทานอลทดแทนเบนซินได้จริงหรือ. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2559. จาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/18405>

เอกสารอ้างอิง:

สิทธิโชค วลัภภาทิตย์. (2552, กรกฎาคม-กันยายน). เอทานอลจากมันสำปะหลัง. *วารสารพลังงานทางเลือก*. 4(15): 24-26.

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....



ใบงานที่ 7

เรื่อง

การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหล้ามันสำปะหลัง

คำชี้แจง นักเรียนศึกษางานวิจัยเรื่อง การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเหล้ามันสำปะหลัง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาที่พบ จึงต้องทำวิจัยเรื่องนี้

.....

.....

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้

.....

.....

3. ตัวแปรอิสระ.....

ตัวแปรตาม.....

4. สมมติฐานของงานวิจัยนี้

.....

.....

.....

5. วิเคราะห์ผลการวิจัย ว่าเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

6. ประเด็นสำคัญของการวิจัยนี้ เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....



ใบงานที่ 8

เรื่อง

การพัฒนาถาดโฟมจากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุส้มโอตัดแต่งสด

คำชี้แจง นักเรียนศึกษางานวิจัยเรื่อง การพัฒนาถาดโฟมจากแป้งมันสำปะหลังในการบรรจุ ส้มโอตัดแต่งสด แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาที่พบ จึงต้องทำวิจัยเรื่องนี้

.....

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้

.....

3. ตัวแปรอิสระ.....

ตัวแปรตาม.....

4. สมมติฐานของงานวิจัยนี้

.....

5. วิเคราะห์ผลการวิจัย ว่าเป็นอย่างไร

.....

6. ประเด็นสำคัญของการวิจัยนี้ เป็นอย่างไร

.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....



ใบงานที่ 9

เรื่อง

เอทานอลจากมันสำปะหลัง

คำชี้แจง นักเรียนศึกษางานวิจัยเรื่อง เอทานอลจากมันสำปะหลัง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาที่พบ จึงต้องทำวิจัยเรื่องนี้

.....

.....

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้

.....

.....

3. ตัวแปรอิสระ.....

ตัวแปรตาม.....

4. สมมติฐานของงานวิจัยนี้

.....

.....

.....

5. วิเคราะห์ผลการวิจัย ว่าเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

6. ประเด็นสำคัญของการวิจัยนี้ เป็นอย่างไร

.....

.....

.....



กิจกรรมที่ 3

เอทานอลจากมันสำปะหลัง

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์แล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้

ลุงนาเป็นเกษตรกรชาวไร่มันสำปะหลัง มีโอกาสได้เข้าร่วมการอบรมโครงการพลังงานทดแทนจากมันสำปะหลัง ลุงนาจึงมีความสนใจอย่างมากในการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง แต่เนื่องจากขั้นตอนการผลิตเอทานอลนั้น จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์จำนวนมากและราคาแพง ซึ่งลุงนามีจำนวนเงินไม่เพียงพอในการซื้ออุปกรณ์การกลั่นเอทานอล ถ้านักเรียนเป็นลุงนาจะมีวิธีใน

การออกแบบเครื่องกลั่นเอทานอลอย่างง่ายอย่างไร โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ ดังนี้

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1) แอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังที่เตรียมไว้ 1000 ml | 10) ตะเกียงแอลกอฮอล์ |
| 2) เทอร์มอมิเตอร์ | 11) บีกเกอร์ ขนาด 500 ml 1 ใบ |
| 3) ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml 1 ใบ | 12) ตัวยึดแบบห่วง 1 อัน |
| 4) สายยางทนความร้อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร 1 เส้น | |
| 5) ท่อนำก๊าซเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ยาว 5 15 20 และ 25 เซนติเมตร อย่างละ 1 หลอด | |
| 6) ขาดังพร้อมไม้หนีบ 2 อัน | 13) หลอดทดลองขนาดใหญ่ 1 หลอด |
| 7) น้ำแข็ง/น้ำ | 14) ขวดโพลาริสขนาด 500 ml |
| 8) จุกยาง 1 อัน | 15) กระบอกตวง 1 ใบ |
| 9) ไมค์ไฟ/รูป | 16) หัวหนีบยึด 1 อัน |



ข้อ 1. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร และปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

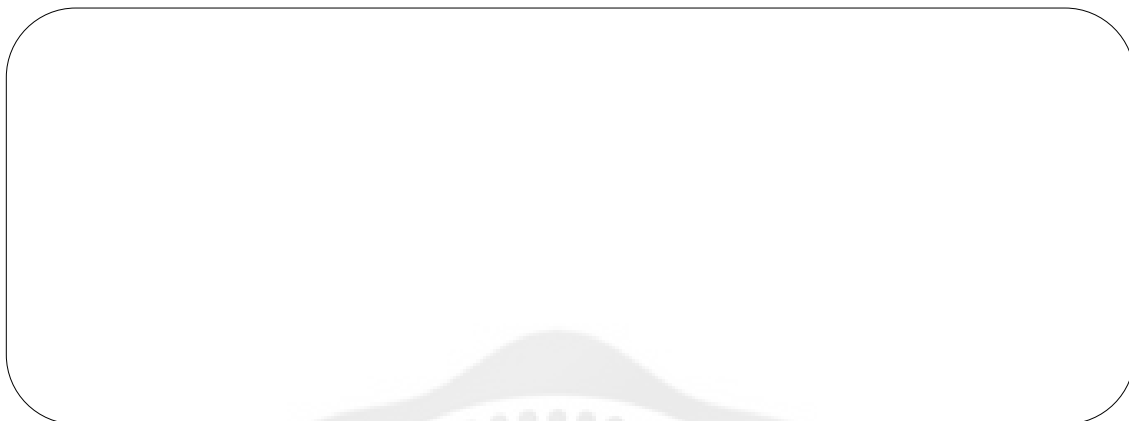
.....

.....

.....

ข้อ 2 ให้นักเรียนออกแบบเครื่องกลั่นอย่างง่าย โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดหรือให้คิดอุปกรณ์เอง (ช่วยกันออกแบบเครื่องกลั่นอย่างง่ายให้ได้มากที่สุด)

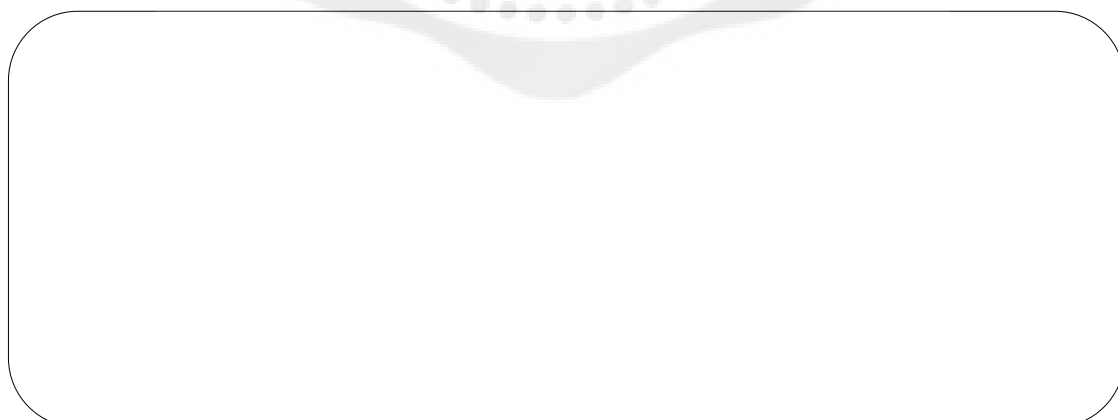
วิธีที่ 1



วิธีที่ 2



วิธีที่ 3



นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีการออกแบบเครื่องกลั่นอย่างง่าย วิธีที่.....

เพราะ.....

.....

ข้อ 3 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการออกแบบเครื่องกลั่นอย่างง่ายจากวิธีที่ตัดสินใจเลือกใน
ข้อ 2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้

3.1 ความรู้ที่นักเรียนต้องใช้.....

.....

3.2 ความรู้ที่นักเรียนต้องแสวงหา.....

.....

3.3 แหล่งการเรียนรู้ที่สืบค้น.....

.....

ข้อ 4 ให้นักเรียนดำเนินการทดลองการกลั่นเอทานอลจากมันสำปะหลังด้วยเครื่องกลั่น
อย่างง่าย ที่ตัดสินใจเลือก



จุดประสงค์การทดลอง.....

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

สมมติฐาน

.....

นิยามเชิงปฏิบัติการ

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบในการทำกิจกรรมนี้มีอะไรบ้าง



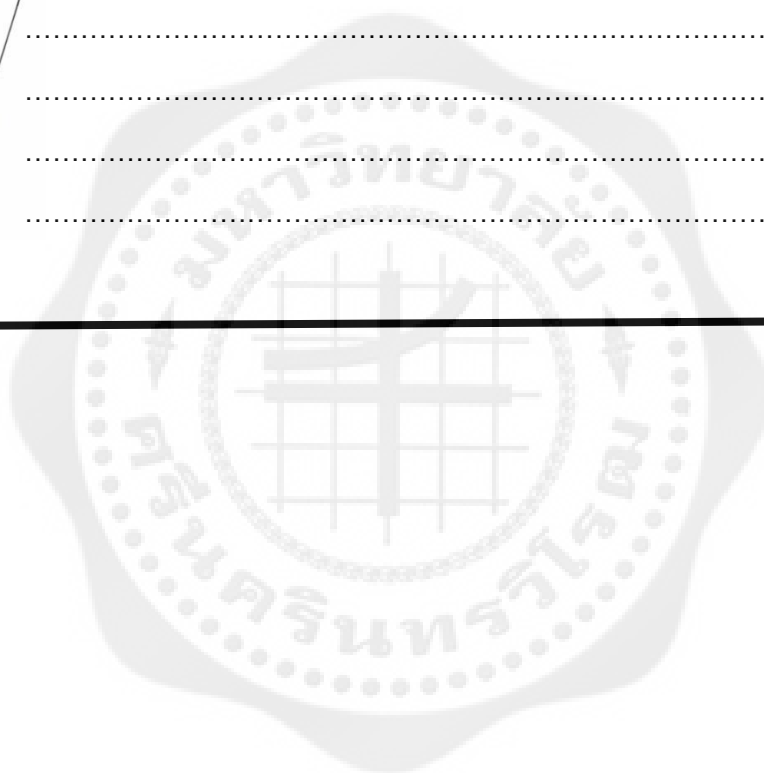
.....

.....

.....

.....

.....





กิจกรรมที่ 4

ถ่านจากเหง้ำมันสำปะหลัง

สมาชิกกลุ่มที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....
 ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....
 ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....
 ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....
 ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....
 ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์แล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งมีการปลูกอย่างแพร่หลาย ให้ผลผลิตเป็นจำนวนมากในแต่ละปี โดยการเก็บเกี่ยวผลผลิตของมันสำปะหลัง มักจะเหลือเหง้ำมันสำปะหลังที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ทิ้งไว้ ตาอินมักจะกองเหง้ำมันสำปะหลังรวมไว้ในพื้นที่เพาะปลูก เพื่อเผาทิ้งไป โดยเปล่าประโยชน์ ยายสมหวังจึงแนะนำ ให้ตาอินนำเหง้ำมันสำปะหลังไปผลิตเป็นถ่าน เพื่อเพิ่มมูลค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด **ถ้านักเรียนเป็นตาอิน จะมีวิธีในการออกแบบการทดลองอย่างไร** โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ ดังนี้

- | | | | |
|---|-------------|---------------------------------|-----------|
| 1) เหง้ำมันสำปะหลังบดละเอียด | 100 กรัม | 7) ครก | 1 อัน |
| 2) แป้งมันสำปะหลัง | 60 กรัม | 8) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล | 1 เครื่อง |
| 3) แป้งข้าวเหนียว | 20 กรัม | 9) กะละมัง | 1 ใบ |
| 4) ชีลื้อย | 20 กรัม | 10) บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร | 1 ใบ |
| 5) น้ำ | 100 กรัม | 11) กระดาษชั่งน้ำหนัก | |
| 6) ท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร | จำนวน 6 อัน | | |



ข้อ 1. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร

.....

ข้อ 2. นักเรียนมีวิธีการออกแบบการทดลองผ่านจากเหง้ามันสำปะหลังอย่างไร? นอกจากอุปกรณ์ที่กำหนด นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ใด? ในการทำผ่านจากมันสำปะหลัง

2.1 วัสดุอุปกรณ์.....

เพราะ.....

2.2 วัสดุอุปกรณ์.....

เพราะ.....

2.3 วัสดุอุปกรณ์.....

เพราะ.....

2.4 วัสดุอุปกรณ์.....

เพราะ.....

ข้อ 3. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการออกแบบการทดลองผ่านจากเหง้ามันสำปะหลัง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้

3.1 ความรู้ที่นักเรียนต้องใช้.....

.....

3.2 ความรู้ที่นักเรียนต้องแสวงหา.....

.....

3.3 แหล่งที่สืบค้น.....

ข้อ 4. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองผ่านจากเหง้ามันสำปะหลัง จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ หรืออุปกรณ์ที่คิดขึ้นเอง



จุดประสงค์การทดลอง.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

สมมติฐาน

.....

นิยามเชิงปฏิบัติการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบในการทำกิจกรรมนี้มีอะไรบ้าง



.....

.....

.....

.....

.....

.....





กิจกรรมที่ 5

ภาชนะโฟมจากมันสำปะหลัง

สมาชิกกลุ่มที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์แล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้

ป้าดาวเรืองเป็นเกษตรกรไร่มันสำปะหลัง ซึ่งจะใช้โฟมในการบรรจุอาหารกลางวันเป็นประจำ วันหนึ่งป้าดาวเรืองได้อ่านข่าวทางหนังสือพิมพ์ พบว่าโฟมหรือพลาสติก เป็นแหล่งสะสมสารสไตรีน คือ สารที่ออกฤทธิ์ทำให้สมองมีเนื้องอก สมองเสื่อม หงุดหงิดง่าย มีผลทำให้ประจำเดือนมาไม่ปกติ และเป็นสารก่อมะเร็ง นอกจากนั้นโฟมหรือพลาสติก ยังเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ต้องนำเข้ากระบวนการกำจัด ซึ่งสิ้นเปลืองพลังงานในการจัดการและยังปล่อยของเสียในระหว่างกระบวนการจัดการออกมาด้วย ป้าดาวเรืองจึงมีความสนใจที่จะนำมันสำปะหลังมาทำเป็นภาชนะโฟม ที่ปลอดภัยและสามารถย่อยสลายได้ง่าย ป้าดาวเรืองจึงไปปรึกษาผู้รู้ด้านไบโอโฟมจากมันสำปะหลัง ถ้านักเรียนเป็นผู้รู้ด้านไบโอโฟมจากมันสำปะหลังจะมีวิธี

ออกแบบภาชนะโฟมจากมันสำปะหลังอย่างไร โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ดังนี้

- | | | | | |
|--------------------|---------------|---------------------|---------------|-----------|
| 1) แป้งมันสำปะหลัง | 80 กรัม | 6) บีกเกอร์ ขนาด | 500 มิลลิลิตร | 1 ใบ |
| 2) น้ำ | 150 มิลลิลิตร | 7) ตู้อบ | | 1 เครื่อง |
| 3) ขุยมะพร้าว | 10 กรัม | 8) กระดาษขึงน้ำหนัก | | |
| 4) แป้งสาลี | 40 กรัม | 9) ถุงมือ | | |
| 5) กระบอกตวง | 1 อัน | | | |



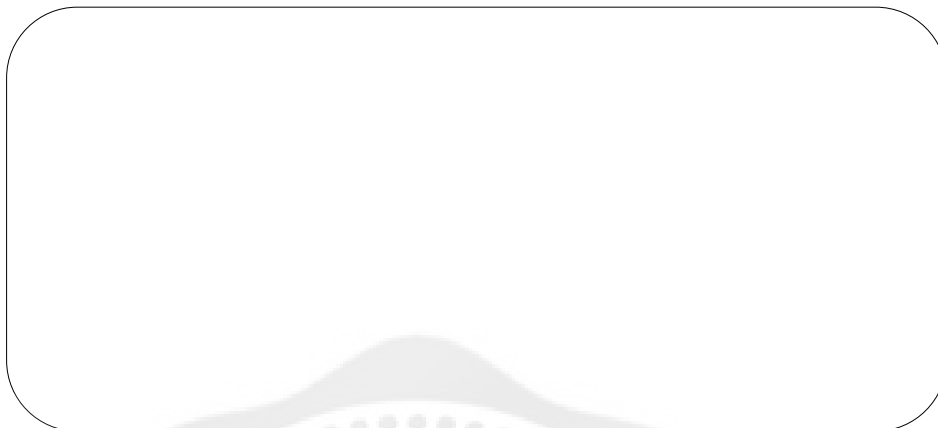
ข้อ 1. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร
ส่งผลกระทบต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อมอย่างไร

.....

.....

ข้อ 2. ให้นักเรียนออกแบบภาษาชะโงมจากมันสำปะหลัง โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดหรือให้
คิดอุปกรณ์เอง (ช่วยกันออกแบบภาษาชะโงมจากมันสำปะหลังให้ได้มากที่สุด)

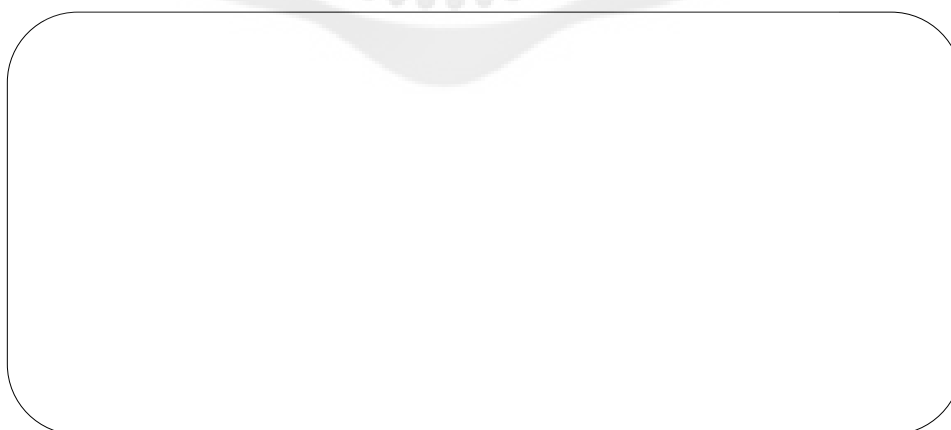
แบบที่ 1



แบบที่ 2



แบบที่ 3



นักเรียนตัดสินใจเลือกแบบภาษาชะโงมจากมันสำปะหลัง แบบที่.....

เพราะ.....

ข้อ 3. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการออกแบบภาษาชะโงมจากมันสำปะหลังจากข้อ 2 ที่
ตัดสินใจเลือก เพื่อศึกษาความเป็นไปได้

3.1 ความรู้ที่นักเรียนต้องใช้.....

.....

3.2 ความรู้ที่นักเรียนต้องแสวงหา.....

.....

3.3 แหล่งที่สืบค้น.....

ข้อ 4. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองภาษาชะโงมจากมันสำปะหลัง จากแบบที่นักเรียน
ตัดสินใจเลือก



จุดประสงค์การทดลอง.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

สมมติฐาน

.....

นิยามเชิงปฏิบัติการ

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบในการทำกิจกรรมนี้มีอะไรบ้าง



.....

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มนัสสำปะหลังสร้างฝัน

เรื่อง แล้วแต่มนัสสำปะหลัง

เวลา 10 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

จากการสำรวจปัญหาและความต้องการของท้องถิ่นเกี่ยวกับมนัสสำปะหลัง ปงบอกถึงสภาพปัญหาของเกษตรกรชาวไร่มนัสสำปะหลังในท้องถิ่น ในด้านผลผลิตและด้านปริมาณการผลิตเป็นอย่างมาก เนื่องจากเกษตรกรขาดความรู้ ความสามารถในการดูแลรักษาและการหาแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้กับมนัสสำปะหลัง ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องหาแนวทางและวิธีการในการแก้ไขปัญหาของมนัสสำปะหลัง เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรให้มีรายได้สูงขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของมนัสสำปะหลังในท้องถิ่นได้
2. นักเรียนสามารถออกแบบและทดลองจากปัญหาจากมนัสสำปะหลังที่กำหนดได้
3. นักเรียนสามารถคิดและเลือกหัวข้อทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตามความสนใจได้อย่างเหมาะสม

เหมาะสม

4. นักเรียนสามารถออกแบบการดำเนินการและลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้
5. นักเรียนสามารถจดบันทึกข้อมูลที่สื่อความหมายชัดเจนและภาษาเข้าใจง่าย

ความสอดคล้องกับตัวชี้วัด

ว 8.1 ม. 4/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ หรือความสนใจ หรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการสำรวจ ตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้ อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม. 4/2 สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับ หรือคาดการณ์สิ่งที่พบ หรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม. 4/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่นปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ และจำนวนครั้งของการสำรวจ ตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างเพียงพอ

ว 8.1 ม. 4/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ว 8.1 ม. 4/8 พิจารณาความน่าเชื่อถือของวิธีการและผลการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้หลักความคลาดเคลื่อน ของการวัดและการสังเกต เสนอแนะการปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม. 4/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ว 8.1 ม. 4/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบายการลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

ว 8.1 ม. 4/11 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างมีเหตุผลใช้พยานหลักฐานอ้างอิงหรือค้นคว้าเพื่อเติม เพื่อหาหลักฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และยอมรับว่าความรู้เดิม อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์ พยานใหม่เพิ่มเติมหรือโต้แย้งจากเดิม ซึ่งท้าทายให้มีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังอันจะนำมาสู่ การยอมรับเป็นความรู้ใหม่

ว 8.1 ม. 4/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระการเรียนรู้

1. แนวทางและวิธีการแก้ปัญหามันสำปะหลังในท้องถิ่น
2. การสร้างสรรค์นวัตกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เรื่องมันสำปะหลัง เพื่อแก้ปัญหาที่เกษตรกรประสบปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญ

1. นักเรียนมีความสามารถในการคิด
2. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
3. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา
4. นักเรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 1 การพัฒนาเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาหมันสำปะหลัง ขั้นตอนกระบวนการวิจัยและการลงมือปฏิบัติในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาทั้ง 5 กิจกรรม ในการทดลอง ออกแบบฐานวางน้ำหยด ถ่านจากเหง้ามันสำปะหลัง เอทานอลจากมันสำปะหลัง การผลิต ภาชนะโฟมจากมันสำปะหลัง และเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

ขั้นทบทวนประสบการณ์ (40 นาที)

2. ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอ เรื่อง ดอกไม้ไส้ตันมันสำปะหลัง

3. นักเรียนวิเคราะห์ “ดอกไม้ไส้ตันมันสำปะหลัง” จากคลิปวิดีโอ ว่าเป็นโครงการวิทยาศาสตร์หรือไม่เพราะอะไร? (แนวการตอบ : เป็นโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทสิ่งประดิษฐ์ เพราะมีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ มีปัญหาแล้วตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และสรุปผล เช่น ผู้ประดิษฐ์มีปัญหาเกี่ยวกับส่วนลำต้นมันสำปะหลังโดยทั่วไปจะไม่ใช้ประโยชน์ ชาวบ้านจึงมักทิ้งไปทำให้เกิดปัญหาขยะ หรือบางกลุ่มมักเผา ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ จึงตั้งสมมติฐานไส้ตันมันสำปะหลังสามารถนำมาประดิษฐ์เป็นดอกไม้รูปแบบต่างๆได้ แล้วทำการทดลองในเรื่องรูปทรงของดอกไม้มันสำปะหลัง แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาประดิษฐ์เป็นดอกไม้จากมันสำปะหลัง)

4. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาวิธีดัดแปลงการออกแบบรูปแบบของดอกไม้จากมันสำปะหลัง ให้ได้จำนวนมากหลากหลาย และแตกต่างจากที่เคยมีมาก่อน แล้วให้นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นระบุปัญหา (50 นาที)

5. ครูให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม เสนอปัญหาของมันสำปะหลังที่พบในท้องถิ่น หรือภายในครอบครัวของนักเรียนที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับมันสำปะหลัง แล้วร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ข้อดีที่เกิดจากการแก้ปัญหา และข้อจำกัดในการแก้ปัญหา ให้ได้จำนวนมาก

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำปัญหา สาเหตุของปัญหา ข้อดีที่เกิดจากการแก้ปัญหา และข้อจำกัดในการแก้ปัญหา ของสมาชิกแต่ละคนมาเขียนแผนผังความคิด ลงในใบงานที่ 10 เรื่อง

ปัญหามันสำปะหลังที่พบในท้องถิ่น แล้วร่วมกันพิจารณาตัดสินใจเลือกปัญหาที่สนใจร่วมกัน 1 เรื่อง พร้อมอธิบายถึงเหตุผลประกอบ

7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาปัญหาที่ตัดสินใจเลือก ว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ ในการนำมาสร้างสรรค์เป็นโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับท้องถิ่น

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นคัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา (50 นาที)

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองใช้เทคนิคการคิดเดี่ยว-คิดคู่-ร่วมกันคิด แต่ละคนคิดวิธีแก้ปัญหาของตนเองให้ได้จำนวนมากแปลกใหม่และแตกต่างจากคนอื่น แล้วจับคู่ร่วมพิจารณาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นว่าวิธีแก้ปัญหานั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร หลังจากนั้นแต่ละคู่นำเสนอผลการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มของตนเอง

9. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหากลุ่มตนเอง โดยแบ่งหน้าที่ในการสืบค้นเป็นหัวข้อ เช่น ข้อดี ข้อเสีย และความเป็นไปได้ โดยคำนึงถึงสภาพท้องถิ่น โดยครูชี้แนะและแนะนำในการหาข้อมูลงานวิจัยเพื่อเป็นแหล่งสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลทั้งในห้องสมุด วารสาร และสื่อออนไลน์ จากหน่วยงานต่างๆ เช่น

- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

www.nstda.or.th/industrial-research/8059-cassava เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูล ด้านปรับปรุงพันธุ์ด้านการจัดการเขตกรรม โรค และแมลง ศัตรูมันสำปะหลัง และด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง เป็นต้น

- โครงการเครือข่ายห้องสมุดในประเทศไทย ThaiLis-Thai Library Integrated System สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา <http://tdc.thailis.or.th/tdc/basic.php>

- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี www.tapiocathai.oorg/03.html

- ศูนย์พัฒนาความรู้ การซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า (สำนักงานคณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า The Agricultural Futures Trading commission AFTC) www.aftc.or.th/itc/download.php

- ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์อิเล็กทรอนิกส์ (e-Theses) library.cmu.ac.th/digital_collection/etheses/index.php

หมายเหตุ ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลนอกเวลาเรียนจากแหล่งข้อมูลห้องสมุด วารสาร และสื่อออนไลน์ จากหน่วยงานต่างๆ โดยครูคอยให้คำปรึกษาและแนะนำ

ชั่วโมงที่ 4-5

ขั้นออกแบบเค้าโครง (100 นาที)

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนที่วางไว้ในการแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือก มาออกแบบวางแผนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์ตามวิธีการวิจัยในกิจกรรมที่ 6 โครงงานวิทยาศาสตร์

ชั่วโมงที่ 6

ขั้นนำเสนอ (50 นาที)

11. ให้นักเรียนออกมาแนะนำเสนอเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์หน้าชั้นเรียน
12. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปรายร่วมกับครู ถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงมือปฏิบัติ

ชั่วโมงที่ 7-9

ระยะที่ 2 การปฏิบัติการทำโครงงาน (150 นาที)

13. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และลงมือทดลอง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์
14. ครูสังเกตและประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียนในขณะที่ทำการทดลอง
15. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาเขียนเป็นรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์ และจัดเตรียมจัดทำโปสเตอร์นำเสนอ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบเพื่อนำเสนอผลงาน

หมายเหตุ การปฏิบัติการทดลองนักเรียนมีการทำนอกเวลาเรียนแล้วในบางขั้นตอน โดยครูให้คำปรึกษาและแนะนำนอกเวลา

ชั่วโมงที่ 10

ระยะที่ 3 การนำเสนอผลงาน (50 นาที)

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ซึ่งจะครูชี้แจงรายละเอียดการนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน โดยครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ประเมินการนำเสนอด้วยวาจา และซักถามเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้
17. ครูให้นักเรียนประเมินกลุ่มของเพื่อน โดยนำสติ๊กเกอร์ไปแปะไว้กลุ่มที่ตนเองชื่นชอบ (กลุ่มใดที่ได้รูปยิ้มมากที่สุด ก็จะได้คะแนน)

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ใบงานที่ 10 เรื่อง ปัญหาหมันสำปะหลังที่พบในท้องถิ่น
2. กิจกรรมที่ 6 โครงการวิทยาศาสตร์

การวัดและการประเมิน

วิธีวัดและประเมินผล	วิธีการประเมิน	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมิน
1. ตรวจใบงานที่ 10 เรื่อง ปัญหาหมันสำปะหลังที่พบในท้องถิ่น	ตรวจใบงานที่ 10	แบบประเมินแผนผังความคิด	ระดับดีขึ้นไป
2. ตรวจกิจกรรมที่ 6 โครงการวิทยาศาสตร์	ตรวจกิจกรรมที่ 6	-แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	ได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การประเมินการเขียนแผนผังความคิด

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
เนื้อหา	ข้อเท็จจริงของเนื้อหาถูกต้องและมีหัวข้อที่สำคัญครบถ้วนทุกประเด็น	ข้อเท็จจริงของเนื้อหาถูกต้องแต่ขาดหัวข้อที่สำคัญ 1-2 ประเด็น	ข้อเท็จจริงของเนื้อหาถูกต้องแต่ขาดหัวข้อที่สำคัญมากกว่า 2 ประเด็น
การนำเสนอ	เขียนความคิดหลัก แล้วแตกสาขาออกเป็นความคิดรอง ความคิดย่อยได้ครบถ้วน ใช้คำเชื่อมโยงระหว่างความคิดได้เข้าใจง่ายและถูกต้อง	เขียนความคิดหลัก แล้วแตกสาขาออกเป็นความคิดรอง ความคิดย่อยได้ไม่ครบถ้วน ขาดหัวข้อที่สำคัญ 1-2 ประเด็น ใช้คำเชื่อมโยงระหว่างความคิดได้เข้าใจง่ายและถูกต้อง	เขียนความคิดหลัก แล้วแตกสาขาออกเป็นความคิดรอง ความคิดย่อยได้ไม่ครบถ้วน ขาดหัวข้อที่สำคัญ มากกว่า 2 ประเด็น ไม่มีคำเชื่อมโยงระหว่างความคิด
ความสวยงามและสร้างสรรค์	จัดวางองค์ประกอบที่ดูแล้วอ่านง่าย ใช้สีตกแต่งได้สวยงามและไม่มีรอยลบขีดฆ่า มีรูปแบบไม่ซ้ำใคร	จัดวางองค์ประกอบที่ดูแล้วอ่านง่าย ใช้สีตกแต่งได้สวยงาม มีรอยลบขีดฆ่า 1-2 ตำแหน่ง มีรูปแบบซ้ำคนอื่น 1-2 คน	จัดวางองค์ประกอบที่ดูแล้วอ่านง่าย ไม่ใช้สีตกแต่ง หรือมีรอยลบขีดฆ่ามากกว่า 2 ตำแหน่ง มีรูปแบบซ้ำคนอื่นมากกว่า 2 คน

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

11-12

ดีมาก

8-10

ดี

5-7

พอใช้

3-5

ปรับปรุง

แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง แบบบันทึกนี้ใช้สำหรับครูเพื่อบันทึกผลการเรียนรู้หลังจากที่ได้จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาหรืออุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....อาจารย์

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

ใบงานที่ 10

เรื่อง ปัญหามันสำปะหลังที่พบในท้องถิ่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแผนผังความคิดแสดงถึงข้อดีและข้อจำกัดในการแก้ปัญหามันสำปะหลังในท้องถิ่น



เลือกปัญหา.....

เพราะ.....

กิจกรรมที่ 6 โครงการวิทยาศาสตร์

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

ชื่อโครงการ.....
 ที่มาและความสำคัญ

.....

วัตถุประสงค์.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

สมมติฐาน.....

.....

.....

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

.....

.....

.....

นิยามปฏิบัติการ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การศึกษาเอกสารและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง (ให้บอกชื่อความรู้ที่ต้องสืบค้น)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

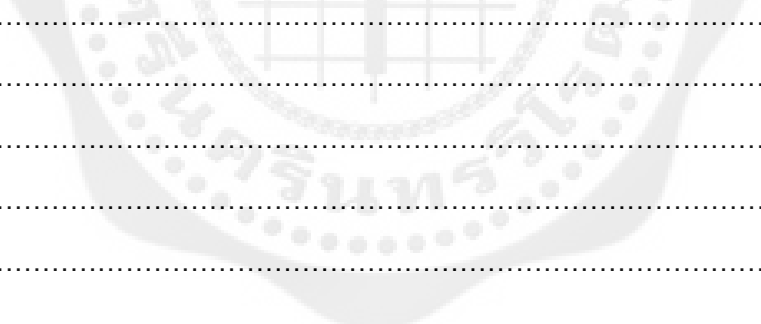
.....

.....

วัสดุและอุปกรณ์



วิธีดำเนินการทดลอง



ตารางบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

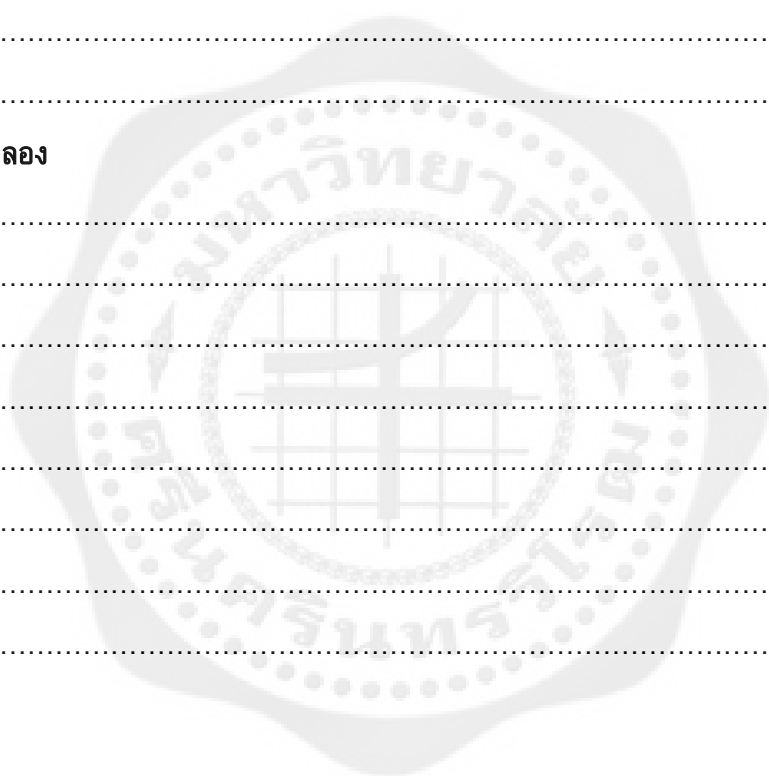
.....

.....

.....

.....

.....



แบบทดสอบความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้สำหรับวัดความสามารถในการเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. แบบทดสอบฉบับนี้ มีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด 1 สถานการณ์ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ ประกอบด้วยประเด็นคำถาม 12 คำถาม ให้นักเรียนเขียนคำตอบให้ครบทุกคำถาม
3. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้เวลาทำ 50 นาที



สถานการณ์ปัญหา

นรินทร์เป็นเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังใน
จังหวัดกาญจนบุรี เมื่อปีที่ผ่านมาไร่มันสำปะหลัง
ของนรินทร์ประสบปัญหาเพลี้ยแป้งคุกคาม ทำ
ให้ผลผลิตเกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก น้ำใจ
จึงแนะนำนรินทร์ว่า ควรแช่ท่อนมันสำปะหลังใน
ไทอะมีโทแซม เพื่อป้องกันการเกิดเพลี้ยแป้งตั้งแต่
ครั้งแรกของการปลูก ถ้าเกิดปัญหาการระบาด
เพลี้ยแป้งหลังจากการปลูกให้ใช้สารฆ่าแมลงฉีด
พ่นทางใบ แต่กรมการเกษตรแนะนำให้ใช้สาร
แทนนิน นรินทร์จึงอยากรู้ว่าระหว่างการแช่ท่อน
พันธุ์ก่อนปลูก การใช้สารฆ่าแมลง และการใช้สาร
แทนนิน จะสามารถกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง
ได้แตกต่างกันอย่างไร

ถ้านักเรียนเป็นนรินทร์จะแก้ปัญหาเพลี้ยแป้ง
คุกคามอย่างไร ให้นักเรียนเขียนเค้าโครงของ
โครงงานวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ดังกล่าว
ข้างต้น

จุดมุ่งหมาย.....

.....

สมมติฐาน.....

.....

ชื่อเรื่อง.....

.....

ที่มาและความสำคัญ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

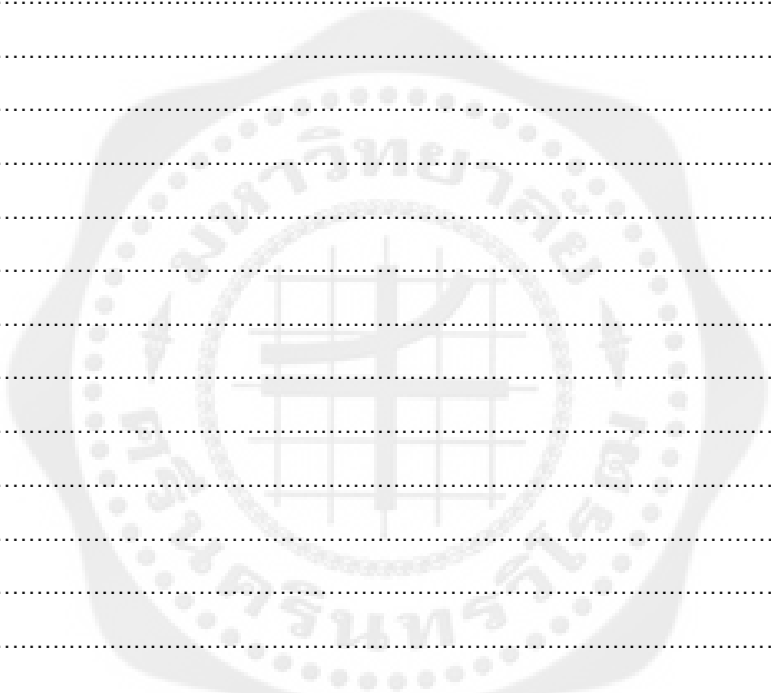
.....

.....

.....

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง



แบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้ใช้สอบถามนักเรียนที่กำลังศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. โปรดอ่านข้อความและทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนที่สุด ใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่าแบบออสกู๊ด (Osgood's Method)
ตัวอย่างเช่น คำถาม ลักษณะของนักเรียน

น่าเกลียด							✓	สวยงาม
	-3	-2	-1	0	1	2	3	

3. แบบวัดเกี่ยวกับการเห็นคุณค่าในตนเอง แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้
ตอนที่ 1 สถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบวัด
ตอนที่ 2 แบบวัดเกี่ยวกับการเห็นคุณค่าในตนเอง
4. ข้อมูลในแบบวัดฉบับนี้จะไม่เกิดผลกระทบต่อผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด

****ขอขอบพระคุณในความกรุณาที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง****

ตอนที่ 1

สถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเอง

คำชี้แจง แบบวัดนี้เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของท่าน เมื่อท่านอ่านข้อความแล้วโปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างหรือเติมข้อความลงในช่องว่าง....ให้ตรงกับความเป็นจริง

1. โรงเรียน.....
2. เพศ ☐ 1.ชาย ☐ 2. หญิง
3. ผลการเรียนเทอมล่าสุด (เกรดเฉลี่ย).....
4. สถานภาพของครอบครัว
 - ☐ 1) อยู่กับบิดามารดา
 - ☐ 2) อยู่กับบิดา
 - ☐ 3) อยู่กับมารดา
 - ☐ 4) ญาติ (ระบุ).....
 - ☐ 5) อื่น.....

ตอนที่ 2

แบบวัดเกี่ยวกับการเห็นคุณค่าในตนเอง

คำชี้แจง นักเรียนโปรดพิจารณาว่าคำคุณศัพท์ที่มีลักษณะตรงกันข้ามเกี่ยวกับการเห็นคุณค่าในตนเองในลักษณะต่างกัน ใช้เวลา 30 นาที แล้วแสดงความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่มีตนเองในด้านต่างๆ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

เกณฑ์การเลือก

เลือกหมายเลข 3 ทางด้านคำคุณศัพท์ทางบวก ถ้านักเรียนมีความรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่งกับคุณศัพท์ทางบวก

เลือกหมายเลข 2 ทางด้านคำคุณศัพท์ทางบวก ถ้านักเรียนมีความรู้สึกเห็นด้วยกับคุณศัพท์ทางบวก

เลือกหมายเลข 1 ทางด้านคำคุณศัพท์ทางบวก ถ้านักเรียนมีความรู้สึกพอใจกับคำคุณศัพท์ทางบวก

เลือกหมายเลข 0 ถ้านักเรียนมีความรู้สึกเฉยๆ กับคำคุณศัพท์นั้น

เลือกหมายเลข -1 ทางด้านคำคุณศัพท์ทางลบ ถ้านักเรียนมีความรู้สึกพอใจกับคำคุณศัพท์ทางลบ

เลือกหมายเลข -2 ทางด้านคำคุณศัพท์ทางลบ ถ้านักเรียนมีความรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่งกับคำคุณศัพท์ทางลบ

เลือกหมายเลข -3 ทางด้านคำคุณศัพท์ทางลบ ถ้านักเรียนมีความรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่งกับคำคุณศัพท์ทางลบ

1. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร “เมื่อเผชิญหน้ากับปัญหาในการทำโครงการ”

รวดเร็ว	3	2	1	0	-1	-2	-3	เชิงบวก
หลีกเลี่ยง	-3	-2	-1	0	1	2	3	ลบ
ล้มเหลว	-3	-2	-1	0	1	2	3	ประสบความสำเร็จ

2. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรกับคำว่า “ความเชื่อมั่นในตนเอง”

อาย	-3	-2	-1	0	1	2	3	กล้าแสดงออก
ผู้นำ	3	2	1	0	-1	-2	-3	ผู้ตาม
ลังเล	-3	-2	-1	0	1	2	3	กล้าตัดสินใจ

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับ “การทำโครงการ”

ดีเยี่ยม	-3	-2	-1	0	1	2	3	ทำหาย
ง่าย	3	2	1	0	-1	-2	-3	ยาก
น่าเบื่อ	-3	-2	-1	0	1	2	3	น่าสนใจ

4. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรใน “การสืบค้นข้อมูลเพื่อค้นหาคำตอบในการแก้ปัญหา”

สนุก	3	2	1	0	-1	-2	-3	เบื่อหน่าย
มุ่งมั่น	3	2	1	0	-1	-2	-3	ผลัดวันประกันพรุ่ง
เกลียด	-3	-2	-1	0	1	2	3	ชอบ

5. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับ “การทำงานกลุ่ม”

มีระบบ	3	2	1	0	-1	-2	-3	ขาดระบบ
เกียวกัณ	-3	-2	-1	0	1	2	3	ร่วมมื่อ
มีความสุข	3	2	1	0	-1	-2	-3	อึดอัดใจ

6. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับ “เพื่อนในชั้นเรียน”

ไม่ยกร่วมงานด้วย	-3	-2	-1	0	1	2	3	อยกร่วมงานด้วย
ถอยห่าง	-3	-2	-1	0	1	2	3	ใกล้ชิด
เป็นมิตร	3	2	1	0	-1	-2	-3	ศัตรู

7. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับ “การนำเสนอผลงานต่อสาธารณะ”

ตื่นเต้น	3	2	1	0	-1	-2	-3	เฉยๆ
ขี้ขลาด	-3	-2	-1	0	1	2	3	เก่ง
เป็นคนขี้อาย	-3	-2	-1	0	1	2	3	เชื่อมั่นในตนเอง

8. ครอบครัวของนักเรียน มีความรู้สึกต่อนักเรียนอย่างไร เกี่ยวกับการเรียน

เพิกเฉย	-3	-2	-1	0	1	2	3	สนับสนุน
ตำหนิ	-3	-2	-1	0	1	2	3	ให้กำลังใจ
ชื่นชม	3	2	1	0	-1	-2	-3	ผิดหวัง

9. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรกับคำว่า “ทัศนคติที่ดีต่อตนเอง”

ขยัน	3	2	1	0	-1	-2	-3	เกียจคร้าน
เขลา	-3	-2	-1	0	1	2	3	เป็นคนฉลาด
ไร้ค่า	-3	-2	-1	0	1	2	3	มีคุณค่า

10. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อ “การสร้างสรรค์ผลงานด้วยตนเอง”

สับสน	-3	-2	-1	0	1	2	3	คิดนอกกรอบ
ล้มเหลว	-3	-2	-1	0	1	2	3	สำเร็จ
ภูมิใจ	3	2	1	0	-1	-2	-3	เฉยๆ

11. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรกับ “การสอนของครูในชั้นเรียน”

เข้าใจง่าย	3	2	1	0	-1	-2	-3	เข้าใจยาก
ใจแคบ	-3	-2	-1	0	1	2	3	ใจกว้าง
ทุ่มเท	3	2	1	0	-1	-2	-3	ละเอียด

12. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับ “การช่วยเหลือบุคคลอื่น”

ไม่มีประโยชน์	-3	-2	-1	0	1	2	3	มีประโยชน์
เต็มใจ	3	2	1	0	-1	-2	-3	เมินเฉย
เสียเวลา	-3	-2	-1	0	1	2	3	ภูมิใจ

13. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อ “งานที่ได้รับมอบหมาย”

เฉื่อยชา	-3	-2	-1	0	1	2	3	กระฉับกระเฉง
----------	----	----	----	---	---	---	---	--------------

ท้อแท้	-3	-2	-1	0	1	2	3	มั่นใจ
--------	----	----	----	---	---	---	---	--------

ดูดี	3	2	1	0	-1	-2	-3	ซีเห่อ
------	---	---	---	---	----	----	----	--------

14. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับ “บุคลิภาพของตนเอง”

เพิกเฉยตาม	-3	-2	-1	0	1	2	3	กระตือรือร้น
------------	----	----	----	---	---	---	---	--------------

คลาดเคลื่อน	-3	-2	-1	0	1	2	3	ตรงเป้าหมาย
-------------	----	----	----	---	---	---	---	-------------

เป้าหมาย

จริงจัง	3	2	1	0	-1	-2	-3	สบาย
---------	---	---	---	---	----	----	----	------

15. นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับคำว่า “ความรับผิดชอบในด้านการเรียน”

ส่งงานไม่ทันเวลา	-3	-2	-1	0	1	2	3	ทำงานเสร็จทันเวลา
------------------	----	----	----	---	---	---	---	-------------------

ทำงานมีประสิทธิภาพ	3	2	1	0	-1	-2	-3	ไร้ประสิทธิภาพ
--------------------	---	---	---	---	----	----	----	----------------

ถูกตำหนิ	-3	-2	-1	0	1	2	3	ได้รับคำชื่นชม
----------	----	----	----	---	---	---	---	----------------

16. นักเรียนมีรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับ “การทำบทปฏิบัติการ ในชั้นเรียน”

ไม่มีการวางแผน	-3	-2	-1	0	1	2	3	มีการวางแผน
----------------	----	----	----	---	---	---	---	-------------

สับสน	-3	-2	-1	0	1	2	3	ละเอียดรอบคอบ
-------	----	----	----	---	---	---	---	---------------

ชอบ	3	2	1	0	-1	-2	-3	ไม่ชอบ
-----	---	---	---	---	----	----	----	--------

17. เพื่อนในชั้นเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อนักเรียน

เกลียด	-3	-2	-1	0	1	2	3	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดี
ไม่สำคัญ	-3	-2	-1	0	1	2	3	สำคัญ
จริงใจ	3	2	1	0	-1	-2	-3	หลอกลวง

18. นักเรียนมีความรู้สึกเกี่ยวกับ “การสอนของครู”

รู้สึกเบื่อ	-3	-2	-1	0	1	2	3	ตื่นตัว
ดีเยี่ยม	3	2	1	0	-1	-2	-3	ปรับปรุง
ล่าช้า	-3	-2	-1	0	1	2	3	ก้าวหน้า

19. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับ “โรงเรียน”

เมินเฉย	-3	-2	-1	0	1	2	3	กระตุ้น
เอาใจใส่	3	2	1	0	-1	-2	-3	ปล่อยปะ
เข้มงวด	-3	-2	-1	0	1	2	3	อบอุ่น

20. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับ “การประยุกต์ความรู้เพื่อนำมาใช้”

แก้ปัญหาไม่เป็น	-3	-2	-1	0	1	2	3	แก้ปัญหาได้
รอบรู้	3	2	1	0	-1	-2	-3	ไม่รอบรู้
เอาตัวไม่รอด	-3	-2	-1	0	1	2	3	เอาตัวรอดได้



ภาคผนวก ซ

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และตัวอย่างผลงานนักเรียน

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้



กิจกรรมการศึกษาเอกสารงานวิจัยมันสำปะหลังของนักวิจัยไทย



กิจกรรมการออกแบบฐานวางน้ำหยด



กิจกรรมการทดลองเอทานอลจากมันสำปะหลัง

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

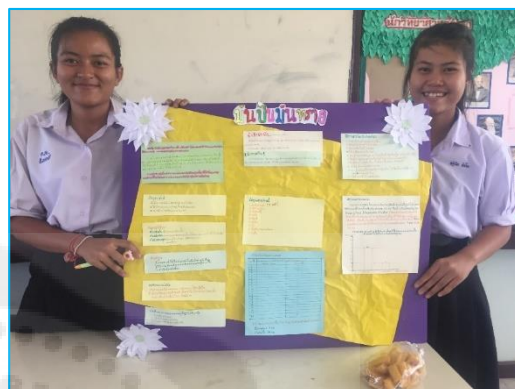


กิจกรรมการทดลองออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

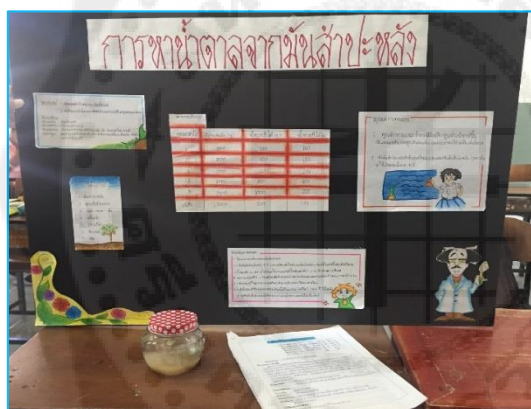
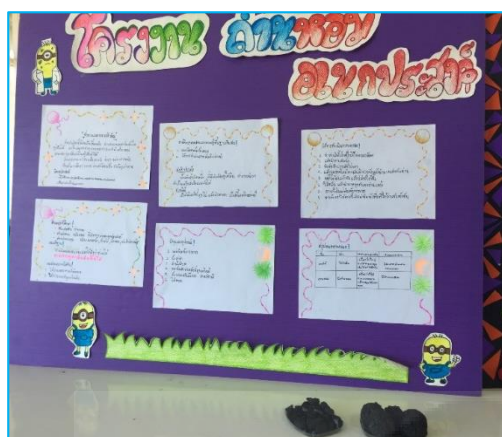


กิจกรรมการทดลองถ่านจากเหง้ามันสำปะหลังและภาชนะโฟมจากมันสำปะหลัง

ภาพการนำเสนอผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์



ภาพกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน



วิธีดำเนินการทดลอง

1. นำ ส้มล้างให้สะอาดปอกเปลือก ชำแหละให้สะอาด
2. นำ ส้มตำในน้ำ ใส่น้ำ
3. นำ น้ำส้มตำ ทำ น้ำตาลทราย
4. นำ น้ำส้มตำ น้ำตาลทราย
5. นำไปสำรวจ เพื่อหา ความนิยมของนักเรียนโรงเรียนโกลาเจริญวิทยา (แบบสุ่ม)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลำดับ	ชนิดของเครื่องดื่ม		6	✓	13	✓
	น้ำส้มตำ	น้ำส้มตำ				
1	✓	✓	7		14	✓
2	✓	✓	8		15	✓
3	✓	✓	9		16	✓
4	✓	✓	10	✓	17	✓
5	✓	✓	11	✓	18	✓
			12	✓	19	✓
					20	✓

สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจ ความนิยมของ นักเรียนที่ใช้ น้ำส้มตำและน้ำส้มตำ ได้ผลสรุป ว่า
 นักเรียนที่ชอบ น้ำส้มตำที่ใช้ น้ำส้มตำมากกว่า สดชื่น นักเรียนที่ชอบ น้ำส้มตำประมาณ 30%
 นักเรียนที่ชอบ น้ำส้มตำประมาณ 70%



กิจกรรมที่ 4

ถ่านจากเหง้ามันสำปะหลัง

สมาชิกกลุ่มที่.....

ชื่อ-นามสกุล นาย จิรพงษ์ ใจดี เลขที่ 2

ชื่อ-นามสกุล นางสาวเกติ ศิริพุดา เลขที่ 10

ชื่อ-นามสกุล พงศกร รามทอง นก เลขที่ 11

ชื่อ-นามสกุล นันทกานต์ ใจดี นนทวงษ์ เลขที่ 12

ชื่อ-นามสกุล นนทกานต์ ใจดี อังชัญ เลขที่ 25

ชื่อ-นามสกุล พงศกร ใจดี นนทวงษ์ เลขที่ 19

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์แล้วตอบคำถามดังต่อไปนี้

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งมีการปลูกอย่างแพร่หลาย ให้ผลผลิตเป็นจำนวนมากในแต่ละปี โดยการเก็บเกี่ยวผลผลิตของมันสำปะหลัง มักจะเหลือเหง้ามันสำปะหลังที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ทิ้งไว้ ตาอินมักจะกองเหง้ามันสำปะหลังรวมไว้ในพื้นที่เพาะปลูก เพื่อเผาทิ้งไป โดยเปล่าประโยชน์ ยายสมหวังจึงแนะนำ ให้ตาอินนำเหง้ามันสำปะหลังไปผลิตเป็นถ่าน เพื่อเพิ่มมูลค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด ถ้านักเรียนเป็นตาอิน จะมีวิธีการออกแบบการทดลองอย่างไร โดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ ดังนี้

- | | | | |
|---|-------------|---------------------------------|-----------|
| 1) เหง้ามันสำปะหลังบดละเอียด | 100 กรัม | 7) ครก | 1 อัน |
| 2) แป้งมันสำปะหลัง | 60 กรัม | 8) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล | 1 เครื่อง |
| 3) แป้งข้าวเหนียว | 20 กรัม | 9) กะละมัง | 1 ใบ |
| 4) ซีลี้อย | 20 กรัม | 10) บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร | 1 ใบ |
| 5) น้ำ | 100 กรัม | 11) กระดาษชั่งน้ำหนัก | |
| 6) ท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร | จำนวน 6 อัน | | |



ข้อ 1. จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร ส่งผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมอย่างไร

จากการเผาเหง้ามันสำปะหลัง ทำให้ดินเสื่อมสภาพ
ทำให้ปลูกผลผลิตไม่เจริญเติบโต

ข้อ 2. นักเรียนมีวิธีการออกแบบการทดลองต้านจากเหง้ามันสำปะหลังอย่างไร? นอกจากอุปกรณ์ที่กำหนด นักเรียนจะเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ใด? ในการต้านจากมันสำปะหลัง

- 2.1 วัสดุอุปกรณ์... ไม้จิ้มฟัน 10 อัน
 เพราะ... ทำให้ง่ายต่อการนำเหง้ามันสำปะหลังไปตัดเป็นรูปร่างที่สะดวก
- 2.2 วัสดุอุปกรณ์... ไม้จิ้มฟัน 10 อัน
 เพราะ... ทำให้ง่ายต่อการนำเหง้ามันสำปะหลังไปตัดเป็นรูปร่างที่สะดวก
- 2.3 วัสดุอุปกรณ์... ไม้จิ้มฟัน 10 อัน
 เพราะ... ทำให้ง่ายต่อการนำเหง้ามันสำปะหลังไปตัดเป็นรูปร่างที่สะดวก
- 2.4 วัสดุอุปกรณ์... ไม้จิ้มฟัน 10 อัน
 เพราะ... ทำให้ง่ายต่อการนำเหง้ามันสำปะหลังไปตัดเป็นรูปร่างที่สะดวก

ข้อ 3. ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการออกแบบการทดลองต้านจากเหง้ามันสำปะหลัง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้

3.1 ความรู้ที่นักเรียนต้องใช้... ปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับรดน้ำต้นมันสำปะหลัง
 10 ลิตร และ 10 ลิตร

3.2 ความรู้ที่นักเรียนต้องแสวงหา... ศึกษาเรื่องเนื้อเยื่อพืชและการทำงานของเซลล์พืช
 และ จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดิน

3.3 แหล่งที่สืบค้น... อินเทอร์เน็ต

ข้อ 4. ให้นักเรียนดำเนินการทดลองต้านจากเหง้ามันสำปะหลัง จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ หรืออุปกรณ์ที่คิดขึ้นเอง



จุดประสงค์การทดลอง... ศึกษาเรื่องเนื้อเยื่อพืชและการทำงานของเซลล์พืช

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ... ปริมาณน้ำที่ใช้รดน้ำต้นมันสำปะหลัง

ตัวแปรตาม... การเจริญเติบโตของต้นมันสำปะหลัง

ตัวแปรควบคุม... ปริมาณน้ำที่ใช้รดน้ำต้นมันสำปะหลัง

สมมติฐาน

สามารถปลูกไม้ได้หรือทำถ้ำไม้ไม่ได้

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ผงดำนจากหน้าชั้น คือ - เป็นต้นลำไม้ที่ชาวไร่ปลูกไว้
ทำถ้ำให้มาเข้าและได้ผงดำน
หน้าชั้นเดียว คือ - เป็นไม้ทำจากไม้หัวไม้สี่ปี
ผล

ขั้นตอนการทดลอง

นำดินไปปลูกต้นไม้ให้

บันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่ 1	ถ้ำไม้กินไม้ได้อีก ไม้ ค่อยๆโต
ครั้งที่ 2	ถ้ำ ไม้กินไม้ได้อีก
ครั้งที่ 3	สามารถ ใช้งานไม้ได้เป็นถ้ำอีก หนึ่งจากถ้ำ สามารถใช้ไม้ ได้เป็นถ้ำอีก

สรุปผลการทดลอง

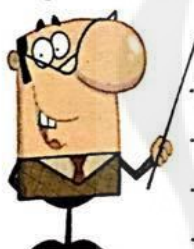
สามารถใส่ไข่ใส่ลงในไข่ได้ แต่ ไข่แดง

อภิปรายผลการทดลอง

สามารถใส่ไข่ได้จนเต็มไข่ได้

- ไข่เป็ด
- ไข่ไก่
- ไข่ไก่

ปัญหาที่พบในการทำกิจกรรมนี้มีอะไรบ้าง



ไข่แดง

ชื่อ-นามสกุล นายสาวิตรี วัฒนธนา ปล่อยกลาง.....ชั้น..... 411.....เลขที่..... 83.....

ใบงานที่ 7

เรื่อง



การผลิตด้านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านหังมันดำปะหลัง

คำชี้แจง นักเรียนศึกษางานวิจัยเรื่อง การผลิตด้านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านหังมันดำปะหลัง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปัญหาที่พบ จึงต้องทำวิจัยเรื่องนี้
จากลักษณะของถ่านอัดแท่งที่พบในท้องตลาดซึ่งมีคุณภาพต่ำและราคาแพง
จึงต้องการหาวิธีผลิตถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพดีและราคาถูก
2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้
- เพื่อหาวิธีการผลิตถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพดีและราคาถูก
- เพื่อศึกษาวิธีการผลิตถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพดีและราคาถูก
3. ตัวแปรอิสระ กะลามะพร้าว, เหนือมันดำปะหลัง
ตัวแปรตาม ถ่านอัดแท่ง
4. สมมติฐานของงานวิจัยนี้
กะลามะพร้าวใช้ได้ดีกว่าเหนือนมันดำปะหลัง
เหนือนมันดำปะหลังใช้ได้ดีกว่ากะลามะพร้าว
5. วิเคราะห์ผลการวิจัย ว่าเป็นอย่างไร
อัตราส่วนผลสัมฤทธิ์ของถ่านอัดแท่ง 3 ส่วนต่อ 1 ส่วนของ
มันดำปะหลัง 2 ส่วน จะทำให้ได้ถ่านอัดแท่ง 5,003 กิโลกรัม
6. ประเด็นสำคัญของการวิจัยนี้ เป็นอย่างไร
การทดลองใช้ถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพดีและราคาถูก
เพื่อหาวิธีการผลิตถ่านอัดแท่งที่มีคุณภาพดีและราคาถูก
มันดำปะหลังเป็นต้นแบบหลัก



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นิลาวรรณ ทรงครุฑ
วัน เดือน ปีเกิด	21 ธันวาคม 2535
สถานที่เกิด	อ.เมือง จ.นครสวรรค์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	3/1 หมู่ 5 ต.ตะคร้อ อ.ไพศาลี จ.นครสวรรค์ 60220

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2553	มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จาก โรงเรียนตะคร้อพิทยา จ.นครสวรรค์
พ.ศ.2557	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2561	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ วิชาเอกวิทยาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร