การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

DEVELOPMENT OF LOCAL SCIENTIFIC ACTIVITY MODULES ON THE APPLICATION OF AN EBONY FERMENTED SOLUTION TO ENHANCE SCIENCE PROJECT ABILITY OF MATHAYOM 2 STUDENTS

จักรพงษ์ บุญตันจีน[1*], พิทักษ์ อยู่มี[2] และ อุไรวรรณ วิจารณกุล[3]

Jakarapong Boontangeen[1], Pitak Yoomee[2] and Uriwan Vijaranakul[3]

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 ต.พลายชุมพล อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000[1,2,3]

Pibulsongkram Rajabhat University, 156 Plai Chumphon Sub – district, Mueang Phitsanulok District, Phitsanulok Province 65000[1,2,3]

*Corresponding author E–mail: morjakapong@gmail.com

(Received: Jul 16, 2018; Revised: Nov 12, 2018; Accepted: Nov 13, 2018)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องวิทยาศาสตร์ในด้านการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโกของชาวบ้านในจังหวัดเชียงใหม่ 2) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นที่ส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 3) ศึกษาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นที่ได้สร้างขึ้น ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ชาวบ้านจากหมู่บ้านใน 5 อำเภอ ของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 50 คน ที่มีอาชีพในการใช้ประโยชน์จากน้ำตะโก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัยจำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์การใช้ประโยชน์จากน้ำตะโก 2) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น 3) แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ 1) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) 2) ค่าร้อยละ (%) 3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า 1) ชาวบ้านในแต่ละ อำเภอ แต่ละหมู่บ้าน

---

[1] *นักศึกษาหลักสูตรหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์*

[2] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์*

[3] *รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์*

มีการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโกในลักษณะที่ต่างกัน คือ กลุ่มที่ 1 ทำให้วัสดุมีความเหนียว ไม่เปื่อย ยุ่ยง่าย กลุ่มที่ 2 กันเชื้อรากันแมลง กลุ่มที่ 3 ช่วยในการติดสี 2) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น เรื่องการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ค่า E_1/E_2 เท่ากับ 86.33/83.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ที่ได้รับการสอนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับต้นตะโกสามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับต้นตะโกซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น จากการประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มพบว่ามีนักเรียนมีความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 โครงงาน และความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดี จำนวน 9 โครงงาน

คำสำคัญ: โครงงานวิทยาศาสตร์, ภูมิปัญญาท้องถิ่น, ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ABSTRACT

The objectives of this research were to investigate scientific local wisdom on the exploitation of the ebony fermented solution of villagers in Chiang Mai Province, to develop and test the efficiency of the local scientific activity modules to enhance science project ability of Mathayom 2 students, and to examine the ability to conduct science projects of Mathayom 2 students after implementing the constructed modules. The population included 50 villagers involved in careers relating to the exploitation of the solution in five districts in the province and 400 Mathayom 2 students from Montfort College. The research instruments consisted of an interview on the solution exploitation, scientific activity modules and local wisdom, and an assessment on science project ability. The data were statistically analyzed for mean, percentage and standard deviation. The research results reveal that different villagers in different districts applied the solution for different purposes, which could be divided into those using it as a toughening agent, those using it as a mold and insect repellent substance, and those using it as a dye fixative. The efficiency (E_1/E_2) of the scientific activity modules for Mathayom 2 students was 86.33/83.30, which is higher than the predetermined criterion. The 30 student samples taught by using the modules were able to create science projects about the ebony (Diospyros rhodocalyx), which is considered a local wisdom. From assessing the science project ability of the students, it is found that one project was rated at an excellent level and nine projects were rated at a good level.

KEYWORDS: Science Project, Local Wisdom, Scientific Activity Module

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในหมวดที่ 4 ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการศึกษาว่าต้องยึดหลักนักเรียนให้มีความรู้ ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการการเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ตลอดจนจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542)

จากผลการติดตามการใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) พบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะและความสามารถในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและเรียนรู้จากการปฏิบัติทดลอง ทักษะและความสามารถในการคิดรูปแบบต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การคิดสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ

โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัยเป็นโรงเรียนที่มีชื่อเสียงในจังหวัดเชียงใหม่ นักเรียนบางส่วนเป็นนักเรียนที่เก่ง แต่เก่งแบบท่องจำ ยังขาดในเรื่องการคิดวิเคราะห์ คิดเชิงสร้างสรรค์ โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (จักรพงษ์ บุญตันจีน, 2553) และได้สอดคล้องกับ กระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2559) ได้รายงานว่าประเทศไทยประสบปัญหาด้านการพัฒนาคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ต่ำ ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบ PISA และ TIMSS ที่อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ ที่อยู่ในกลุ่ม OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่เข้าใจบทเรียนอย่างแท้จริง เรียนแบบท่องจำ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมต่อความรู้เป็นภาพใหญ่ได้และไม่สามารถนำบทเรียนนั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ โรงเรียนจึงพยามยามที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในชั่วโมงเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แต่อาจไม่เพียงพอในการฝึก จึงส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ในชั่วโมงชมรมกับครูที่ปรึกษาเพื่อเพิ่มพูนและพัฒนาการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนก็ไม่สามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจาก นักเรียน ยังขาดประสบการณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะการได้มาซึ่งหัวข้อโครงงานและกระบวนการขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นมากในการจัดการเรียนการสอน (วนัชภรณ์ ปิ่งพรม และกัญญารัตน์ โคจร, 2561) เนื่องจากการเรียนการสอนในห้องเรียนอย่างเดียวย่อมไม่เพียงพอ ดังนั้นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ จึงเป็นส่วนเสริมการเรียนการสอนช่วยให้ความมุ่งหมายของการศึกษาบรรลุผลสำเร็จอย่างสมบูรณ์ และจะเป็นวิถีทางที่จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสแสวงหาประสบการณ์ด้วยตนเอง จากเหตุผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า รูปแบบ

การจัดการเรียนรู้ในชุดกิจกรรมสามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น เพราะนักเรียนสามารถค้นหาคำตอบของปัญหาที่ตนเองสงสัยโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากชุดกิจกรรม และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นการบรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นนักเรียนรู้และค้นพบด้วยตนเอง (สายชล รื่นรวย, 2556)

อิ่งไปกว่านั้นหากนำวิทยาศาสตร์มาประยุกต์หรือผสมผสานกับองค์ความรู้ความสามารถ และทักษะการดำรงชีวิตของคนในท้องถิ่น หรือที่เรียกว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นแล้วนั้นจะย่อมทำให้เกิดการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ได้อีกทางหนึ่ง (วีระพงษ์ แสงชูโต, 2552) ซึ่งการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวสามารถที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ดังนั้นถ้านำภูมิปัญญาที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่นมายกตัวอย่างหรือเป็นกรณีศึกษาให้นักเรียนหรือเยาวชนในท้องถิ่นเหล่านั้นได้ศึกษาทั้งในแง่ศิลปวัฒนธรรมวิถีชีวิตขณะเดียวกันก็นำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายให้เห็นภาพชัดเจนไปด้วย ก็น่าจะเป็นการเติมเต็มความรู้ให้กับเยาวชน ทำให้เห็นคุณค่าของภูมิปัญญาหรือวิทยาศาสตร์พื้นบ้าน อีกทั้งนักเรียนที่ได้ศึกษาองค์ความรู้ทางภูมิปัญญาท้องถิ่นอาจจะเป็นแนวทางในการคิดหัวข้อโครงงานและกระบวนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ตลอดจนส่งเสริมการนำผลงานเข้าร่วมประกวดในระดับต่อ ๆ ไป

น้ำหมักตะโกเป็นน้ำหมักที่ชาวบ้านนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ตามวิถีชีวิตชุมชน ซึ่งเป็นการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ใกล้ตัวสัมผัสได้ และแฝงไปด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และอีกทั้งเป็นการปลูกจิตสำนึกให้นักเรียนได้เกิดความรักและความหวงแหนต่อภูมิปัญญาท้องถิ่น มิให้สูญหาย และสอดคล้องกับ วีระพงษ์ แสง-ชูโต (2552) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน มีความจำเป็นในการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาสอดแทรกผสมผสานกับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความรู้ทักษะและเจตคติของนักเรียน รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ชีวิตจริงในวิถีชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นแหล่งความรู้ จึงเป็นสิ่งที่มีคุณค่ายิ่งที่ครูควรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโกที่เกี่ยวข้องวิทยาศาสตร์ของชาวบ้านในจังหวัดเชียงใหม่

2. เพื่อพัฒนา และหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นที่ ส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2

3. ศึกษาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้สร้างขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ชาวบ้านจากหมู่บ้านใน 5 อำเภอในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ 1) อำเภอสันกำแพง 2) อำเภอสารภี 3) อำเภอแม่แจ่ม 4) อำเภอจอมทอง5) อำเภอดอยสะเก็ด ที่ยึดอาชีพในการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1–2/8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่

ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. ความรู้ทางภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับต้นตะโกและน้ำหมักตะโก

2. ชุดกิจกรรมการการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น

3. ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมภูมิปัญญาเกี่ยวกับต้นตะโก

ขอบเขตด้านพื้นที่สำรวจภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก

พื้นที่สำรวจภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก คือ หมู่บ้านใน 5 อำเภอของจังหวัดเชียงใหม่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

1. ประชากรในด้านการสำรวจเป็นประชากรจากหมู่บ้าน 5 อำเภอ ในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีอาชีพในการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก ได้แก่ 1) อำเภอสันกำแพง 2) อำเภอสารภี 3) อำเภอแม่แจ่ม 4) อำเภอจอมทอง 5) อำเภอดอยสะเก็ด

2. ประชากรในด้านการทดลองครั้งนี้เป็นชาวบ้าน 5 อำเภอในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีอาชีพใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก จำนวน 50 คน

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 – 2/8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 400 คน

กลุ่มตัวอย่าง

1. ชาวบ้าน 5 อำเภอในจังหวัดเชียงใหม่ที่มีอาชีพใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโกโดยใช้วิธีการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 25 คน

2. เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8 ห้องเรียน Gifted วิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จำนวน 30 คน ที่จะต้องพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นในชมรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

ขั้นตอนการทำวิจัย

1. ศึกษาสำรวจภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโกของชาวบ้านในเขต 5 อำเภอ ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling)

2. พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นที่ส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. ศึกษาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ได้สร้างขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์การใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก

2. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

3. แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. การสร้างแบบสัมภาษณ์

1.1 ศึกษาแหล่งวิทยาการในชุมชนเพื่อนำข้อมูลมาสร้างแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก

1.2 ศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นจากงานวิทยานิพนธ์

1.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก

1.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้อง (Index of Congruency: IOC) ความถูกต้อง ของเนื้อหา วัตถุประสงค์กิจกรรม แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยผลค่าดรรชนีความสอดคล้องที่สร้างขึ้นมีค่าเป็น 1.00

1.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยตรวจสอบอีกครั้งเพื่อความถูกต้องก่อนนำไปใช้จริง

2. การสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสร้างชุดกิจกรรมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2.2 สร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นที่ส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากกฤษณีย์ ปิตุรัตน์ (2548) ประกอบด้วย

2.2.1 ชื่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

2.2.2 จุดประสงค์ของการทำชุดกิจกรรม

2.2.3 การ์ตูนเกี่ยวกับการทำน้ำหมักตะโก

2.2.4 ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก

2.2.5 กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

2.2.6 กิจกรรมฝึกการออกแบบการทดลอง

2.2.7 กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

2.3 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นไปหาคุณภาพของชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประเมินความสอดคล้องโดยผลค่าดรรชนีความสอดคล้องที่สร้างขึ้นมีค่าเป็น 0.94

2.4 นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สร้างขึ้นที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ

3. แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมาย เกณฑ์ในการพิจารณาประเมินและแบบประเมินโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาและสถาบันต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

3.2 สร้างแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยดัดแปลงมาจากแบบประเมินคุณภาพโครงงานวิทยาศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2536) แบบประเมินคุณภาพโครงงานวิทยาศาสตร์ของ นิตยา บุญตัน (2541) และแบบประเมินโครงงานทางภูมิปัญญาล้านนาของ ยุรธร จีนาและวิภาดา ญาณสาร (2555) มีคะแนน 100 คะแนนประกอบด้วย

ด้านที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำ โครงงาน 10 คะแนน

ด้านที่ 2 การศึกษาเอกสารและแหล่งข้อมูล 10 คะแนน

ด้านที่ 3 การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน 10 คะแนน

ด้านที่ 4 การลงมือทำโครงงาน 40 คะแนน แบ่งเป็น

(1) การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 20 คะแนน

(2) ความรู้ความเข้าใจในการทำโครงงาน 20 คะแนน

ด้านที่ 5 การเขียนรายงาน 10 คะแนน

ด้านที่ 6 การเสนอผลงานและจัดแสดงโครงงาน 20 คะแนน แบ่งเป็น

(1) การจัดแสดงโครงงาน 10 คะแนน

(2) การอภิปรายปากเปล่า 10 คะแนน

3.3 นำแบบประเมินการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้อง (IOC) ความถูกต้องของเนื้อหา วัตถุประสงค์กิจกรรม แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ซึ่งผลค่าดรรชนีความสอดคล้องที่สร้างขึ้นมีค่าเป็น 1.00

3.4 นำแบบประเมินในการประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ประเมินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 42 คน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริงกับประชากรที่ต้องทำการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยมีแนวทางในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ โดย ใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2. ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3. วิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของแบบประเมินการส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดย ใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. หาคุณภาพของชุดกิจกรรม โดยการเปรียบเทียบค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการในแต่ละบทกับค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบวัดผลด้านความรู้หลังการเรียนด้วยบทปฏิบัติการ นำผลมาเปรียบเทียบและหาคุณภาพตามเกณฑ์ (E_1 / E_2) (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

2. หาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จากแบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการใช้ชุดกิจกรรม โดยการประเมินมี 6 ด้าน ดังต่อไปนี้

ด้านที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงงาน

ด้านที่ 2 การศึกษาเอกสารและแหล่งข้อมูล

ด้านที่ 3 การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน

ด้านที่ 4 การลงมือทำโครงงาน

ด้านที่ 5 การเขียนรายงาน

ด้านที่ 6 การเสนอผลงานและจัดแสดงโครงงาน แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

81 – 100 หมายถึง ระดับ ดีมาก

71 – 80 หมายถึง ระดับ ดี

61 – 70 หมายถึง ระดับ ปานกลาง

51 – 60 หมายถึง ระดับ น้อย

0 – 50 หมายถึง ระดับ น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 จากการสำรวจภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก พบว่า ชาวบ้านทั้ง 5 อำเภอ ใช้น้ำหมักตะโก มาทำประโยชน์ดังต่อไปนี้ 1) น้ำหมักตะโกเคลือบร่มกระดาษสา 2) ใช้น้ำหมักตะโกเคลือบหมวกกะโหล่ 3) ใช้น้ำหมักตะโกเคลือบจักสาน 4) ใช้น้ำหมักตะโกในการย้อมเส้นด้ายทำผ้าสบง 5) การใช้น้ำหมักตะโกเคลือบไพลคา 6) ใช้น้ำหมักตะโกเคลือบกระดาษสำหรับใช้ห่อมะม่วง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการสำรวจภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำตะโกของชาวบ้านในจังหวัดเชียงใหม่และที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	การใช้ประโยชน์จากน้ำตะโก	ภูมิปัญญาที่พบ
บ้านบ่อสร้าง	ต้นเปา	สันกำแพง	การทำร่มที่เคลือบน้ำหมักตะโก	1. ร่มสามารถกันฝนกันน้ำได้ 2. กระดาษจะไม่มีการเปราะและหลุดออกจากซี่ร่ม
บ้านสันเหนือ	สันกำแพง	สันกำแพง	การทำหมวกกะโหล่ที่เคลือบน้ำหมักตะโก	ทำให้กระดาษสา มีความเหนียวไม่แตกเปราะง่ายเมื่อนำหมวกไปอบและสามารถกันน้ำได้
บ้านเทพาราม	ไชยสถาน	สารภี	น้ำหมักตะโกเคลือบผลิตภัณฑ์จักสาน	ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งและสามารถกันมอดและกันรา
บ้านท้องฝ้าย	ช่างเคิ่ง	แม่แจ่ม	การย้อมเส้นฝ้ายทำผ้าสบง	1. ปรับสีขมิ้นให้เป็นสีเข้มขึ้น 2. ทำให้สีติดทนทานไม่ซีดเร็วและเหนียว
บ้านหัวเสือ	บ้านหลวง	จอมทอง	การใช้น้ำหมักตะโกเคลือบไพลคา	1. ป้องกันราเป็นสาเหตุทำให้คาย่อยสลายง่าย 2. ทำให้คายึดติดกันแน่น
บ้านสันต้นม่วง	สำราญราษฎร์	ดอยสะเก็ด	กระดาษหนังสือพิมพ์เคลือบน้ำหมักตะโกห่อมะม่วง	กระดาษสามารถใช้ได้ยาวนานสามารถกันน้ำได้

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าชาวบ้านในแต่ละอำเภอแต่ละหมู่บ้านมีการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโกในลักษณะที่ต่างกันโดยสามารถ วิเคราะห์และจัดแบ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นตามการใช้ระโยชน์ได้ 3 กลุ่มดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 ทำให้วัสดุมีความเหนียวไม่เปื่อย ยุ่ยง่าย พบอยู่ 2 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสันกำแพง ในบ้านบ่อสร้างนำน้ำหมักตะโกไปเคลือบร่มกระดาษสา เพื่อให้ร่มกระดาษสาสามารถกันน้ำและเหนียวไม่เปราะง่าย และบ้านสันเหนือ นำน้ำหมักตะโกไปเคลือบหมวกกะโหล่ที่ทำจากกระดาษสาเพื่อให้หมวก

สามารถกันน้ำและเหนียวไม่เปราะง่าย อำเภอดอยสะเก็ด บ้านสันต้นม่วง มีการใช้น้ำหมักตะโกไปเคลือบกระดาษหนังสือพิมพ์แล้วนำไปห่อมะม่วงเพื่อให้กระดาษใช้ได้ยาวนานและกันน้ำ

กลุ่มที่ 2 กันเชื้อรากันแมลงพบอยู่ 2 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสารภี บ้านเทพาราม นำน้ำหมักตะโกไปเคลือบเครื่องจักสานเพื่อป้องกันมอดเช่นเดียวกับ อำเภอจอมทอง บ้านหัวเสือ ใช้น้ำหมักตะโกเคลือบไพลคาเพื่อป้องกันมอด หรือเชื้อรา

กลุ่มที่ 3 ช่วยในการติดสี พบอยู่ 1 อำเภอ คือ อำเภอแม่แจ่มมีการใช้น้ำหมักตะโกย้อมเส้นด้ายทำผ้าสบงเพื่อให้ปรับสีขมิ้นให้มีสีเข้มขึ้น และทำให้สีติดทนทานไม่ซีดเร็ว และทนต่อการซักล้าง และทนต่อแสงแดด

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยการนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สร้างขึ้นที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับนักเรียน 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดลองกลุ่มเล็ก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย ปีการศึกษา 2559 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับดี ระดับปานกลาง และระดับอ่อน อย่างละ 1 คน จำนวน 3 คน เพื่อหาความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยสังเกตพฤติกรรมการเรียน ซักถามปัญหาต่าง ๆ และนำไปปรับแก้ครั้งที่ 1

ครั้งที่ 2 ทดลองกลุ่มกลาง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย ปีการศึกษา 2559 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับดี ระดับปานกลาง และระดับอ่อน อย่างละ 3 คน จำนวน 9 คน เพื่อหาความเหมาะสมของชุดกิจกรรมโดยสังเกตพฤติกรรมการเรียน ซักถามปัญหาต่าง ๆ และนำไปปรับแก้ครั้งที่2

ครั้งที่ 3 ทดลองกลุ่มใหญ่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย ปีการศึกษา 2559 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับดี ระดับปานกลาง และระดับอ่อน จำนวน 30 คน เพื่อหาความเหมาะสมของชุดกิจกรรมดังตารางแสดงประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น ตารางที่ 3 – 5

ตารางที่ 3 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นเรื่อง ตะโกศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน

กลุ่มทดลอง	E_1/E_2
ขนาดเล็ก	82.23/80.00

จากตารางที่ 3 พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ท้องถิ่นเรื่อง ตะโกศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.23/80.00 ซึ่ง E_1 และ E_2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4 แสดงการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นเรื่อง ตะโกศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน

กลุ่มทดลอง	E_1/E_2
ขนาดกลาง	87.03 / 81.10

จากตารางที่ 4 พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ท้องถิ่นเรื่อง ตะโกศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.03 / 83.30 ซึ่ง E_1 และ E_2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 5 แสดงการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นเรื่อง ตะโกศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

กลุ่มทดลอง	E_1/E_2
ขนาดใหญ่	86.33/83.30

จากตารางที่ 5 พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรูวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น เรื่อง ตะโกศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.33/83.30 ซึ่ง E_1 และ E_2 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 3 ศึกษาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นที่ได้สร้างขึ้น พบว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นจนเกิดความรู้ความเข้าใจแรงผลักดัน และแรงกระตุ้นที่จะพัฒนาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะคิดหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับน้ำหมักตะโกโดยได้ความคิดและหัวข้อมาจากการทำกิจกรรมและศึกษาจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นที่สร้างขึ้นโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะนำแก้ไขและประเมินความสามารถในการทำโครงงานในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ด้านที่1 การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงงาน

ด้านที่2 การศึกษาเอกสารและแหล่งข้อมูล

ด้านที่ 3 การจัดทำเค้าโครงของโครงงาน

ด้านที่4 การลงมือทำโครงงาน

(1) การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

(2) ความรู้ความเข้าใจในการทำโครงงาน

ด้านที่5 การเขียนรายงาน

ด้านที่6 การเสนอผลงานและจัดแสดงโครงงาน

(1) การจัดแสดงโครงงาน

(2) การอภิปรายปากเปล่า

ซึ่งการประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับน้ำหมักตะโกของนักเรียนนั้นเป็นการประเมินโดยครูผู้สอน และผู้วิจัย ร่วมกันประเมินในระหว่างการเรียนการสอน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลรวมของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่เป็นการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับต้นตะโกของนักเรียนที่ได้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น

ที่	ชื่อโครงการวิทยาศาสตร์	ประเภทของโครงงาน	ผลรวมของค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
1	ผลการเปรียบเทียบสารสกัดจากพืชในวงศ์ Ebenaceae ที่นำไปเคลือบกระสอบต่อคุณภาพเก็บรักษาข้าวเปลือก	ทดลอง	72.14	ดี
2	การศึกษาความเข้มข้นของน้ำตะโกที่ใช้เคลือบกระดาษและคุณสมบัติของน้ำมะพร้าวต่อการเก็บรักษาผักกาดฮ่องเต้	ทดลอง	72.6	ดี
3	การศึกษาความเข้มข้นของน้ำตะโกในการเคลือบไพคาต่อการยืดอายุการใช้งานของไพคา	ทดลอง	74.25	ดี
4	ผลการเปรียบเทียบการเคลือบเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์สันป่าตองด้วยยูเรีย, พอลิเอธิลีนไกลคอลและน้ำตะโกนาที่มีผลต่อคุณภาพของต้นกล้าข้าว	ทดลอง	70.09	ดี
5	การพัฒนาคุณภาพผ้าจากเส้นใยหนอนผีเสื้อยักษ์ด้วยการเคลือบนาโนซิงค์ออกไซด์และน้ำตะโกนา	ทดลอง	81.98	ดีเยี่ยม
6	อิทธิพลของสารประกอบซิงค์ออกไซค์ที่ผสมในน้ำตะโกในการเคลือบกระดาษสาต่อการป้องกันความร้อนและความคงทนของร่มกระดาษสา	ทดลอง	70.49	ดี
7	ผลของสารสกัดจากเมล็ดมะขามและน้ำตะโกที่มีผลต่อคุณภาพของไม้	ทดลอง	76.71	ดี
8	ผลการใช้กล่องที่ห่อด้วยกระดาษเคลือบน้ำตะกาต่อการยืดอายุและการเก็บรักษาเงาะพันธุ์โรงเรียน	ทดลอง	73.25	ดี

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ที่	ชื่อโครงการวิทยาศาสตร์	ประเภทของโครงงาน	ผลรวมของค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
9	ผลของสารสกัดจากไทรที่มีผลต่อการเร่งรากของกิ่งตะโกนา	ทดลอง	73.25	ดี
10	การศึกษาสำรวจลักษณะต้นตะโกนา *Diospyros Rhodocalyx* เพื่อการขยายพันธุ์	สำรวจ	72.14	ดี

จากตารางที่ 6 การประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ที่ได้รับการสอนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับต้นตะโกมีความสามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับต้นตะโกซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยนักเรียนมีความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 โครงงาน มีความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดีจำนวน 9 โครงงาน

สรุปผลวิจัย

1. ชาวบ้านในแต่ละอำเภอ แต่ละหมู่บ้านมีการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโกในลักษณะที่ต่างกัน คือ กลุ่มที่ 1 ทำให้วัสดุมีความเหนียวไม่เปื่อย ยุ่ยง่ายกลุ่มที่ 2 กันเชื้อรากันแมลง กลุ่มที่ 3 ช่วยในการติดสี

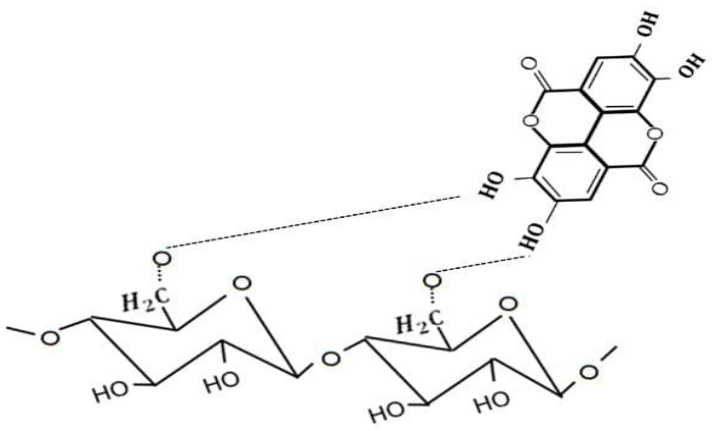
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ท้องถิ่น เรื่องตะโกศึกษา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพค่า E_1 / E_2 เท่ากับ 86.33/83.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้โดยใช้เกณฑ์ 80/80

3. ผลการศึกษาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้สร้างขึ้นพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับต้นตะโกสามารถทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับต้นตะโกซึ่งเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นได้โดยมีความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดีเยี่ยมจำนวน 1 โครงงาน มีความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดี จำนวน 9 โครงงาน

อภิปรายผล

1. จากภูมิปัญญาท้องถิ่นกลุ่มที่ 1 การที่ใช้น้ำหมักตะโกไปเคลือบวัตถุแล้วทำให้วัตถุมีความเหนียวและกันน้ำได้ เนื่องจากในผลตะโก Diospyros Rhodocalyx มีสาร Condensed Tannin โดยสาร Condensed Tannin เป็นสารประกอบแทนนินที่เป็นอนุพันธ์ของ Catechin เช่น เป็นdimer เชื่อมต่อกันด้วย 4,8 หรือ 2,8 c – c dimer หรือ 3,3 – ether – linked มีขนาดโมเลกุลขนาดใหญ่ เป็น Oligomer หรือ Polymer ของสาร Monomeric Flavan –3–ol คือ (+) – Catechin และ (–) – Epicatechin สาร

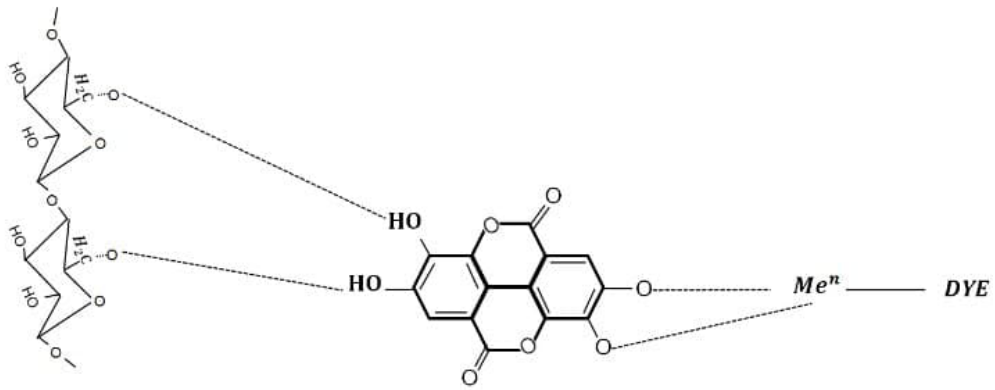
Condensed Tannin จึงมีคุณสมบัติ ในการไปจับกับ Cellulose ของกระดาษ (Nakatsubo et al, 2002; Luanchoy et al., 2014) และเมื่อนำผลตะโกมาทำเป็นน้ำหมักตะโก แล้วนำไปเคลือบร่มกระดาษสาหรือหมวกกระดาษสา ทำให้สาร Condensed Tannin ไปจับต่อกับพันธะของ Cellulose ทำให้โมเลกุลทั้ง 2 อยู่ชิดกันมากขึ้น จึงทำให้กระดาษมีความเหนียวและสามารถกันน้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bhute (2012) ที่กล่าวว่าสาร Tannin เมื่อนำไปเคลือบกระดาษหรือเส้นด้าย Tannin จะไปจับกับพันธะของ Cellulose ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปฏิกิริยาที่ Cellulose จับกับ Tannin
ที่มา : Bhute, 2012

จากภูมิปัญญาท้องถิ่นกลุ่มที่ 2 การที่น้ำหมักตะโกสามารถกันมอด และกันเชื้อราได้ เพราะในน้ำหมักตะโกมีสาร Condensed Tannin ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Scabert (1991) ได้รายงานว่า Condensed Tannin ช่วยในการต้านจุลชีพ และการยับยั้งการย่อยสลายใบไม้ด้วยจุลชีพ (De, Purkait, Pal, and Purkayastha, 1999) และนอกจากนี้สารแทนนินนี้เมื่อแมลงกินเข้าไปมันจะไปยับยั้งการย่อยของแมลงหรือมอด ทั้งนี้มีรายงานว่าสารแทนนินนี้มีคุณสมบัติในการควบคุมแมลงศัตรูพืช (Bio–controls) เพราะเป็นสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน (Organic Polymer) ซึ่งระบบย่อยอาหารของแมลงส่วนใหญ่ ไม่สามารถย่อยสารแทนนินได้ จึงช่วยลดการทำลายจากแมลงโดยตรง และลดการแพร่ระบาด เนื่องจากแมลงไม่สามารถย่อยสารอาหารที่กินเข้าไป ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง หรือไม่เข้าสู่ระยะดักแด้ ตลอดจนการที่อัตราการวางไข่ลดลง และไม่สมบูรณ์พอที่จะฟักออกมา จึงสามารถใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชจำพวกเพลี้ย ลดความเสียหายจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชในมันสำปะหลังได้ (วัลลภ อารีรบ, สุดชาย กำเนิดมณี, นงนุชศ์ ล้อมวงษ์ และจุฑาลักษณ์ วงค์ชัยชนะ, 2553; Arnold and Targett, 2002; Hagerman, 2002)

จากภูมิปัญญาท้องถิ่นกลุ่มที่ 3 การที่ใช้น้ำหมักตะโกมาย้อมเส้นด้าย เพราะในน้ำหมักตะโกมี สารประกอบแทนนินที่ถูกออกซิไดซ์จากออกซิเจนในอากาศแล้วเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบที่ไม่ชอบน้ำ ไฮโดรโฟบิก (Hydrophobic) สารเหล่านี้ไม่สามารถแตกตัวให้ไอออนได้ หรือเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้วจึงไม่สามารถยึดติด กับโมเลกุลของน้ำได้) หรือ Nonpolar Substance จึงทำให้ติดแน่นซักไม่ออก (ชัยวัฒน์ แก้วคล้ายขจรศิริ และประทับใจ สิกขา, 2555) และได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชุลีกานต์ สายเนตร (2560) ได้นำเปลือกประดู่เข้ามาร่วมกับการย้อมผ้าเนื่องจากมี คุณสมบัติเป็นยางเหนียวและมีสารแทนนินจึงสามารถใช้เพื่อเป็นสารช่วยให้สีติดรวมถึงให้เฉดสีที่สวยงาม และมีความคงทนต่อแสงมากขึ้นดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อนของเส้นฝ้าย แทนนินและโลหะ
ที่มา : Bhute, 2012

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำหมักตะโกมีสารแทนนินสามารถใช้เป็นสารช่วยยึดติดกันของสีบนเส้นไหมได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kozlovskaya, Baggett, Godin, Liu, and Kharlampieva (2012) และ Prabhu and Bhute (2012) กล่าวว่าสารแทนนินมีคุณสมบัติเป็นสารช่วยติดสีเนื่องจากประกอบจำพวกโพลีฟีนอลที่มีหมู่ไฮดรอกซี (–OH) ที่สามารถสร้างพันธะกับโมเลกุลของสีและเหนี่ยวนำให้เกิดการยึดติดกันของสีบนเส้นไหมได้ส่วนไหมเป็นโปรตีนที่ประกอบด้วยไกลซีนและอะลานีน ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่มีหมู่อะมิโน (–NH2) และหมู่คาร์บอกซิล (–COOH) สารแทนนินมีหมู่ไฮดรอกซีสามารถให้โปรตอนและสร้างพันธะไฮโดรเจนกับหมู่คาร์บอกซิลและหมู่อะมิโนบนโมเลกุลของไหม จึงทำให้เกิดการยึดกันระหว่างสีกับเส้นไหมได้ดีนอกจากนี้ (ศิวพร แก่นจันทร์ และปิยะพร คามภีรภาพพันธ์ (2557) รายงานว่า กากกาแฟสามารถนำมาใช้เป็นสีย้อมสำหรับผ้าไหมได้โดยให้เฉดสีเหลืองน้ำตาล และการใช้น้ำจากเปลือกทับทิมเป็นสารช่วยติดช่วยเพิ่มความเข้มของสีบนผ้า

ความคงทนสีต่อการซัก เนื่องจากเปลือกทับทิมมีสารแทนนินเป็นองค์ประกอบ แทนนินเป็นสารโมเลกุลใหญ่มีโครงสร้างซับซ้อน เมื่อแทนนินเมื่อถูกออกซิไดส์ในอากาศแล้วจะเปลี่ยนไปเป็นสารไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic)

2. ผลการสร้างชุดกิจกรรม วิชาวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องตะโก ที่มีเนื้อหา ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.33 / 83.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 / 80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสร้างตามหลักการและทฤษฎีของชุดกิจกรรม มีการจัดการเรียนการสอนที่มีลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้จากง่ายไปหายาก และการจัดเนื้อหาแบบง่าย ๆ โดยคำนึงถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้จากง่ายไปหายากนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดการลำดับเหตุการณ์เนื้อหาได้ดี มีการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ค่อย ๆ เรียนรู้ และเกิดความเข้าใจ เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา จึงส่งผลให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างมีความสุข สนุกสนานและส่งผลต่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ กฤษณีย์ ปิตุรัตน์ (2548) ในเรื่องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสร้างตามหลักการและทฤษฎีของชุดกิจกรรม มีการจัดการเรียนการสอนที่มีลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้จากง่ายไปหายาก ซึ่งผลต่อประสิทธภาพทางการเรียนของนักเรียน และได้สอดคล้องกับ (ศิขริน ดอนขำไพร (2559) ในเรื่องของการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น และหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยมีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 78.57/75.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75 / 75 โดยชุดกิจกรรมทั้งสองชุดนี้มีข้อแตกต่างกันในด้านการนำไปใช้ ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ พัฒนาการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งความแตกต่างทั้งสองชุดนี้สามารถนำไปพัฒนาสร้างชุดกิจกรรมที่ได้จากภูมิปัญญาอื่น เช่น การศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทางด้านภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนโรงเรียนบ้านแม่ปูคาที่ได้รับการสอนจากรายวิชาวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องข้าวแต๋น หรือ การศึกษาการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ทางด้านภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนโรงเรียนบ้านบ่อสร้างที่ได้รับการสอนจากรายวิชาวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องตะโก โดยภูมิปัญญาดังกล่าวนี้เป็นภูมิปัญญาที่มีในท้องถิ่น และมีวิทยาศาสตร์สอดแทรกในกระบวนการทำเหมือนกับการใช้ประโยชน์จากน้ำหมักตะโก และนอกจากนี้นักเรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทำน้ำหมักตะโกจากบทเรียนแบบสนุกสนานแปลกใหม่จูงใจให้ติดตามและเร้าใจให้อยากค้นคว้าแบบไม่รู้ตัว เพราะเป็นกิจกรรมที่ไม่ได้เน้นการสอนทฤษฎี เป็นการอ่านด้วยความเพลิดเพลินและหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองในสิ่งที่สนใจ อีกทั้งภาพ ตัวอักษร และขนาดรูปเล่มของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมกับนักเรียน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ดึงดูดความสนใจ จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบมีความสุขเมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบมีความสุขก็ส่งผลให้เกิดการพัฒนาเรียนรู้ได้ดีขึ้น ตลอดจนสามารถที่จะส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่ง

สอดคล้องกับ ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความสุข สุมน อมรวิวัฒน์ (2541) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบมีความสุข เป็นการเรียนรู้แบบใหม่ที่ทำให้นักเรียนเรียนอย่างสนุกสนานทุกครั้ง ทุกชั่วโมง ผู้รียนมาเรียนด้วยความตื่นเต้นและมุ่งมั่น อยากรู้ในสิ่งที่เขายังไม่รู้อยากทำ ในสิ่งที่ไม่เคยทำ และอยากเป็นในสิ่งที่เขาไม่เคยเป็น และได้สอดคล้องกับ อาภรณ์ ใจเที่ยง (2537) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งเสริมการเรียนรู้ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยปัจจัยหลายด้าน เช่น นักเรียน จะต้องมีวุฒิภาวะ ความพร้อม ประสบการณ์เดิม อายุแรงจูงใจ ระดับสติปัญญา อารมณ์ สภาพร่างกาย อีกทั้งด้านบทเรียน วิธีการจัดการเรียนการสอนสภาพแวดล้อมทางการเรียน

3. การศึกษาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ได้รับการพัฒนาจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่องตะโก พบว่านักเรียนมีความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 โครงงาน มีความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดี จำนวน 9 โครงงาน การที่นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงงาน อยู่ในระดับดี 9 โครงงาน เพราะว่า นักเรียนมีความสามารถในการเขียนเรียบเรียงและอธิบายความยังไม่ชัดเจนตามผลที่ได้จากการทำโครงงาน ส่วนกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการทำโครงงานอยู่ในระดับดีเยี่ยม จำนวน 1 โครงงาน เพราะว่านักเรียนมีความสนใจในการทำโครงงานและได้เลือกหัวข้อโครงงานตามท้องถิ่นของตนเอง โดยหัวข้อโครงงานของกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการทำโครงงานในระดับดีและดีเยี่ยมนั้นนักเรียนได้มาจากการศึกษาและการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น ส่วนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ได้ระดับดี และดีเยี่ยม นั้นเพราะนักเรียนได้ฝึกปฏิบัติทดลองอยู่บ่อย ๆ จากกิจกรรมทดลองในชุดกิจกรรมซึ่งเมื่อนักเรียนได้ฝึกทำการทดลองบ่อย ๆ นักเรียนจะเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการทำโครงงาน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของธอร์นไดด์คือ กฎแห่งการได้ใช้ (Law of Use) มีใจความว่า พันธะหรือตัวเชื่อมระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองจะเข้มแข็งขึ้นเมื่อได้ทำบ่อย ๆ (ทิศนา แขมมณี, 2553) ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้ฝึกทำกิจกรรมอยู่บ่อย ๆ จะทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการเพิ่มพูนความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อีกทั้งกิจกรรมการทดลองจะเน้นในเรื่องของภูมิปัญญาท้องถิ่นซึ่งเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวจึงทำให้นักเรียนมีความตั้งใจเพื่อที่จะสร้างสรรค์ผลงานของกลุ่มตนเองให้ออกมาดีที่สุดเพื่อที่จะนำมาเสนอให้เห็นความสามารถในการทำโครงงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตรลดา เกิดเรือง (2548) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ประเพณีและพิธีกรรมไทยทรงดำ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าขอบข่ายสาระการเรียนรู้เป็นเรื่องที่มีความใกล้ตัวกับนักเรียน บุคคลในท้องถิ่น เป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนจึงเกิดความสนใจและต้องการที่จะเรียนรู้เช่นเดียวกับ Rivet (2003) พบว่าครูที่ใช้ สิ่งแวดล้อม

แบบโครงงาน เพื่อจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนสามารถประสบความสำเร็จ ทำให้นักเรียนสามารถนำภูมิความรู้และประสบการณ์เดิมออกมาใช้ในการเรียนรู้ได้อย่างดี และสอดคล้องกับผลการวิจัยของยุรธร จีนา และวิภาดา ญาณสาร (2555) พบว่าการจัดการเรียนการสอนบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นในรูปแบบโครงงาน สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการให้แก่นักศึกษาตลอดถึงทำให้มีความสามารถในการทำโครงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าคิด กล้าแสดงออก เห็นคุณค่าในตนเอง สามารถเพิ่มความรู้ให้แก่นักศึกษาตลอดจนมีประสิทธิภาพ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน และได้สอดคล้องกับ นันทนา เทพเที่ยง, กาญจนา สิริกุลรัตน์ และฉัตรชัย เครืออินทร์ (2558) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เรื่องพลังงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าโครงงานของนักเรียนที่ได้รับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. โรงเรียนตามท้องถิ่นต่าง ๆ มีความหลากหลายทางภูมิปัญญาท้องถิ่นอยู่แล้วควรศึกษาและนำภูมิปัญญาท้องถิ่นที่อยู่ในชุมชนท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นกรณีศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์แล้วนำชุดกิจกรรมนี้ไปใช้ส่งเสริมนักเรียนในคาบกิจกรรมชมรมวิทยาศาสตร์ หรือนำไปใช้ในคาบกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ในโรงเรียนสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน

2. จัดอบรม ส่งเสริม ความรู้และการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง ตะโก ให้กับผู้บริหารและครูผู้สอนรวมทั้งให้มีความรู้ ความเข้าใจและกระบวนการขั้นตอนในการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่นใน เรื่องการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ต้นตะโก

2. ควรมีการศึกษาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น เกี่ยวกับต้นตะโกที่มีผลต่อระบบนิเวศชนิดอื่น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เอกสารชุดแนวทางปฏิรูปการศึกษาในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา*. กรุงเทพฯ: การศาสนา.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ตามหลักสูตรแกนกลาการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. สำนักงานเลขาธิการการสภาการศึกษา. (2559). *รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

กฤษณีย์ ปิตุรัตน์. (2548). *ผลของการใช้ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน*. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

จักรพงษ์ บุญตันจีน. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัยที่ได้รับการสอนจากรายวิชาวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่อง ตะโกนา*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่)

จิตรลดา เกิดเรือง. (2548). *การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา เรื่อง ประเพณีและพิธีกรรมไทยทรงดำสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 5 จังหวัดสุพรรรณบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร).

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปากร ศึกษาศาสตร์วิจัย*, *5*(1), 7–19.

ชัยวัฒน์ แก้วคล้ายขจรศิริ และประทับใจ สิกขา. (2555). การศึกษากระบวนการผ้าย้อมครามโดยใช้ยางกล้วยน้ำว้าดิบเป็นสารช่วยติด. *วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *3*(1), 103–113.

ชุลีกานต์ สายเนตร. (2560). แทนนิน สารจากธรรมชาติสู่การเป็นสารช่วยให้ติดสีของผ้าภูอัคนี ณ หมู่บ้านเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, *1*(2), 67–75.

ทิศนา แขมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ .

นันทนา เทพเที่ยง, กาญจนา สิริกุลรัตน์ และฉัตรชัย เครืออินทร์. (2558). ผลของการใช้ชุดฝึกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่พัฒนามาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น เรื่อง พลังงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่6. *วารสารวิจัยและประเมินผล อุบลราชธานี, 4*(2), 115 – 124.

นิตยา บุญตัน. (2541). *ผลการใช้แบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมการคิดหัวข้อและการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.* (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

ประเสริฐ สำเภารอด. (2552). *การพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องระบบนิเวศในโรงเรียน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์ดอมินิก.* (สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

ยุรธร จีนา และวิภาดา ญาณสาร. (2555). การใช้กิจกรรมโครงงานภูมิปัญญาล้านนา ในรายวิชาเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, ฉบับพิเศษ (ปีการศึกษา 2555), 1–11.

วนัชภรณ์ ปิ่งพรม และกัญญารัตน์ โคจร. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรม การเรียนรู้ทักษะการอ่านจับใจความภาษาอังกฤษตามแนวคิดสมองเป็นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิชาการแพรวากาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, 5*(1), 97 – 98.

วัลลภ อารีรบ, สุดชาย กำเนิดมณี, นงนุชศ์ ล้อมวงษ์ และจุฑาลักษณ์ วงศ์ชัยชนะ. (2553). *การพัฒนาสารสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลังเพื่อการควบคุมแมลงศัตรูพืช.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการเกษตรและการจัดการทรัพยากร.

วีระพงษ์ แสง–ชูโต. (2552). *แนวทางจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น.* เชียงใหม่: โรงพิมพ์ โชตนาพริ้นท์ จำกัด.

ศิขริน ดอนขำไพร. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป.*วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์, 11*(3), 183 – 191.

ศิวพร แก่นจันทร์ และปิยะพร คามภีรภาพพันธ์. (2557). การย้อมผ้าไหมด้วยสีจากกากกาแฟโดยใช้สารสกัดจากปลือกทับทิมเป็นสารช่วยติด. *วารสารวิจัย มทร, 8*(1), 8–12.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2536). *แนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สายชล รื่นรวย. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม, 9*(1),145–153.

สุมน อมรวิวัฒน์. (2541). ทำไมต้องปฏิรูปการเรียนรู้ ใน *เอกสารประกอบการนำเสนอแนวคิด และแนวทางเรื่อง "การปฏิรูปการเรียนรู้ตามแนวคิด 5 ทฤษฎี"*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2537). *หลักการสอน.* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

Arnold, T. M., and Targett, N. M. (2002). Marine tannins: The importance of a mechanistic framework for predicting ecological roles. *Journal of Chemical Ecology*, *28*(10), 1919–1934.

Bhute, A. S. (2012). *Plant based natural dyes and mordnats: A review*. Retrieved from https://www.researchgate.com

De, R., Purkait, R., Pal, A. K., and Purkayastha, R. P. (1999). Differential inactivation of pectolytic enzymes of some tannin responsive microfungi isolated from mangrove plant. *Indian Journal of Experimental Biology*, 37, 706–709.

Hagerman, A. H. (2002). *Tannin chemistry*. Retrieved from http://www.users.muohio.edu/haggermae/tannin.pdf

Kozlovskaya, V., Baggett, J., Godin, B., Liu, X., and Kharlampieva, E. (2012). Hydrogen–bonded multilayers of silk fibroin: from coatings to cellmimicking shaped microcontainers. *American Chemical Society Macro Letters*, 1, 384–387.

Luancho, S., Tiangkul, S., Wongkrajaing, Y., Temsirirkkul. R., Peungvicha, P., and Nakornchai, S. (2014). Antioxidant activity of a Thai traditional formula for longevity. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Science*, 41, 1–5.

Nakatsubo, F., Enokita, K., Murakami, K., Yonemori, K., Sugiura, A., Utsunomiya, N., and Subhadrabandhu, S. (2002). Chemical structures of the condensed tannins in the fruits of diospyros species. *Journal of Wood Science, 48*(5) (October 2002), 414–418.

Prabhu, K. H., and Bhute, A. S., (2012). Plant based natural dyes and mordants: A review. *Journal of Natural Product, 2*(6), 649–664.

Rivet, A. E. (2003). Contextualizing instruction and student learning in middle school project based science classrooms. *Dissertation Abstracts International, 64*(6), 229.

Scalbert, A. (1991). Antimicrobial properties of tannin. *Phytochemistry, 30*(12), 3875–3883.