

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ศูนย์พัฒนาชนบทผสมผสานซับไต้ มีแนวเขตติดกับอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในอดีตหมู่บ้านซับไต้เป็นป่าดิบเขาที่มีความอุดมสมบูรณ์ ด้วยพรรณไม้และเต็มไปด้วยสัตว์ป่านานาชนิด รวมถึงมีความหลากหลายทางชีวภาพ ต่อมาได้มีชาวบ้านเข้ามาตั้งรกรากที่อยู่อาศัยและทำการเกษตร รวมทั้งเลี้ยงสัตว์ เพื่อดำรงชีพจากป่าดิบเขาก็อยุยงแปรสภาพกลายเป็นเขาหัวโล้น สมาคมพัฒนาประชากรและชุมชนจึงได้เข้ามาก่อตั้งศูนย์พัฒนาชนบทผสมผสานซับไต้และดำเนินโครงการด้านการปลูกป่าไม้ รมรงค์เรื่องการอนุรักษ์ป่าไม้และธรรมชาติโดยได้ส่งเสริมให้มีการปลูกป่าไม้ในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่ป่าชุมชน ดังนั้น จึงมีการดำเนินโครงการด้านการปลูกป่าไม้และอนุรักษ์ธรรมชาติขึ้น ในหมู่บ้านซับไต้และบริเวณโดยรอบแนวเขตอุทยานเขาใหญ่ จึงทำให้ป่าไม้ในหมู่บ้านซับไต้กลับมาอุดมสมบูรณ์มากขึ้น ต่อมาได้ก่อตั้งธุรกิจเพื่อสังคม ซีแอนด์ซี เขาใหญ่ รีสอร์ทขึ้นมาและดำเนินการจัดค่ายสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยแบ่งหลักสูตรเป็น 2 หลักสูตร คือ 2 วัน 1 คืน มีกิจกรรม 9 กิจกรรม และหลักสูตร 3 วัน 1 คืน มี 12 ฐานกิจกรรม ภายใต้ชื่อค่ายแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ สู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีกิจกรรมเดินศึกษาธรรมชาติยามเช้า มีการให้ความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายชนิดของพรรณไม้ พืชสมุนไพร พืชให้สี ส่วนที่ใช้ สีที่ได้จากพืช และการนำไปใช้ประโยชน์

พืชให้สี หรือสีส่นที่ได้จากพืช เช่น ใบเตยให้สีเขียว ัญชันให้สีม่วง ทองกวาวให้สีเหลืองส้ม สدابสีเหลืองให้สีชมพู โดยใช้ส่วนต่างๆของพืช ในการสกัดสี ได้แก่ ราก เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ แก่น ใบ ดอก ผลและเมล็ด สามารถสกัดออกมาได้โดยกรรมวิธีต่างๆ เช่น หมัก ต้ม คั้น เป็นต้น ซึ่งสารสีหรือรงควัตถุ (pigment) ที่ให้สีม่วง น้ำเงิน หรือชมพู จะมี แอนโทไซยานิน (Anthocynins) เป็นสารสำคัญ และยังมีการนำโทนสีหลากหลายที่ได้จากการสกัดไปใช้ประโยชน์ เป็นสีผสมอาหาร ให้มีสีส่นมารับประทานด้วยสีจากพืชทั้งอาหารหวานและอาหารคาว ใช้เป็นสีย้อมนำมาย้อมผ้า ผ้าย โยม แห อวน หรือหนัง โดยเฉพาะผ้าพื้นเมืองจำพวกผ้าไหม ผ้าฝ้าย ซึ่งให้สีส่นเป็นธรรมชาติ

ดังนั้นผู้วิจัยฝึกงานที่ศูนย์พัฒนาชนบทผสมผสานซับใต้ ภายในซีแอนด์ซี เขาใหญ่ รีสอร์ท จึงมีความสนใจที่จะศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สีและใช้สีจากพืชให้เกิดประโยชน์ในด้านการเรียนรู้ โดยนำข้อมูลมาจัดทำฐานกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาสร้างเป็นฐานการเรียนรู้ในชื่อฐาน “สีส้นจากพรรณพฤกษา (การวัดค่าความเป็นกรด - เบสจากพืชให้สี)” ซึ่งเป็นฐานกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้ การบูรณาการซึ่งสอดแทรกให้ผู้เรียนเห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงคุณค่าของพืชให้สี เพื่อนำความรู้ไปใช้ได้จริงในการเรียนรู้ในชีวิตประจำวัน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี จัดทำฐานข้อมูลเป็นแหล่งเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา และใช้สีจากพืชให้เกิดประโยชน์ในด้านการเรียนรู้
2. เพื่อออกแบบฐานกิจกรรมการเรียนรู้พืชให้สี ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี บริเวณเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ ภายในซีแอนด์ซี เขาใหญ่ รีสอร์ท (Cabbages & Condoms Khao Yai Resort)
2. การออกแบบฐานกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียน ช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความหลากหลายชนิด (species diversity) หมายถึง จำนวนชนิดของพืชให้สีที่ศึกษาบริเวณเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ ภายในซีแอนด์ซี เขาใหญ่ รีสอร์ท (Cabbages & Condoms Khao Yai Resort) เช่น พืชให้น้ำตาล 7 ชนิด ให้สีม่วง 3 ชนิด ให้สีเหลือง 6 ชนิด ให้สีน้ำเงิน 2 ชนิด ให้สีส้ม 2 ชนิด ให้สีเขียว 8 ชนิด ให้สีเทาดำ 3 ชนิด และให้สีแดงชมพู 3 ชนิด

พืชให้สี หมายถึง สีที่สกัดได้จากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ราก เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ แก่น ใบ ดอก ผลและเมล็ด ให้โทนสีที่หลากหลาย เช่น สีส้มเหลือง ได้จากส่วนดอกของต้นทองกวาว สีม่วงได้จากผลฝักปลั่ง สีน้ำเงินจากส่วนผลของขำมะเลียง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. พืชให้สี

พืชให้สี หรือพืชสี (dye plants) หมายถึง พืชที่มีสารสีหรือรงควัตถุ (pigment) ในเซลล์หรือในเนื้อเยื่อและสามารถสกัดออกมาได้โดยกรรมวิธีต่าง ๆ เช่น หมัก ต้ม หรือแยกด้วยน้ำหรือสารเคมีซึ่งสารสีเหล่านี้สามารถใช้เป็นสีได้ (ทัศน โจรจน์ไพบุลย์ 2556) กลุ่มสารสีหลักของสีที่ได้จากธรรมชาติ ได้จากโครงสร้างส่วนต่างๆของพืช เช่น ราก เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ แก่น ใบ ดอก ผลและเมล็ด ซึ่งสีย้อมกลุ่มนี้มีความสวยงามและสีสันทากหลาย (ประภากร สุคนธมณี 2560) พืชให้สีตามธรรมชาติมีบทบาทเกี่ยวข้องกับวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์มายาวนานนับตั้งแต่สมัยโบราณ มนุษย์ได้เรียนรู้ที่จะนำสีจากวัสดุธรรมชาติมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ ที่มาของสีธรรมชาติด้วยภูมิปัญญาของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ด้วยประสบการณ์จากการสังสรรค์และถ่ายทอดกันมาแต่บรรพบุรุษอย่างยาวนาน และต่อเนื่องมีการเรียนรู้ที่จะใช้ประโยชน์จากสีซึ่งสกัดจากพืชหรือวัตถุดิบธรรมชาติสำหรับการย้อมเส้นใยและผืนผ้าเพื่อเป็นเครื่องนุ่งห่มและใช้สอยในรวมถึงการปรุงแต่งสีอาหาร

1.1 ความสำคัญของพืชให้สี

พืชให้สีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตอย่างมาก นับแต่สมัยดึกดำบรรพ์จนถึงปัจจุบันได้นำสีมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยใช้เป็นสัญลักษณ์ในการถ่ายทอดความหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง สีจึงเป็นสิ่งที่ควรศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์กับวิถีชีวิตของเราเพราะสรรพสิ่งทั้งหลายที่แวดล้อมตัวเราประกอบไปด้วยสีทั้งสิ้น ซึ่งในงานศิลปะสีเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่ง และสีเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อ ความรู้สึก อารมณ์ และจิตใจ ได้มากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ และมนุษย์ได้นำสีสันทากต่าง ๆ เหล่านี้มาใช้ประโยชน์ทั้งในด้าน การตกแต่งอาหาร ย้อมสีเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ก่อให้เกิดสุนทรียภาพทางสิ่งแวดล้อม การอุปโภคและการบริโภค สีสันทากหลากหลาย เหล่านี้อยู่ที่ส่วนต่างๆ ภายในเซลล์ของพืช และมีสมบัติบางอย่างที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้

1.2 ประโยชน์ของพืชให้สี

1.2.1 พืชที่ให้สีผสมอาหาร

คนไทยรู้จักวิธีปรุงแต่งอาหารให้มีสีสันน่ารับประทานมานานก่อนที่จะมีการผลิตสีสังเคราะห์ด้วยกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายดังในปัจจุบัน อาหารที่เรานิยมแต่งสีให้สวยงามส่วนใหญ่เป็นของว่างหรือของหวาน แม้แต่อาหารคาวของเราก็มีสีชวนรับประทานด้วยสีจากพืช (ที่ใช้รับประทานกับขนมจีน มีน้ำมันสีแดงลอยหน้าแลดูชวนให้รับประทานก็เพราะการผัดพริกแห้งป่นในน้ำมันให้สีแดงของพริกละลายอยู่ในน้ำมัน แล้วจึงใช้แตงหน้ำน้ำพริกให้แลดูน่ารับประทานยิ่งขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545) นำส่วนต่างๆ ของพืชหลายชนิด ที่ให้สีมาใช้แต่งสีอาหาร อันเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ที่ไม่เป็นพิษภัยต่อร่างกาย หลักฐานที่บ่งว่าคนไทยรู้จักใช้สีเพิ่มความสวยงามให้แก่อาหารนั้นก็คือ พระราชนิพนธ์ในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชเรื่องกาพย์เห่เรือชมเครื่องคาวหวานซึ่งเป็นราชนิพนธ์ที่มีอายุเกือบ 200 ปี

ตัวอย่างของชนิดพืชให้สีที่ใช้แต่งสีอาหาร

ชนิดของพืช	ส่วนที่ใช้	สีที่ได้
ใบเตย	ใบ	เขียว
คำแสด	เมล็ด	แสด
คำฝอย	เมล็ด	แดง
ฟักทอง	เนื้อผล	เหลือง
ตาลโตนด	เนื้อผล	เหลือง
ผักปลัง	ผลสุก	สีแดง
อัญชัน	กลีบดอก	น้ำเงิน สีฟ้า สีฟ้าอมม่วง

ทีมา (นายธวัชชัย สันติสุข 2512)

1.2.2 พืชให้สีย้อม

สีย้อมที่ได้จากธรรมชาติคือ การนำส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ผล ราก เปลือก แก่น มาต้ม สกัด เป็นสีย้อม ตัวอย่างในการย้อมสิ่งทอ เช่น ย้อมผ้าไหม ย้อมแห ย้อมอวน เป็นต้น

สารช่วยติดสี (Mordant) เป็นตัวที่ช่วยให้สีติดอยู่บนผ้าและเส้นใยได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ตกง่าย และสารช่วยติดสีแต่ละชนิดยังมีผลให้เกิดสีที่แตกต่างกันอีกด้วย สารช่วยติดสี ได้แก่ สารส้ม จุนสี เกลือ ปูน

ขาว สนิมเหล็ก สารช่วยติดสีธรรมชาติโดยทั่วไปนิยมใช้โคลน หรือน้ำบาดาล ใช้ใบไม้ ผลไม้ เปลือกไม้ เช่น ใบ ส้มเสี้ยว ใบส้มป่อย ใบมะขาม มะนาว มะขาม และน้ำขี้เถ้า เป็นต้น

ตัวอย่างของชนิดพืชให้สีย้อม

ชนิดของพืช	ส่วนที่ใช้	สีที่ได้
สีเสียดเหนือ	เนื้อไม้	สีน้ำตาล
ฝาง	ราก	เหลือง
สัก	ใบอ่อน	สีแดง
สมอพิเภก	เปลือก ผล	ขี้ม้า
มะเกลือ	ผล	สีดำ
มะหาด	ราก	เหลือง
สนทะเล	เปลือก	น้ำตาลแกมแดง

ที่มา (นายธวัชชัย สันติสุข 2512)

1.3 การสกัดสีจากพืช

วิธีการสกัดสีหรือการผลิตสีทำได้ 2 วิธีคือ

1) การสกัดสีด้วยวิธีที่เรียกว่า การย้อมร้อนหรือสกัดสีด้วยความร้อน คือการนำส่วนของพืชพันธุ์ไม้หมักหรือแช่น้ำทิ้งไว้ก่อนนำไปต้มความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้น้ำสีที่อยู่ในส่วนของพืชพันธุ์นั้น ๆ ออกมา พืชพันธุ์ไม้ที่สามารถสกัดน้ำสีด้วยวิธีการย้อมร้อน เช่น แก่นขนุน ขมิ้นชัน เปลือกเพกา เปลือกประตู ดอกคำฝอย ดอกอัญชัน ใบสบู่ดำ เป็นต้น

2) การสกัดสีด้วยวิธีที่เรียกว่า การย้อมเย็น คือการนำส่วนของพืชพันธุ์ไม้หมักหรือแช่น้ำทิ้งไว้และให้แสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้น้ำสีที่อยู่ในส่วนของพืชพันธุ์นั้น ๆ ออกมา พืชพันธุ์ไม้ที่สามารถสกัดน้ำสีด้วยวิธีการย้อมเย็น เช่น ครั่ง คราม ฮ่อม และมะเกลือ เป็นต้น (ประภากร สุคนธมณี 2560)

2. STEM Education

สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหา ในชีวิตจริงเป็นการต่อยอดหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ

คณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคตส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการส่งเสริม จะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในภาคการผลิต และการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ เช่น การเกษตร อุตสาหกรรม การพลังงาน การจัดการสิ่งแวดล้อม การบริการสุขภาพ โลจิสติกส์ เป็นต้น (STEM EDUCATION THAILAND Copyright 2014)

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประกิต ไชยธาดา (2562) ได้ศึกษาผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสารที่สกัดได้จากธรรมชาติและศึกษาความคงตัวของสีย้อมจากธรรมชาติที่ความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ โดยใช้พืชตัวอย่างทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ ใบสบาบเสื่อเปลือกสนทะเลใบเพกาแก่นขนุนและเปลือกผลมังคุด การศึกษาผลของตัวทำละลายต่อปริมาณสีย้อมที่สกัดได้จากธรรมชาติและศึกษาความคงตัวของสีย้อมจากธรรมชาติที่ความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ พบว่าตัวทำละลายแต่ละชนิดมีความสามารถในการสกัดสีย้อมจากธรรมชาติได้แตกต่างกันและความคงตัวของสีย้อมจากธรรมชาติขึ้นกับค่าความเป็นกรด-ด่างสารสกัดจากน้ำให้สีน้ำตาลอ่อนโดยจะให้สีเข้มขึ้นที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 10 และ 12 ขณะที่สารสกัดสีย้อมจากใบสบาบเสื่อด้วยตัวทำละลายเฮกเซน สารสกัดอะซิโตน และเมทานอล จากเปลือกสนทะเลสารสกัดเมทานอลจากใบเพกา และสารสกัดจากเปลือกมังคุดทุกตัวทำละลายให้สีที่เข้มที่สุดที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 12 แต่ความเป็นกรด-ด่างจะไม่มีผลแตกต่างสำหรับสารสกัดสีย้อมจากแก่นขนุน

นันทิพย์ หาสินและฉัตรดาว ไชยหล่อ (2557) ศึกษาเทคนิคการมัตย้อมโดยศึกษาจากงานวิจัยการสกัดสีธรรมชาติและการมัตย้อม ผลการศึกษาสรุปได้ว่าการสกัดสีธรรมชาติจากพืชส่วนใหญ่นิยมใช้การสกัดสีโดยการต้มหรือการสกัดสีแบบร้อนพืชให้สีชนิดต่าง ๆ ได้จากพืชในท้องถิ่นโดยใช้ส่วนต่างๆของพืช ได้แก่ แก่น ลำต้นเปลือกกิ่งใบผลและดอกโดยพืชแต่ละชนิดให้สีที่แตกต่างกันจากผลการศึกษาพบว่าโทนสีแดง ได้แก่ ครั่ง เมล็ดคำแสด แก่นฝาง เปลือกสมอ โทณสีเหลือง ได้แก่ หัวขมิ้นชัน แก่นไม้พุด ผลดิบมะตูม ดอกผกากรอง ใบ ขี้เหล็ก และแก่นขนุนโทนสีน้ำตาล ได้แก่ แก่นคูณ เปลือกผลทับทิม เปลือกไม้โกงกาง และเปลือกนนทรี โทณสี ดำ ได้แก่ ผลมะเกลือ ใบกระเสี้ยน ผลมะกอกเลื่อม เปลือกรกฟ้า ผลตับเต่า และบัวสาย สารช่วยย้อมหรือสารกระตุ้นสีประเภทต่างได้แก่น้ำปูไผ่และน้ำขี้เถ้าประเภทกรด ได้แก่ น้ำสนิมและน้ำสารส้มการศึกษาเทคนิคการมัตย้อมพบว่าเทคนิคที่ใช้ในการมัตย้อมที่ทำให้เกิดลวดลายใช้การมัตย้อมแบบพื้นฐานโดยมีขั้นตอน 6 วิธีคือ

การพับแล้วมัดการพับแล้วเย็บการม้วนแล้วมัดการห่อแล้วมัดการขยำแล้วมัดและการพับแล้วหนีบนำมาผสมผสานกันจนเกิดลวดลายใหม่ ๆ ที่สวยงาม

พืชให้สี ตามธรรมชาติคือสีที่สกัดได้จากวัตถุดิบจากแหล่งธรรมชาติ เช่น พืช สัตว์ และแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นมาจากระบวนการตามธรรมชาติ สีธรรมชาติมีบทบาทเกี่ยวข้องกับวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์มายาวนานนับตั้งแต่สมัยโบราณ มนุษย์ได้เรียนรู้ที่จะนำสีจากวัสดุธรรมชาติมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ เช่น ทาสีตามร่างกาย สีของภาชนะเครื่องปั้นดินเผา ย้อมสิ่งทอ เครื่องใช้ เครื่องนุ่งห่ม ภาพวาดฝาผนัง และเป็นส่วนประกอบในพิธีกรรมต่างๆตามความเชื่อของแต่ละท้องถิ่น สีธรรมชาติที่มีการใช้ในอดีตนั้นมักจะได้มาจากพืช สัตว์ และแร่ธาตุต่างๆ โดยมีพัฒนาการสืบทอดกันมาจนถึงปัจจุบัน ตัวอย่าง เช่น การใช้สีในการประกอบอาหารและขนม การย้อมสิ่งทอ เครื่องนุ่งห่ม การย้อมเครื่องมือ เครื่องใช้ในครัวเรือน การใช้เขม่าหรือควันไฟรมเครื่องจักสานให้เกิดสีและเสริมความทนทาน การใช้ทำภาพเขียน (ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 6 2554)

การย้อมสิ่งทอด้วยสีธรรมชาติ การย้อมสิ่งทอเป็นกระบวนการทางเคมีซึ่งกระบวนการย้อมจะขึ้นอยู่กับสภาวะที่ใช้ การย้อมที่ดีจะต้องได้สีตามที่ต้องการ สีมีความสม่ำเสมอ ย้อมแล้วได้ผลเหมือนเดิม มีความคงทนของสีและมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก สีย้อมสามารถจำแนกได้ตามแหล่งกำเนิดสี ได้แก่ สีจากธรรมชาติและสีสังเคราะห์ โดยสีย้อมจากธรรมชาติสามารถหาได้จากวัสดุธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่น การใช้สีย้อมธรรมชาติมีข้อดีคือมีความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภค อีกทั้งน้ำย้อมหลังกระบวนการผลิตยังไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของคุณภาพสีและความสม่ำเสมอของสีที่ได้ในแต่ละรอบการผลิต วิธีการย้อมสีธรรมชาติโดยทั่วไปทำได้โดยการย้อมโดยตรง (Direct dyeing) การย้อมแบบเวต (Vat dyeing) และการย้อมโดยใช้สารช่วยสีติด (Mordant dyeing) ซึ่งฝ้ายและไหมเป็นเส้นใยธรรมชาติที่นิยมนำมาย้อมด้วยสีธรรมชาติและนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอวางจำหน่าย การยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์สิ่งทอสามารถทำได้โดยพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสิ่งทอมีอยู่หลายมาตรฐานเช่นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) AATCC ASTM ISO เป็นต้น (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2560)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 ดินสอ, สมุดบันทึก

3.1.3 กล้องดิจิทัล

3.2 วิธีการดำเนินการ

การดำเนินการวิจัย แบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดพื้นที่สำรวจ บริเวณเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ ภายในซีแอนด์ซี เขาใหญ่ รีสอร์ท (Cabbages & Condoms Khao Yai Resort) ระยะทาง 2 กิโลเมตร โดยกำหนดขอบเขตการสำรวจระยะห่างระหว่าง 2 ข้างทาง 2 เมตร
2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างพืชที่ใช้ในการสำรวจความหลากหลายชนิดพรรณไม้ที่เป็นพืชให้สี คือ ไม้พุ่ม ไม้ยืนต้น ไม้เลื้อย และไม้ล้มลุก
3. สำรวจความหลากหลายชนิดของพืชให้สี นับจำนวน เก็บข้อมูล และบันทึกภาพ
4. สืบค้นข้อมูล ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ชื่อสามัญ ชื่อพื้นเมือง และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับส่วนที่ให้สี สีที่ได้ และการนำไปใช้ประโยชน์
5. จำแนกชนิดพืชให้สี จากสีที่ได้จากพืช
6. เมื่อจำแนกชนิดแล้ว นำข้อมูลที่ได้ไปจัดทำฐานข้อมูล ในรูปแบบคิวอาร์โค้ด

ตอนที่ 2 ออกแบบฐานกิจกรรม STEM

1. กำหนด ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม แบ่งเป็น การวัดค่าความเป็นกรด-เบส จากน้ำสีที่สกัดได้จากพืช และการทำกระดาษลิตมัส
2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างผู้ศึกษา
3. จัดทำรูปเล่มแผนการสอนสำหรับวิทยากร ใ้บทความรู้สำหรับผู้ศึกษา และแบบประเมินความพึงพอใจ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ตอนที่ 1 ผลศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี ในเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติภายใน ซีแอนดส์ซี เขาใหญ่ รีสอร์ท โดยแบ่งผลการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

3.1.1 ผลการศึกษาชนิดของพรรณไม้ที่เป็นพืชให้สี ดังตาราง

การศึกษาพรรณไม้ที่เป็นพืชให้สี บริเวณเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติภายใน ซีแอนดส์ซี เขาใหญ่ รีสอร์ท พบว่า มี จำนวน 22 วงศ์ รวมทั้งสิ้น 34 ชนิด เป็นไม้ยืนต้น 26 ชนิด ไม้พุ่ม 5 ชนิด ไม้ล้มลุก 2 ชนิด และไม้เลื้อย 1 ชนิด ดังตาราง

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาชนิดของพรรณไม้ที่เป็นพืชให้สี

ลักษณะ	จำนวน	ชนิดพืช
ไม้ยืนต้น	26	สะเดา ขนุน มะเฒ่า มะม่วง ทองกวาว ปืบทอง สุพรรณิการ์ โมกมัน ศรีตรัง เหลืองปรีดิยาธร ตะโกนา มะเกลือ กระถินณรงค์ ชี้เหล็กบ้าน ชี้เหล็กเลือด ประดู่ บ้าน ประดู่ป่า เฟื่องฟ้า สัก เลี่ยน หว่า แก้ว มะขาม เทศ มะค่าโมง มะขาม ลำดวน
ไม้พุ่ม	5	ชงโค ชะมะเลียง กรรณิการ์ ชบา คนทา
ไม้ล้มลุก	2	สาบเสือ ว่านกาบหอย
ไม้เลื้อย	1	ย่านาง

3.1.2 ผลการสืบค้นข้อมูล ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ชื่อสามัญ ชื่อพื้นเมือง ส่วนที่ให้สี สีที่ได้ และการนำไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2 ผลการสืบค้นข้อมูล

ชนิดพืช	ชื่อ	ส่วนที่ใช้	สีที่ได้	ประโยชน์
1.ว่านกาบหอย	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Tradescantia spathacea</i> ชื่อวงศ์: COMMELINACEAE ชื่อสามัญ: Boat-lily, Oyster Lily ชื่อพื้นเมือง: ว่านกาบหอย	ใบ	ม่วง	สีผสมอาหาร
2.สะเดา	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Azadirachta indica</i> ชื่อวงศ์: MELIACEAE ชื่อสามัญ: Siamese Neem Tree ชื่อพื้นเมือง: กะเดา, สะเลียม	ยาง เปลือก ใบ	เหลือง น้ำตาล	สีย้อมผ้า
3.ขนุน	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Artocarpus heterophyllus</i> ชื่อวงศ์: MORACEAE ชื่อสามัญ: Jackfruit Tree ชื่อพื้นเมือง: หมักหมี่ บ่าหุน	แก่น	เหลือง	สีย้อมผ้า
4.ขำมะเลียง	ชื่อวิทย์: <i>Lepisanthes fruticosa</i> ชื่อวงศ์: SAPINDACEAE ชื่อสามัญ: Luna nut ชื่อพื้นเมือง: พุมเรียง ภูเวียง	ผลสุก	ม่วงเข้ม	สีผสมอาหาร สีย้อมผ้า
5.มะเฒ่า	ชื่อวิทย์: <i>Antidesma thwaitesianum</i> ชื่อวงศ์: PHYLLANTHACEAE ชื่อสามัญ: - ชื่อพื้นเมือง: มากเฒ่า, มะเฒ่าหลวง	ผลสุก	ม่วงเข้ม	สีผสมอาหาร สีย้อมผ้า
6.มะม่วง	ชื่อวิทย์: <i>Mangifera indica</i> L. ชื่อวงศ์: ANACARDIACEAE ชื่อสามัญ: Mango ชื่อพื้นเมือง: หมากม่วง	เปลือก ผล	เหลืองอ่อน เหลืองอม เขียว เขียวขี้ม้า	สีย้อมผ้า
7.กรรณิการิ์	ชื่อวิทย์: <i>Nyctanthes arbor-tristis</i> L. ชื่อวงศ์: VERBENACEAE ชื่อสามัญ: Night Jasmine ชื่อพื้นเมือง: กรรณิการิ์	ก้านดอก	เหลืองส้ม	สีย้อมผ้า

8.ทองกวาว	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Nyctanthes arbor-tristis</i> L. ชื่อวงศ์: VERBENACEAE ชื่อสามัญ: Night Jasmine ชื่อพื้นเมือง: กรณิการ	ดอก	ส้มเหลือง	สีย้อมผ้า
9.ปีบทอง	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Mayodendron igneum</i> ชื่อวงศ์: BIGNONIACEAE ชื่อสามัญ: Tree Jasmine ชื่อพื้นเมือง: กาสะลองคำ	ดอก	น้ำตาล	สีย้อมผ้า
10.สาบเสือ	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Chromolaena odorata</i> ชื่อวงศ์: COMPOSITAE ชื่อสามัญ: Siam weed ชื่อพื้นเมือง: หญ้าเสือดอมอบ	ใบ	เขียวอ่อน	สีย้อมผ้า
11.สุพรรณิการ	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Cochlospermum regium</i> ชื่อวงศ์: BIXACEAE ชื่อสามัญ: Yellow Silk Cotton Tree ชื่อพื้นเมือง: ฝ้ายคำ	ดอก	เหลืองอ่อน	สีย้อมผ้า
12.โมกมัน	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Wrightia arborea</i> ชื่อวงศ์: APOCYNACEAE ชื่อสามัญ: vory, Darabela ชื่อพื้นเมือง: มุกน้อย มุกมัน	เปลือก ต้น	เขียวอ่อน	สีย้อมผ้า
13.ศรีตรัง	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Jacaranda filicifolia</i> ชื่อวงศ์: BIGNONIACEAE ชื่อสามัญ: Green ebony ชื่อพื้นเมือง: แคนฝอย	ดอก	น้ำตาลอ่อน	สีย้อมผ้า
14.เหลืองปริติยา จร	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Tabebuia argentea</i> Britt. ชื่อวงศ์: BIGNONIACEAE ชื่อสามัญ: Paraguayan Silver Trumpet Tree ชื่อพื้นเมือง: เหลืองสิรินจร	เปลือก ต้น	น้ำตาล	สีย้อมผ้า
15.ตะโกนา	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Diospyros rhodocalyx</i> ชื่อวงศ์: EBENACEAE ชื่อสามัญ: Ebony ชื่อพื้นเมือง: มะโก	ผลอ่อน	น้ำตาล	สีย้อมผ้า

16.มะเกลือ	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Diospyros mollis</i> ชื่อวงศ์: EBENACEAE ชื่อสามัญ: Ebony Tree ชื่อพื้นเมือง: มั๊กเกลือ มะเกลือ	ผล	ดำ	สีข้อมฟ้า
17.กระถินณรงค์	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Acacia auriculaeformis</i> ชื่อวงศ์: FABACEAE ชื่อสามัญ: Wattle ชื่อพื้นเมือง: กระถินณรงค์	ใบ	น้ำตาล	สีข้อมฟ้า
18.ขี้เหล็กบ้าน	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Senna siamea</i> ชื่อวงศ์: FABACEAE ชื่อสามัญ: Cassod tree ชื่อพื้นเมือง: ขี้เหล็กหลวง	ใบสด	เหลือง เหลืองอม เขียว	สีข้อมฟ้า
19.ขี้เหล็กเลือด	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Cassia timoriensis</i> ชื่อวงศ์: FABACEAE ชื่อสามัญ: Siamese senna ชื่อพื้นเมือง: ขี้เหล็กป่า	ใบแก่	เขียวขี้ม้า	สีข้อมฟ้า
20.ประดู่บ้าน	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Pterocarpus indicus</i> ชื่อวงศ์: FABACEAE ชื่อสามัญ: Burma Padauk ชื่อพื้นเมือง: ดู่บ้าน	เปลือก ต้น	แดง	สีข้อมฟ้า
21.ประดู่ป่า	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Pterocarpus macrocarpus</i> ชื่อวงศ์: FABACEAE ชื่อสามัญ: Burmese Ebony ชื่อพื้นเมือง: ดู่ ประดู่เสน	แก่น เปลือก	ดำ น้ำตาล	สีข้อมฟ้า
22.เฟื่องฟ้า	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Bougainvillea hybrid</i> ชื่อวงศ์: NYCTACEAE ชื่อสามัญ: Paper Flower ชื่อพื้นเมือง: ดอกกระดาษ	กลีบดอก	ชมพู	สีข้อมฟ้า
23.สัก	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Tectona grandis</i> ชื่อวงศ์: LAMIACEAE ชื่อสามัญ: Teak ชื่อพื้นเมือง: สักทอง	ใบอ่อน	สีเขียว	สีข้อมฟ้า

24.เลี่ยน	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Melia azedarach</i> ชื่อวงศ์: MELIACEAE ชื่อสามัญ: Bestard Cedar ชื่อพื้นเมือง: เตียน เฮี่ยน	ใบ	เขียว	สีย้อมผ้า
25.คนทา	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Harrisonia perforata</i> ชื่อวงศ์: SIMAROUBACEAE ชื่อสามัญ: Khontha ชื่อพื้นเมือง: สีพันคนทา	ผล	ดำ	สีย้อมผ้า
26.หว่า	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Syzygium cumini</i> ชื่อวงศ์: MYRTACEAE ชื่อสามัญ: Jambolan Plum ชื่อพื้นเมือง: ห่าขี้แพะ	ผล	ม่วง	สีผสมอาหาร สีย้อมผ้า
27.แก้ว	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Murraya paniculata</i> ชื่อวงศ์: RUTACEAE ชื่อสามัญ: Orange Jasmine ชื่อพื้นเมือง: แก้วขาว	ใบ	เขียว	สีย้อมผ้า
28.ชบา	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> ชื่อวงศ์: MALVACEAE ชื่อสามัญ: Rose Mallow ชื่อพื้นเมือง: ชุมบา	ดอก	น้ำตาล	สีย้อมผ้า
29.มะขามเทศ	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Pithecellobium dulce</i> ชื่อวงศ์: FABACEAE ชื่อสามัญ: Manila tamarind ชื่อพื้นเมือง: บักขามแป	ใบ เปลือก ต้น	เขียวขี้น้ำ ดำ	สีย้อมผ้า
30.มะค่าโมง	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Azzeria xylocarpa</i> ชื่อวงศ์: FABACEAE ชื่อสามัญ: Black rosewood Pod mahogany ชื่อพื้นเมือง: มะค่าหลวง	เนื้อไม้	เหลือง น้ำตาล	สีย้อมผ้า
31.ชงโค	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Bauhinia purpurea</i> ชื่อวงศ์: FABACEAE ชื่อสามัญ: Orchid tree ชื่อพื้นเมือง: เลี้ยวดอกแดง	เปลือก	แดง ชมพู	สีย้อมผ้า

32.มะขาม	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Tamarindus indica</i> ชื่อวงศ์: FABACEAE ชื่อสามัญ: Indian Date ชื่อพื้นเมือง: บักขาม	เปลือก	น้ำตาล	สีย้อมผ้า
33.ย่านาง	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Tiliacora triandra</i> ชื่อวงศ์: MENISPERMACEAE ชื่อสามัญ: Bamboo grass ชื่อพื้นเมือง: จ้อยนาง	ใบ	เขียว	สีผสมอาหาร สีย้อมผ้า
34.ลำตวน	ชื่อวิทยาศาสตร์: <i>Melodorum fruticosum</i> ชื่อวงศ์: ANNONACEAE ชื่อสามัญ: White cheesewood ชื่อพื้นเมือง: หอมนวล	แก่น	น้ำเงิน	สีย้อมผ้า

จากการสำรวจชนิดพืชให้สีในบริเวณเส้นทางการศึกษาธรรมชาติภายใน ซีแอนดรีซี เขาใหญ่ รีสอร์ท พบว่าสามารถแยกสีของกลุ่มพรรณพืชได้ 8 โทนสี ได้แก่ พืชให้น้ำตาล 7 ชนิด ให้สีม่วง 3 ชนิด ให้สีเหลือง 6 ชนิด ให้น้ำเงิน 2 ชนิด ให้สีส้ม 2 ชนิด ให้สีเขียว 8 ชนิด ให้สีเทาดำ 3 ชนิด และให้สีแดงชมพู 3 ชนิด ซึ่งในส่วนที่ให้สีของพืชแต่ละชนิดใช้ส่วนที่แตกต่างกัน เช่น ใบ ดอก กลีบดอก ผล เปลือกลำต้น เนื้อไม้ แก่น และยาง

3.1.3 ผลการจัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายชนิดของพืชให้สี ในรูปแบบคิวอาร์โค้ด

มีการนำผลจากการศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี โดยมีรายละเอียดของ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ชื่อสามัญ ชื่อพื้นเมือง ส่วนที่ให้สี สีที่ได้และการนำไปใช้ประโยชน์ จัดทำเป็นฐานข้อมูลในรูปแบบของคิวอาร์โค้ด และนำไปติดที่ชนิดพืชแต่ละชนิดที่ศึกษาบริเวณเส้นทางการศึกษาธรรมชาติ ภายใน ซีแอนดส์ เขาใหญ่ รีสอร์ท



สีส้นจากพรรณพฤกษา



สีส้นจากพรรณพฤกษา



ย่านาง
ชื่อวิทยาศาสตร์: *Tiliacora triandra*
ชื่อวงศ์: MENISPERMACEAE
ชื่อสามัญ: Bamboo grass
ชื่อพื้นเมือง: จ้อยนาง

การใช้ประโยชน์

-  พืชให้สีย้อมผ้า
-  พืชให้สีผสมอาหาร
-  การเรียนรู้

ส่วนที่ใช้: ใบ



สีที่ได้: สีเขียว



ที่มา: <http://gg.gg/gsmfq>

รูปที่ 1 ตัวอย่างคิวอาร์โค้ดระบุชนิดพืชให้สี



รูปที่ 2 ตัวอย่างการนำคิวอาร์โค้ดติดบนพรรณไม้

4.2 ตอนที่ 2 ออกแบบฐานกิจกรรม STEM

ออกแบบฐานกิจกรรมในหัวข้อเรื่อง สีสันจากพรรณพฤกษา (การทดสอบกรด - เบส จากพืชให้สี) โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างฐานกิจกรรมคือ เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักพืชให้สีจากธรรมชาติและการนำไปใช้ประโยชน์ และเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ เพื่อใช้ทดสอบความเป็นกรด - เบส และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพืชแต่ละชนิดที่นำมาทดลอง ซึ่งทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างผู้ นักเรียน โรงเรียนเซนต์แมรี อุดรธานี ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 15 คน ใช้ระยะเวลาดำเนินกิจกรรม 30 นาที และมีการจัดทำวิดีโอ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนแก่แหล่งฝึกประสบการณ์

4.2.1 ผลการจัดทำรูปเล่มแผนการสอนสำหรับวิทยากร ใ้ความรู้สำหรับนักเรียน และตัวอย่างแบบประเมินความพึงพอใจ ดังต่อไปนี้

ใบความรู้ ฐานกิจกรรม (วิทยากร)

เรื่อง สีสันจากพรรณพฤกษา (การทดสอบกรด - เบส จากพืชให้สี)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักพืชให้สีจากธรรมชาติและการนำไปใช้ประโยชน์
2. เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ เพื่อใช้ทดสอบความเป็นกรด-เบส และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพืชแต่ละชนิดที่นำมาทดลอง

อุปกรณ์

- | | |
|---------------|---------------------------------------|
| 1.ผ้าขาวบาง | 5.เครื่องชั่ง |
| 2.กรรไกร | 6.กระบอกตวง |
| 3.แก้วพลาสติก | 7.เครื่องวัด pH (universal indicator) |
| 4.หม้อหุงข้าว | 8.คู่มือการเรียนรู้ |

พืชตัวอย่างที่ใช้

1. ตัวอย่างพืช : ดอกเฟื่องฟ้า ดอกทองกวาว ดอกกาสะลองคำ ผลขำมะเลียง
2. ตัวอย่างสารละลาย : กรด-เบส น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู น้ำสบู่ น้ำขี้เถ้า

ขั้นตอนการดำเนินงานกิจกรรม

กิจกรรม	ขั้นตอนการทำ
1 การให้ความรู้เกี่ยวกับพืชให้สีอินดิเตอร์จากธรรมชาติ กรด-เบส (3 นาที)	ดำเนินการให้ความรู้ตามข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ และเหมาะสมแก่ผู้ศึกษาและน่าสนใจ
2. การเตรียมตัวอย่างพืชให้สีเพื่อทำอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ (จัดเตรียมให้บางส่วน ในบางขั้นตอน ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ศึกษาและระยะเวลาในการทดลอง) (7 นาที)	<ul style="list-style-type: none"> - เก็บตัวอย่างพืชให้สีที่จะใช้ในการทดสอบ โดยเลือกส่วนใบ ดอกและผลของพืช ได้แก่ ดอกเฟื่องฟ้า ดอกทองกวาว ดอกกาสะลองคำ ผลสุกข่ามะเสี้ยน - นำตัวอย่างพืชให้สีที่ได้มาล้างและหั่นเป็นชิ้นเล็ก - ตั้งหม้อและตวงน้ำปริมาณ 200 ml รอให้น้ำเดือด และชั่งตัวอย่างพืชที่หั่นไว้ปริมาณ 50 g ก่อนนำลงไปต้มเป็นเวลา 10-15 นาที - จากนั้นทำการแยกผงกับน้ำออกจากกัน โดยวิธีการกรองน้ำด้วยผ้าขาวบาง และบีบหรือคั้นน้ำออกมาใส่ภาชนะ
3.ให้ผู้ศึกษาทำการทดลอง (15 นาที)	<ul style="list-style-type: none"> - นำน้ำที่ได้จากพืชให้สีจากธรรมชาติ วัดค่าความเป็นกรด-เบส กับตัวอย่างสารละลายที่เตรียมไว้ ที่เป็นกรด ได้แก่ น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู และตัวอย่างสารละลายที่เตรียมไว้ที่เป็นเบส ได้แก่ น้ำสบู่ น้ำซี้เถ้า - สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
4.สรุปผลร่วมกัน (5 นาที)	สรุปผลตามผลการทดลอง และเนื้อหาที่จัดเตรียมไว้

ใบความรู้

ความสำคัญของพืชให้สี

พืชให้สีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตอย่างมาก นับแต่สมัยดึกดำบรรพ์จนถึงปัจจุบันได้นำสีมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยใช้เป็นสัญลักษณ์ในการถ่ายทอดความหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง สีจึงเป็นสิ่งที่ควรศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์กับวิถีชีวิตของเราเพราะสรรพสิ่งที่ทั้งหลายที่แวดล้อมตัวเราประกอบไปด้วยสีทั้งสิ้น ซึ่งในงานศิลปะสีได้มากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ และมนุษย์ได้นำสีสันท่างๆ เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ทั้งในด้าน การตกแต่งอาหาร ย้อมสีเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ก่อให้เกิดสุนทรียภาพทางสิ่งแวดล้อม การอุปโภคและการบริโภค สีสันทันหลากหลาย เหล่านี้อยู่ที่ส่วนต่างๆ ภายในเซลล์ของพืช และมีสมบัติบางอย่างที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้

ประโยชน์ของพืชให้สี

คนไทยรู้จักวิธีปรุงแต่งอาหารให้มีสีสันท่ารับประทานมาเนิ่นนานก่อนที่จะมีการผลิตสีสังเคราะห์ด้วยกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายดังในปัจจุบัน อาหารที่เรานิยมแต่งสีให้สวยงามส่วนใหญ่เป็นของว่างหรือของหวาน แม้แต่อาหารคาวของเราก็มีสีชวนรับประทานด้วยสีจากพืช

ตัวอย่างของชนิดพืชให้สีที่ใช้แต่งสีอาหาร

ชนิดของพืช	ส่วนที่ใช้	สีที่ได้
ใบเตย	ใบ	เขียว
คำแสด	เมล็ด	แสด
คำฝอย	เมล็ด	แดง
ฟักทอง	เนื้อผล	เหลือง
ตาลโตนด	เนื้อผล	เหลือง
ผักปลัง	ผลสุก	สีแดง
อัญชัน	กลีบดอก	น้ำเงิน สีฟ้า สีฟ้าอมม่วง

ที่มา (นายธวัชชัย สันติสุข 2512)

พืชที่ให้สีย้อม

สีย้อมที่ได้จากธรรมชาติคือ การนำส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ผล ราก เปลือก แก่น มาต้ม สกัด เป็นสีย้อม ตัวอย่างในการย้อมสิ่งทอ เช่น ย้อมผ้าไหม ย้อมแห ย้อมอวน เป็นต้น

สารช่วยติดสี (Mordant) เป็นตัวที่ช่วยให้สีติดอยู่บนผ้าและเส้นใยได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ตกง่าย และสารช่วยติดสีแต่ละชนิดยังมีผลให้เกิดสีที่แตกต่างกันอีกด้วย สารช่วยติดสี ได้แก่ สารส้ม จุนสี เกลือ ปูนขาว สนิมเหล็ก สารช่วยติดสีธรรมชาติโดยทั่วไปนิยมใช้โคลน หรือน้ำบาดาล ใช้ใบไม้ ผลไม้ เปลือกไม้ เช่น ใบส้มเสี้ยว ใบส้มป่อย ใบมะขาม มะนาว มะขาม และน้ำขี้เถ้า เป็นต้น

ตัวอย่างของชนิดพืชให้สีย้อม

ชนิดของพืช	ส่วนที่ใช้	สีที่ได้
สีเสียดเหนื่อ	เนื้อไม้	สีน้ำตาล
ฝาง	ราก	เหลือง
สัก	ใบอ่อน	สีแดง
สมอพิเภก	เปลือก ผล	ขี้ม้า
มะเกลือ	ผล	สีดำ
มะหาด	ราก	เหลือง
สนทะเล	เปลือก	น้ำตาลแกมแดง

ที่มา (นายธวัชชัย สันติสุข 2512)

สารสีสำคัญที่อยู่ในพืช

สารแคโรทีนอยด์ ให้สีเหลือง เช่น ดอกกรรณิการ์ ฝ้ายคำ ขมิ้น แก่นขนุน เป็นต้น

สารแอนโทไซยานิน ให้สีน้ำเงิน สีม่วง เช่น ผลผักปลัง ขำมะเลียง อัญชัน เป็นต้น

สารบราซิลิน ให้สีส้ม สีส้มแดง ประดู่บ้าน สัก คำฝอย คำแสด เป็นต้น

สารละลายกรด-เบสและกลาง

กรด หมายถึง สารประกอบที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อละลายน้ำแล้วสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+)

คุณสมบัติความเป็นกรด

กรดทุกชนิดมีรสเปรี้ยว เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง (มีค่า pH น้อยกว่า 7)

ประเภทของสารละลายกรด

สารละลายกรดแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. กรดอินทรีย์ คือ กรดที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ จุลินทรีย์ เป็นต้น

- กรดแอซติก (acetic acid) หรือกรดน้ำส้ม ได้จากการหมักแป้งหรือน้ำตาลโดยใช้จุลินทรีย์ ซึ่งนิยมใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู

- กรดซิตริก (citric acid) หรือกรดมะนาว เป็นกรดที่อยู่ในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น ส้ม มะนาว

- กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) หรือวิตามินซี มีอยู่ในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว

- กรดอะมิโน (amino acid) เป็นกรดที่ใช้สร้างโปรตีน มักพบในเนื้อสัตว์ ผลไม้เปลือกแข็ง หรือพืช

ตระกูลถั่ว

2. กรดอนินทรีย์ (Inorganic Acids) เป็นกรดที่ได้จากแร่ธาตุ จึงอาจเรียกว่ากรดแร่ก็ได้ มีความสามารถในการกัดกร่อนสูง ถ้าถูกผิวหนังหรือเนื้อเยื่อของร่างกายจะทำให้ไหม้ แสบ หรือมีผื่นคัน ตัวอย่างเช่น

- กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) หรือกรดเกลือ

- กรดไนตริก (nitric acid) หรือกรดดินประสิว

- กรดคาร์บอนิก (carbonic acid) หรือกรดหินปูน

- กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid) หรือกรดกำมะถัน

เบส คือ สารประกอบที่ทำปฏิกิริยากับกรด แล้วได้เกลือกับน้ำจะสามารถแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH⁻) เบสทุกชนิดจะมีรสฝาด

คุณสมบัติความเป็นเบส

เบสทุกชนิดมีรสฝาดหรือเฝื่อน เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน (มีค่า pH มากกว่า 7)

ตัวอย่างสารละลายเบสในชีวิตประจำวันและสิ่งแวดล้อม มีดังต่อไปนี้

1. สารประเภททำความสะอาด

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ใช้ทำสบู่

- แอมโมเนีย (NH₃) น้ำยาล้างกระจก, น้ำยาปรับผ้านุ่ม

- โซเดียมคาร์บอเนต (Na₂CO₃) อุตสาหกรรมผงซักฟอก

ตารางสังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ตัวอย่างพืช ที่ใช้สกัด	สีที่ได้	สารที่ใช้ในการทดสอบ (กรด/เบส)	สีที่เปลี่ยน
ขำมะเลียง	สีน้ำเงิน	มะนาว	สีชมพู
		น้ำส้มสายชู	สีชมพูม่วง
		น้ำสบู่	ไม่เปลี่ยนสี
		น้ำขี้เถ้า	ไม่เปลี่ยนสี
ทองกวาว	สีส้ม	มะนาว	สีเหลือง
		น้ำส้มสายชู	สีเหลือง
		น้ำสบู่	ไม่เปลี่ยนสี
		น้ำขี้เถ้า	ไม่เปลี่ยนสี
เฟื่องฟ้า	สีชมพู	มะนาว	ชมพูเข้ม
		น้ำส้มสายชู	ชมพูเข้ม
		น้ำสบู่	ไม่เปลี่ยนสี
		น้ำขี้เถ้า	ไม่เปลี่ยนสี
กาสะลองคำ	สีน้ำตาล	มะนาว	ไม่เปลี่ยนสี
		น้ำส้มสายชู	ไม่เปลี่ยนสี
		น้ำสบู่	น้ำตาลอ่อน
		น้ำขี้เถ้า	น้ำตาลอ่อน

ใบกิจกรรม

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ยกตัวอย่างชนิดพืชที่มีสีจากธรรมชาติ พร้อมบอกส่วนที่ใช้และสีที่ได้มา 5 ชนิด

ตอบ 1. สาบเสือ ใช้ส่วนใบ 2. ฝ้ายคำ ใช้ส่วนดอก 3. เฟื่องฟ้า ใช้ส่วนกลีบดอก
4. กาสะลองคำ ใช้ส่วนดอก 5. ทองกวาว ใช้ส่วนดอก

2. อินดิเคเตอร์ หมายถึง

ตอบ สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด-เบส

3. กรด - เบส หมายถึง

ตอบ กรด คือสารประกอบที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบเมื่อละลายน้ำสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) สารละลายเบส คือสารประกอบที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-)

4. สารละลายกรดแบ่งออกเป็นกี่ประเภท ได้แก่อะไรบ้าง

ตอบ 2 ประเภท

1. กรดอินทรีย์ คือกรดที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ จุลินทรีย์ เป็นต้น ตัวอย่างเช่น

กรดซิตริก (Citric acid) เป็นกรดที่อยู่ในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว

กรดอะมิโน (Amino acid) เป็นกรดที่ใช้สร้างโปรตีนมักพบในเนื้อสัตว์ ผลไม้เปลือกแข็ง หรือ

พืชตระกูลถั่ว

กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) หรือวิตามินซี

2. กรดอนินทรีย์ คือ กรดที่ได้จากแร่ธาตุ มีความสามารถในการกัดกร่อนสูง ถ้าถูกผิวหนังหรือเนื้อเยื่อของร่างกายจะทำให้ไหม้ แสบ หรือมีผื่นคัน ตัวอย่างเช่น

กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) หรือกรดเกลือ

กรดคาร์บอนิก (Carbonic acid) หรือกรดหินปูน

กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) หรือกรดกำมะถัน

กรดไนตริก (Nitric acid) หรือกรดดินประสิว

5. จงบอกสมบัติทั่วไปของสารละลายเบส

ตอบ มีรสฝาด ถูกมือลื่นคล้ายสบู่ นำไฟฟ้าได้ ผสมกับไขมันได้สบู่

6. ยกตัวอย่างผลไม้ที่มีกรด

ตอบ มะนาว ส้ม มะขาม มะม่วง มะยม ตะลิงปลิง มะดัน เสาวรส เป็นต้น

กิจกรรม: ให้นักเรียนแยกกลุ่มของกรด - เบส และกลาง ดังต่อไปนี้

A=กรด B=เบส C=กลาง

กรด - เบสในชีวิตประจำวัน

<p>B</p>  <p>สบู่</p>	<p>B</p>  <p>เปลี่ยนจากสีแดง เป็นสีน้ำเงิน</p>	<p>B</p>  <p>น้ำยาล้างจาน</p>	<p>A</p>  <p>น้ำอัดลม</p>
<p>B</p>  <p>น้ำยาถูพื้น</p>	<p>B</p>  <p>ผงซักฟอก</p>	<p>B</p>  <p>น้ำยาเช็ดกระจก</p>	<p>A</p>  <p>มะนาว</p>
<p>B</p>  <p>ยาสีฟัน</p>	<p>C</p>  <p>น้ำดื่ม</p>	<p>A</p>  <p>ส้ม</p>	<p>A</p>  <p>เปลี่ยนจากสีน้ำเงิน เป็นสีแดง</p>
<p>C</p>  <p>เท่ากับ 7</p>	<p>B</p>  <p>Baking Soda</p>	<p>B</p>  <p>น้ำดื่มสายชู</p>	<p>C</p>  <p>น้ำกลั่น</p>

ใบความรู้ ฐานกิจกรรม (นักเรียน)

สีส้มจากพรรณพฤษา (การทดสอบกรด – เบส จากพืชให้สี)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักพืชให้สีจากธรรมชาติและการนำไปใช้ประโยชน์
2. เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ เพื่อใช้ทดสอบความเป็นกรด-เบส และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพืชแต่ละชนิดที่นำมาทดลอง

อุปกรณ์

- | | |
|---------------|---------------------------------------|
| 1.ผ้าขาวบาง | 5.เครื่องชั่ง |
| 2.กรรไกร | 6.กระบอกตวง |
| 3.แก้วพลาสติก | 7.เครื่องวัด pH (universal indicator) |
| 4.หม้อหุงข้าว | 8.คู่มือการเรียนรู้ |

พืชตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างพืช : ดอกเฟื่องฟ้า ดอกทองกวาว ดอกกาสะลองคำ ผลขำมะเลียง
2. ตัวอย่างสารละลาย : กรด-เบส น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู น้ำสบู่ น้ำขี้เถ้า

ขั้นตอนการดำเนินงานกิจกรรม

กิจกรรม	ขั้นตอนการทำ
1 การให้ความรู้เกี่ยวกับพืชให้สีอินดิเตอร์จากธรรมชาติ กรด-เบส (3 นาที)	ดำเนินการให้ความรู้ตามข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ และเหมาะสมแก่ผู้ศึกษา
2. การเตรียมตัวอย่างพืชให้สีเพื่อทำอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติ (จัดเตรียมให้บางส่วน ในบางขั้นตอน ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ศึกษาและระยะเวลาในการทดลอง) (7 นาที)	<ul style="list-style-type: none"> - เก็บตัวอย่างพืชให้สีที่จะใช้ในการทดสอบ โดยเลือกส่วนใบ ดอกและผลของพืช ได้แก่ ดอกเฟื่องฟ้า ดอกทองกวาว ดอกกาสะลองคำ ผลสุกข่ามะเลียง - นำตัวอย่างพืชให้สีที่ได้มาล้างและหั่นเป็นชิ้นเล็ก - ตั้งหม้อและตวงน้ำปริมาณ 200 ml รอให้น้ำเดือด และชั่งตัวอย่างพืชที่หั่นไว้ปริมาณ 50 g ก่อนนำไปต้มเป็นเวลา 10-15 นาที - จากนั้นทำการแยกผงกับน้ำออกจากกัน โดยวิธีการกรองน้ำด้วยผ้าขาวบาง และบีบหรือคั้นน้ำออกมาใส่ภาชนะ
3.ให้ผู้ศึกษาทำการทดลอง (15 นาที)	<ul style="list-style-type: none"> - นำน้ำที่ได้จากพืชให้สีจากธรรมชาติ วัดค่าความเป็นกรด-เบส กับตัวอย่างสารละลายที่เตรียมไว้ ที่เป็นกรด ได้แก่ น้ำมะนาว น้ำส้มสายชู และตัวอย่างสารละลายที่เตรียมไว้ที่เป็นเบส ได้แก่ น้ำสบู่ น้ำขี้เถ้า - สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลการทดลอง
4.สรุปผลร่วมกัน (5 นาที)	สรุปผลตามผลการทดลอง และเนื้อหาที่จัดเตรียมไว้

ใบความรู้

ความสำคัญของพืชให้สี

พืชให้สีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตอย่างมาก นับแต่สมัยดึกดำบรรพ์จนถึงปัจจุบันได้นำสีมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยใช้เป็นสัญลักษณ์ในการถ่ายทอดความหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง สีจึงเป็นสิ่งที่ควรศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์กับวิถีชีวิตของเราเพราะสรรพสิ่งทั้งหลายที่แวดล้อมตัวเราประกอบไปด้วยสีทั้งสิ้น ซึ่งในงานศิลปะสีเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่ง และสีเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อ ความรู้สึก อารมณ์ และจิตใจ ได้มากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ และมนุษย์ได้นำสีส้นต่างๆ เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ทั้งในด้าน การตกแต่งอาหาร ย้อมสีเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ก่อให้เกิดสุนทรียภาพทางสิ่งแวดล้อม การอุปโภคและการบริโภค สีส้นอันหลากหลาย เหล่านี้อยู่ที่ส่วนต่างๆ ภายในเซลล์ของพืช และมีสมบัติบางอย่างที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้

ประโยชน์ของพืชให้สี

คนไทยรู้จักวิธีปรุงแต่งอาหารให้มีสีส้นน่ารับประทานมาเนิ่นนานก่อนที่จะมีการผลิตสีสังเคราะห์ด้วยกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายดังในปัจจุบัน อาหารที่เรานิยมแต่งสีให้สวยงามส่วนใหญ่เป็นของว่างหรือของหวาน แม้แต่อาหารคาวของเราก็มีสีส้นรับประทานด้วยสีจากพืช

ตัวอย่างของชนิดพืชให้สีที่ใช้แต่งสีอาหาร

ชนิดของพืช	ส่วนที่ใช้	สีที่ได้
ใบเตย	ใบ	เขียว
คำแสด	เมล็ด	แสด
คำฝอย	เมล็ด	แดง
ฟักทอง	เนื้อผล	เหลือง
ตาลโตนด	เนื้อผล	เหลือง
ผักปลัง	ผลสุก	สีแดง
อัญชัน	กลีบดอก	น้ำเงิน สีฟ้า สีฟ้าอมม่วง

พืชที่ให้สีย้อม

สีย้อมที่ได้จากธรรมชาติคือ การนำส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ผล ราก เปลือก แก่น มาต้ม สกัด เป็นสีย้อม ตัวอย่างในการย้อมสิ่งทอ เช่น ย้อมผ้าไหม ย้อมแห ย้อมอวน เป็นต้น

สารช่วยติดสี (Mordant) เป็นตัวที่ช่วยให้สีติดอยู่บนผ้าและเส้นใยได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ตกง่าย และสารช่วยติดสีแต่ละชนิดยังมีผลให้เกิดสีที่แตกต่างกันอีกด้วย สารช่วยติดสี ได้แก่ สารส้ม จุนสี เกลือ ปูน

ขาว สนิมเหล็ก สารช่วยติดสีธรรมชาติโดยทั่วไปนิยมใช้โคลน หรือน้ำบาดาล ใช้ใบไม้ ผลไม้ เปลือกไม้ เช่น ใบส้มเสี้ยว ใบส้มป่อย ใบมะขาม มะนาว มะขาม และน้ำขี้เถ้า เป็นต้น

ตัวอย่างของชนิดพืชให้สีย้อม

ชนิดของพืช	ส่วนที่ใช้	สีที่ได้
สีเสียดเหนือ	เนื้อไม้	สีน้ำตาล
ฝาง	ราก	เหลือง
สัก	ใบอ่อน	สีแดง
สมอพิเภก	เปลือก ผล	ขี้ม้า
มะเกลือ	ผล	สีดำ
มะหาด	ราก	เหลือง
สนทะเล	เปลือก	น้ำตาลแกมแดง

สารสีสำคัญที่อยู่ในพืช

สารแคโรทีนอยด์ ให้สีเหลือง เช่น ดอกกรรณิการ์ ฝ้ายคำ ขมิ้น แก่นขนุน เป็นต้น

สารแอนโทไซยานิน ให้สีน้ำเงิน สีม่วง เช่นผลผักปลัง ขำมะเลียง อัญชัน เป็นต้น

สารบราซิลิน ให้สีส้ม สีส้มแดง ประดู่บ้าน สัก คำฝอย คำเสด เป็นต้น

สารละลายกรด-เบสและกลาง

กรด หมายถึง สารประกอบที่มีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ เมื่อละลายน้ำแล้วสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+)

คุณสมบัติความเป็นกรด

กรดทุกชนิดมีรสเปรี้ยว เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง (มีค่า pH น้อยกว่า 7)

ประเภทของสารละลายกรด

สารละลายกรดแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. กรดอินทรีย์ คือกรดที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ จุลินทรีย์ เป็นต้น

- กรดแอซติก (acetic acid) หรือกรดน้ำส้ม ได้จากการหมักแป้งหรือน้ำตาลโดยใช้จุลินทรีย์ ซึ่งนิยมใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู

- กรดซิตริก (citric acid) หรือกรดมะนาว เป็นกรดที่อยู่ในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น ส้ม มะนาว
- กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) หรือวิตามินซี มีอยู่ในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว
- กรดอะมิโน (amino acid) เป็นกรดที่ใช้สร้างโปรตีน มักพบในเนื้อสัตว์ ผลไม้เปลือกแข็ง หรือพืชตระกูลถั่ว

2. กรดอนินทรีย์ (Inorganic Acids) เป็นกรดที่ได้จากแร่ธาตุ จึงอาจเรียกว่ากรดแร่ก็ได้ มีความสามารถในการกัดกร่อนสูง ถ้าถูกผิวหนังหรือเนื้อเยื่อของร่างกายจะทำให้ไหม้ แสบ หรือมีผื่นคัน ตัวอย่างเช่น

- กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) หรือกรดเกลือ
- กรดไนตริก (nitric acid) หรือกรดดินประสิว
- กรดคาร์บอนิก (carbonic acid) หรือกรดหินปูน
- กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid) หรือกรดกำมะถัน

เบส คือ สารประกอบที่ทำปฏิกิริยากับกรด แล้วได้เกลือกับน้ำจะสามารถแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) เบสทุกชนิดจะมีรสฝาด

คุณสมบัติความเป็นเบส

เบสทุกชนิดมีรสฝาดหรือเผ็ด เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน (มีค่า pH มากกว่า 7)

ตัวอย่างสารละลายเบสในชีวิตประจำวันและสิ่งแวดล้อม มีดังต่อไปนี้

1. สารประเภททำความสะอาด

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ใช้ทำสบู่
- แอมโมเนีย (CH_3) น้ำยาล้างกระจก, น้ำยาปรับผ้านุ่ม
- โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) อุตสาหกรรมผงซักฟอก

2. สารปรุงแต่งอาหาร

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ทำผงชูรส
- โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ทำขนม

3.สารที่ใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ย

- ยูเรีย $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ ใช้ทำปุ๋ย
- แคลเซียมไฮดรอกไซด์ $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ แก้ดินเปรี้ยว

4.ยารักษาโรค

- $\text{NH}_3(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ แก้เป็นลม
- แคลเซียมไฮดรอกไซด์ $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ ลดกรดในกระเพาะอาหาร
- แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ ลดกรดในกระเพาะอาหาร , ยาถ่าย

ตารางสังเกตและบันทึกผลการทดลอง

ตัวอย่างพืช ที่ใช้สกัด	สีที่ได้	สารที่ใช้ในการทดสอบ (กรด/เบส)	สีที่เปลี่ยน
ขำมะเลียง	สีน้ำเงิน	มะนาว	
		น้ำส้มสายชู	
		น้ำสบู่	
		น้ำซีเถ้า	
ทองกวาว	สีส้ม	มะนาว	
		น้ำส้มสายชู	
		น้ำสบู่	
		น้ำซีเถ้า	
เฟื่องฟ้า	สีชมพู	มะนาว	
		น้ำส้มสายชู	
		น้ำสบู่	
		น้ำซีเถ้า	
กาสะลองคำ	สีน้ำตาล	มะนาว	
		น้ำส้มสายชู	
		น้ำสบู่	
		น้ำซีเถ้า	

ใบกิจกรรม

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ยกตัวอย่างชนิดพืชที่มีสีจากธรรมชาติ พร้อมบอกส่วนที่ใช้และสีที่ได้มา 5 ชนิด

ตอบ

2. อินดิเคเตอร์ หมายถึง

ตอบ

3. กรด - เบส หมายถึง

ตอบ

4. สารละลายกรดแบ่งออกเป็นกี่ประเภท ได้แก่อะไรบ้าง

ตอบ

5. จงบอกสมบัติทั่วไปของสารละลายเบส

ตอบ

6. ยกตัวอย่างผลไม้ที่มีกรด

ตอบ

กิจกรรม: ให้นักเรียนแยกกลุ่มของกรด - เบส และกลาง ดังต่อไปนี้

A=กรด B=เบส C=กลาง

กรด - เบสในชีวิตประจำวัน

 <p>สบู่</p>	 <p>เปลี่ยนจากสีแดง เป็นสีน้ำเงิน</p>	 <p>น้ำยาล้างจาน</p>	 <p>น้ำอัดลม</p>
 <p>น้ำยาถูพื้น</p>	 <p>ผงซักฟอก</p>	 <p>น้ำยาเช็ดกระจก</p>	 <p>มะนาว</p>
 <p>ยาสีฟัน</p>	 <p>น้ำดื่ม</p>	 <p>ส้ม</p>	 <p>เปลี่ยนจากสีน้ำเงิน เป็นสีแดง</p>
<p>= 7</p> <p>เท่ากับ 7</p>	 <p>Baking Soda</p>	 <p>น้ำดื่มสายชู</p>	 <p>น้ำกลั่น</p>

แบบประเมินผลฐานกิจกรรม สืบค้นจากพรรณพฤษา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน พร้อมเขียนข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว (กรุณากรอกให้ครบถ้วนสมบูรณ์)

1. สถานะ ครู นักเรียน
2. เพศ ชาย หญิง
3. ระดับชั้น ประถมศึกษาตอนต้น ประถมศึกษาตอนปลาย
- มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจ (กรุณากรอกให้ครบถ้วนสมบูรณ์)

เรื่อง	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม					
2.ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม					
3.เข้าใจถึงความสำคัญและวัตถุประสงค์ของกิจกรรม					
4.ลำดับขั้นตอน/เนื้อหา/รูปแบบความน่าสนใจของกิจกรรม					
5.เห็นถึงคุณค่าและความสำคัญของธรรมชาติในการสร้างฐานกิจกรรม					
6.ได้รับประโยชน์จากกิจกรรม					
7.สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ในชีวิตประจำวันได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (กรุณากรอกให้ครบถ้วนสมบูรณ์)

.....

.....

.....

4.2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจ

จากการประเมินผลความพึงพอใจการร่วมกิจกรรมของนักเรียนโรงเรียนเซนต์แมรี อุดรธานี เพศหญิง จำนวน 15 คน ในการเข้าร่วมฐานกิจกรรม “สี่ส้นจากพรรณพฤกษา (การทดสอบกรด - เบสจากพืช ให้สี)” มีความพึงพอใจมากที่สุด ในเรื่องการ เห็นถึงคุณค่าและความสำคัญของธรรมชาติในการสร้างฐาน กิจกรรม และได้รับประโยชน์จากกิจกรรม ในระดับค่าเฉลี่ย 5, 4.5 อยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

เรื่อง	ระดับความพึงพอใจ	
	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1.สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม	4.2	มาก
2.ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม	4	มาก
3.เข้าใจถึงความสำคัญและวัตถุประสงค์ของกิจกรรม	4.3	มาก
4.ลำดับขั้นตอน/เนื้อหา/รูปแบบความน่าสนใจของกิจกรรม	4.3	มาก
5.เห็นถึงคุณค่าและความสำคัญของธรรมชาติในการสร้างฐานกิจกรรม	5	มากที่สุด
6.ได้รับประโยชน์จากกิจกรรม	4.5	มากที่สุด
7.สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ในชีวิตประจำวันได้	4.3	มาก

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาผลการสำรวจชนิดพืชให้สีในบริเวณเส้นทางการศึกษาธรรมชาติภายใน ซีแอนดซี เขาใหญ่ รีสอร์ท ด้านความหลากหลายชนิด พบพืชให้สีรวมทั้งสิ้น 34 ชนิด จำนวน 22 วงศ์ ประกอบด้วยชนิดไม้ยืนต้น 26 ชนิด ไม้พุ่ม 5 ชนิด ไม้ล้มลุก 2 ชนิดและไม้เลื้อย 1 ชนิด จากการจำแนกพบว่าสามารถแยกสีของกลุ่มพรรณไม้ให้สีได้ 8 โทนสี ได้แก่ สีนํ้าตาล 7 ชนิด สีม่วง 3 ชนิด สีเหลือง 6 ชนิด สีนํ้าเงิน 2 ชนิด สีส้ม 2 ชนิด สีเขียว 8 ชนิด สีเทาดำ 3 ชนิด และสีแดงชมพู 4 ชนิด ซึ่งในส่วนที่ให้สีของพืชแต่ละชนิดใช้ส่วนที่แตกต่างกัน เช่น ใบ ดอก กลีบดอก ผล เปลือกลำต้น เนื้อไม้ แก่น และยาง สีสันท่างๆ ที่ได้จากพืชเหล่านี้สามารถแบ่งตามการใช้ประโยชน์ ได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ พืชให้สีย้อม กับพืชให้สีผสมอาหาร สีสันทจากพืชให้สี ยังเป็นแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ ที่ได้จากธรรมชาตินำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยการจัดทำฐานกิจกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในชื่อฐาน “สีสันทจากพรรณพฤกษา (การทดสอบกรด - เบสจากพืชให้สี)” ซึ่งเป็นการนำสีที่สกัดได้จากพืชมาทดสอบความเป็นกรด-เบสโดยพบว่า น้ำที่สกัดได้จากพืชให้สีแต่ละชนิด สามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งมีการเปลี่ยนสี เมื่ออยู่ในสถานะที่เป็นกรด-เบส จึงทำให้สารสีที่สกัดได้จากพืช สามารถนำมาทำเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติได้

จากผลการประเมินการเข้าร่วมกิจกรรม พบว่าฐานกิจกรรมที่สร้างขึ้นมานำไปใช้ได้จริงในหน่วยงาน เนื่องจากนักเรียนสามารถปฏิบัติตาม เข้าใจเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ และเห็นถึงคุณค่า ความสำคัญของธรรมชาติในการนำมาสร้างฐานกิจกรรม ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน แต่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นเพียงพอและเหมาะสมที่การเรียนรู้

ประโยชน์ที่ได้รับ

1.สามารถนำข้อมูลจากการสำรวจพืชให้สีและใช้สีที่ได้จากพืช ให้เกิดประโยชน์ในด้านการเรียนรู้ มาจัดทำฐานข้อมูลองค์ความรู้ต่างๆ เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษา และบุคคลทั่วไป

2.สามารถนำข้อมูลมาจัดทำฐานกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้อย่างเกิดประโยชน์สร้างสรรค์น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ

3.สามารถสร้างแรงบันดาลใจแก่ผู้ที่ศึกษา ให้ได้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากธรรมชาติในการเรียนรู้ และตระหนักถึงคุณค่าของธรรมชาติมากขึ้น เพื่อสร้างจิตสำนึกในการดูแลและใส่ใจธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สู่คนรุ่นหลัง

ข้อเสนอแนะ

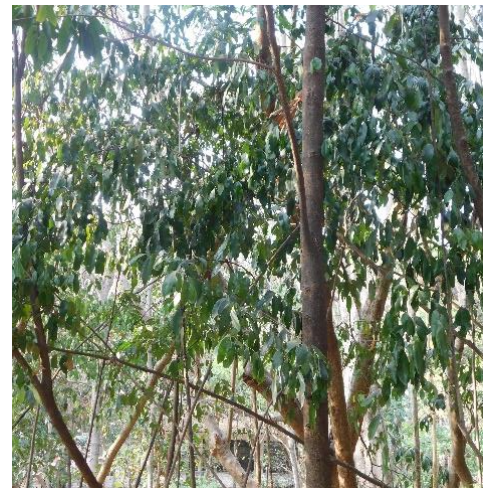
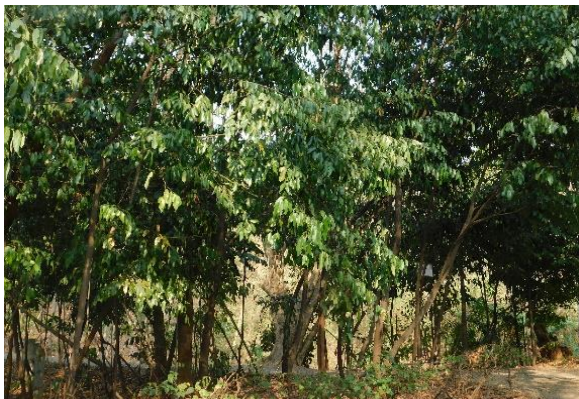
- 1.ศึกษาปัจจัยที่มีต่อการกระจายพันธุ์ของพืช
- 2.ศึกษาชนิดของแมลงกลางคืน
- 3.ศึกษาความหลากหลายชนิดของนกภายใน ซีแอนดส์ซี เขาใหญ่ รีสอร์ท
- 4.ศึกษาดัชนีชี้วัดอากาศ ทางธรรมชาติและชนิดของไลเคน

ภาคผนวก

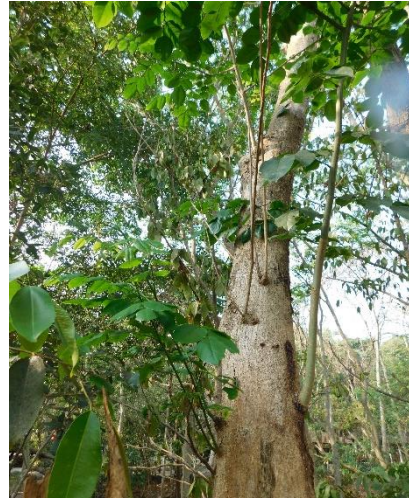
พืชให้สี



รูปที่1 ว่านกาบหอย



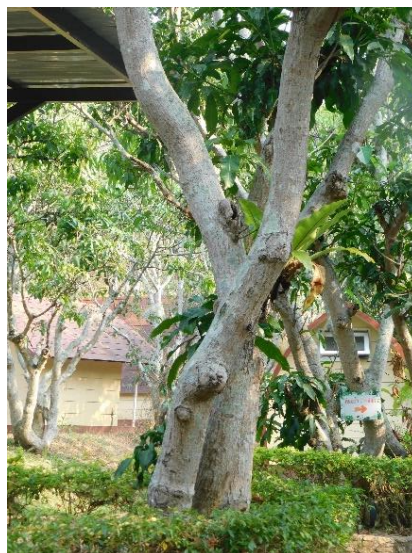
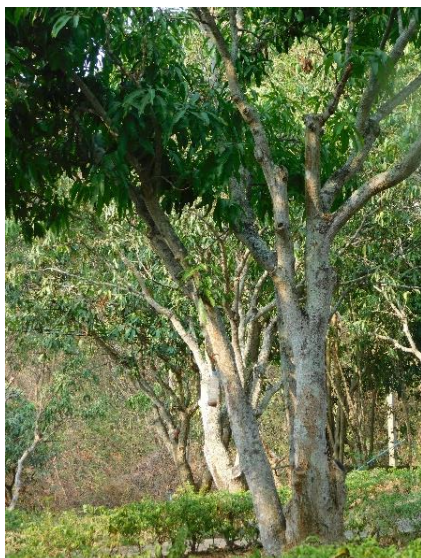
รูปที่ 2 ต้นลำดวน



รูปที่ 3 ต้นประดู่บ้าน



รูปที่ 4 ต้นมะค่าโมง



รูปที่ 5 ต้นมะม่วง



รูปที่ 6 ต้นแก้ว



รูปที่ 7 ต้นเลี่ยน



รูปที่ 8 ต้นเฟื่องฟ้า



รูปที่ 9 ต้นขำมะเลียง



รูปที่ 10 ต้นสะเดา



รูปที่ 11 ต้นตะโกนา



รูปที่ 12 ต้นศรีตรัง



รูปที่ 13 ต้นขนุน



รูปที่ 14 ต้นย่านาง



รูปที่ 15 ต้นขี้เหล็กบ้าน



รูปที่ 16 ต้นมะขามเทศ



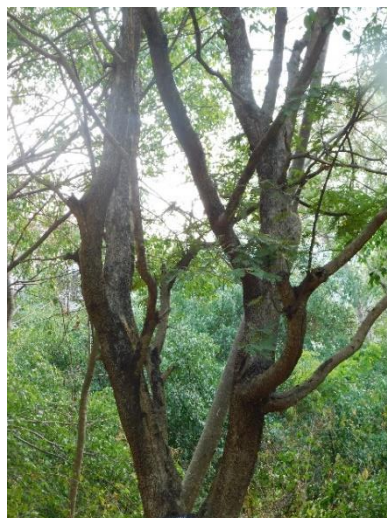
รูปที่ 17 ต้นประดู่ป่า



รูปที่ 18 ต้นเหลืองปริติยาร



รูปที่ 19 ต้นมะเกลือ



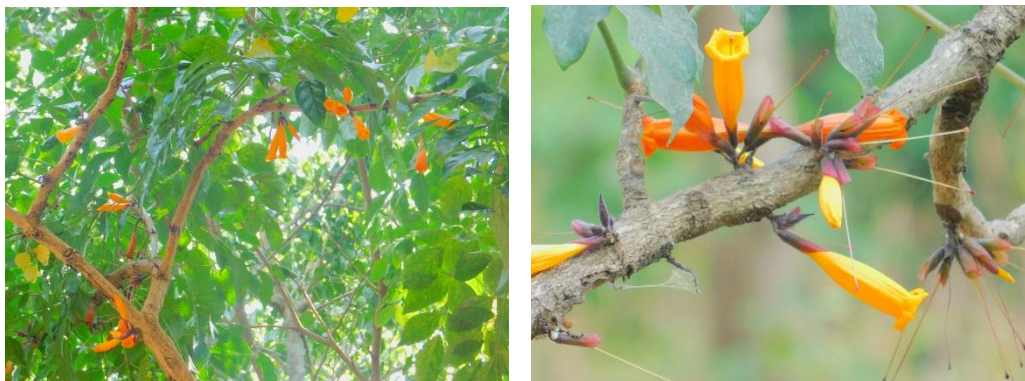
รูปที่ 20 ต้นมะขาม



รูปที่ 21 ต้นขี้เหล็กเล็ก



รูปที่ 22 ต้นสุพรรณนิการ์



รูปที่ 23 ต้นกาสะลองคำ



รูปที่ 24 ต้นทองกวาว



รูปที่ 25 ต้นขงโค



รูปที่ 26 ต้นมะเม่า



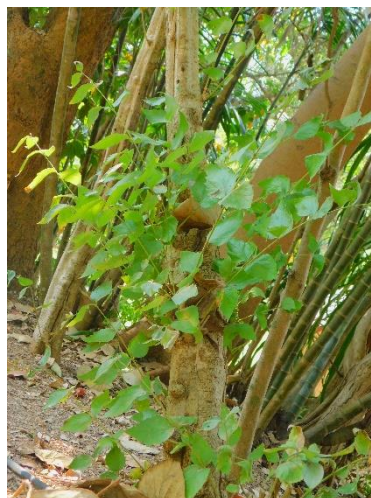
รูปที่ 27 ต้นชบา



รูปที่ 28 ต้นสัก



รูปที่ 29 ต้นหว้า



รูปที่ 30 ต้นกระ...



รูปที่ 31 ต้นโมกมัน



รูปที่ 32 ต้นกระถินณรงค์

รูปที่ 33 ต้นสาบเสือ



รูปที่ 34 ต้นคนทา

บรรณานุกรม

ณวรา เปลี่ยนบุญเลิศ. (2561). **ประโยชน์ของสีจากธรรมชาติ**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา :

<https://krua.co/food-story/food-feeds/93/benefits-of-natural-food-coloring> . [30 มกราคม 2563].

ประกิต ไชยธาดา. (2562). **ผลตัวทำลายและความเป็นกรด-ด่างต่อปริมาณความคงตัวของสารสีที่สกัดได้จากพืช**. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. [28 มกราคม 2563].

สุภฎารัตน์ สุธีพรวิโรจน์. (2556). **ธรรมชาติของสีธรรมชาติ**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา :

<https://www.pharmacy.cmu.ac.th/web2553/n91.php>. [30 มกราคม 2563].

KMipc6 ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่6. (2554). **สีธรรมชาติกับมนุษย์**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา :

https://kmipc6.blogspot.com/2011/05/blogpost_30.html?fbclid=IwAR3ORtlg9UNU9Fl4_FvbjWVjqjbgQ1RHm5GlCFghooFt_4pgw61Bxf4waek. [25 มกราคม 2563].

ประวัติย่อผู้ทำการวิจัย

ชื่อ	นางสาวธัญญลักษณ์ อภัยวงษา
วัน เดือน ปี เกิด	9 พฤษภาคม พ.ศ.2541
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 245 ตำบลโป่งตาลอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 30130
อีเมลล์	btthanyalak@gmail.com
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2558	จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 จากโรงเรียนมัธยมวชิราลงกรณ์วราราม ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 30130
พ.ศ.2559	กำลังศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
ชื่อ	นางสาวสุกัญญา รักษาโค
วัน เดือน ปี เกิด	5 ธันวาคม พ.ศ.2540
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 6 หมู่ 11 ตำบลธารปราสาท อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา 30420
อีเมลล์	jeonginjesus112@gmail.com
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2558	จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 จากโรงเรียนอุบลรัตนราชกัญญาราชวิทยาลัย นครราชสีมา ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
พ.ศ.2559	กำลังศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000



รายงานการวิจัยโครงการสหกิจศึกษา

การศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี และสร้างฐานการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
ภายในศูนย์พัฒนาชนบทผสมผสานซับใต้

Study of Diversity of Dye Plants and Learning base STEM Education
of Saptai Community Based Integrated Rural Development Center

โดย

นางสาวธัญญลักษณ์ อภัยวงษา รหัสนักศึกษา 5940202112

นางสาวสุกัญญา รักษาโค รหัสนักศึกษา 5940202133

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

ชื่องานวิจัย การศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี และสร้างฐานการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ภายในศูนย์พัฒนาชนบทผสมผสานซับใต้

ชื่อผู้วิจัย นางสาวธัญญลักษณ์ อภัยวงษา รหัสนักศึกษา 5940202112
นางสาวสุกัญญา รักษาโค รหัสนักศึกษา 5940202133

หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีววิทยา

ปีการศึกษา 2562

พนักงานที่ปรึกษา นายรุ่งเรือง เล็งวิลาศ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ยุพา ผึ้งน้อย และ ดร.ปิยะธิดา กุศลรัตน์

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี จัดทำฐานข้อมูลเป็นแหล่งเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษาและใช้สีจากพืชให้เกิดประโยชน์ในด้านการเรียนรู้ และออกแบบฐานกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งผลจากการสำรวจความหลากหลายชนิดของพืชให้สี พบพืชให้สีทั้งหมด รวมทั้งสิ้น 34 ชนิดประกอบด้วยไม้ยืนต้น 26 ชนิด ไม้พุ่ม 5 ชนิด ไม้ล้มลุก 2 ชนิดและไม้เลื้อย 1 ชนิด จากการจำแนกพบว่าสามารถแยกสีของกลุ่มพรรณไม้ให้สีได้ 8 โทนสี ได้แก่ สีน้ำตาล 7 ชนิด สีม่วง 3 ชนิด สีเหลือง 6 ชนิด สีน้ำเงิน 2 ชนิด สีส้ม 2 ชนิด สีเขียว 8 ชนิด สีเทาดำ 3 ชนิด และสีแดงชมพู 4 ชนิด ซึ่งในส่วนที่ให้สีของพืชแต่ละชนิดใช้ส่วนที่แตกต่างกัน เช่น ใบ ดอก กลีบดอก ผล เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ แก่น เป็นต้น สีส่นจากพืชให้สี ยังเป็นแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ ที่ได้จากธรรมชาตินำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยการจัดทำฐานกิจกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในชื่อฐาน “สีส่นจากพรรณพฤกษา (การทดสอบกรด - เบสจากพืชให้สี)” ซึ่งเป็นการนำสีที่สกัดได้จากพืชมาทดสอบความเป็นกรด-เบสโดยพบว่า น้ำที่สกัดได้จากพืชให้สีแต่ละชนิด สามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมีซึ่งมีการเปลี่ยนสี เมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรด-เบส จึงทำให้สารสีที่สกัดได้จากพืช สามารถนำมาทำเป็นอินดิเคเตอร์จากธรรมชาติได้

นิยามศัพท์เฉพาะ : ความหลากหลายชนิด พืชให้สี

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาจากเจ้าหน้าที่และพนักงานหลายท่านที่ได้ให้ความรู้ ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุน ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายรุ่งเรือง เล็งวิลาศ พี่เลี้ยงที่ปรึกษาโครงการวิจัย ที่ได้ให้ความกรุณา ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และให้ คำปรึกษา อันเป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ได้ให้คำปรึกษาให้ คำแนะนำ และสนับสนุน และขอขอบพระคุณ ศูนย์พัฒนาชนบทผสมผสานซับใต้ (บริษัทซับใต้พัฒนา จำกัด) ที่ให้ความอนุเคราะห์การฝึกประสบการณ์แก่นักศึกษาโครงการสหกิจ ผู้ทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนๆ ที่สนับสนุน ให้คำปรึกษาและกำลังใจที่ตีเสมอมา ทำให้โครงการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไป ได้ด้วยดี

ธัญญลักษณ์ อภัยวงษา

สุกัญญา รักษาโค

16 มีนาคม 2563

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูปภาพ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่3 วิธีการดำเนินการ	7
วัสดุอุปกรณ์	7
วิธีดำเนินการ	7
แผนศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี	7
แผนการออกแบบฐานการเรียนรู้สู่สะเต็มศึกษา	7
บทที่4 ผลการวิจัย	8
บทที่5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	31
สรุปและอภิปรายผลการดำเนินงาน	31
ภาคผนวก	33
บรรณานุกรม	45
ประวัติผู้ทำวิจัย	46

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
รูปที่1 ตัวอย่างคิวอาร์โค้ดระบุชนิดพืชให้สี	13
รูปที่2 ตัวอย่างการนำคิวอาร์โค้ดติดบนพรรณไม้	13
รูปที่3 ภาพพืชให้สีที่พบ	33

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่1 ผลการศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชให้สี	8
ตารางที่2 ผลการสืบค้นข้อมูล	9
ตารางที่3 ผลการประเมินความพึงพอใจ	30

