

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
บทความสำหรับเผยแพร่ในวารสาร ม.อบ. วิชาการ

การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดทดลอง
เรื่องการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากจากหมากจอบ
Assessment of Scientific Skills by the Use of an Experimental Package of
Synthesis of Super-absorbent Polymer from Malva nut

กานต์ตะวัน วุฒิสเสลา

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

E-mail: karntarat@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินใน 9 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดทดลองเรื่องการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากจากหมากจอบ กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 44 คน ครูให้คะแนนจากการตอบคำถามในคู่มือปฏิบัติการเรื่องการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากจากหมากจอบและสังเกตพฤติกรรม จากการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ของโรงเรียนที่มีข้อจำกัดในการทำปฏิบัติการเคมี โดยใช้ชุดทดลองเรื่องการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากจากหมากจอบเป็นเครื่องมือวิจัย พบว่า ทักษะการสังเกตเป็นทักษะที่นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 94 รองลงมาคือทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปคิดเป็นร้อยละ 52 ส่วนทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูลเป็นทักษะที่นักเรียนผ่านเกณฑ์น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 2

คำสำคัญ: ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พอลิเมอร์ หมากจอบ

Abstract

This research aimed to determine the percentage of students that passed the evaluation criteria of nine scientific process skills by the use of an experiment package of the synthesis of super-absorbent polymer from Malva nut. Forty-four grade 11 students participated in the study. A teacher graded answers in a laboratory manual regarding the package and observed the students' behavior. The use of the package revealed the scientific process skill in which students showed the highest success rate was observation skills at 94% and the skill in which students showed the lowest success rate was manipulating and communicating data at about 2%.

Keyword: Scientific skill Polymer Malva nut

บทนำ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำ (Learning by doing) โครงการงาน (Project-based learning) หรือการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry-based learning) ซึ่งจำแนกตามความยากง่ายของทักษะต่างๆ เป็น 2 ประเภทได้แก่ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (8 ทักษะ) ได้แก่ การสังเกต (observing) การวัด (measuring) การจำแนกประเภท (classifying) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา (using space/space and space/time relationships) การใช้ตัวเลข (using number) หรือการคำนวณ (calculating) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data) การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (inferring) และการทำนาย (predicting) หรือการพยากรณ์ (forecasting) และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational defining of the variable การกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variable) การทดลอง (experimenting) และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและแนวคิดใหม่ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551)

จากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้มีเวลาอันจำกัดในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ทั้งในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ครูต้องเตรียมการทดลองสารเคมี อุปกรณ์ คู่มือการทำปฏิบัติการสำหรับครูและนักเรียน จึงเป็นอีกข้อจำกัดที่ครูส่วนใหญ่ไม่สามารถจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติปี 2542 มาตรา 24 ว่าด้วยการจัดการกระบวนการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาและหน่วยงานจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่

รู้อย่างต่อเนื่อง เมื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเวลาอันจำกัด นักเรียนไม่ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากเท่าที่ควร

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีการประเมินผลหลังเรียนในเนื้อหาต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการสังเกตมากที่สุด (อุบลวรรณ ไททอง, 2553; นุจรี มโนมัย, 2555) แต่ทักษะที่นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยที่สุดสำหรับเนื้อหาเรื่องไฟฟ้าเคมีคือทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปน้อยที่สุด (อุบลวรรณ ไททอง, 2553) ส่วนเนื้อหาเรื่องสารอินทรีย์นั้นคือทักษะการตั้งสมมติฐาน (นุจรี มโนมัย, 2555) กล่าวโดยสรุปคือทักษะการสังเกตซึ่งเป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นทักษะที่พัฒนาได้ง่ายกว่าทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน สำหรับงานวิจัยนี้มุ่งหวังที่จะแก้ปัญหาการจัดเตรียมปฏิบัติการเคมีโดยทำขึ้นในรูปแบบของชุดทดลอง เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งพัฒนาและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ชุดทดลองเป็นเครื่องมือในการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ศึกษาในโรงเรียนมีข้อจำกัดในการทำปฏิบัติการเคมี

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินใน 9 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดทดลองเรื่องการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมาจากหมากจอบ

วิธีการวิจัย

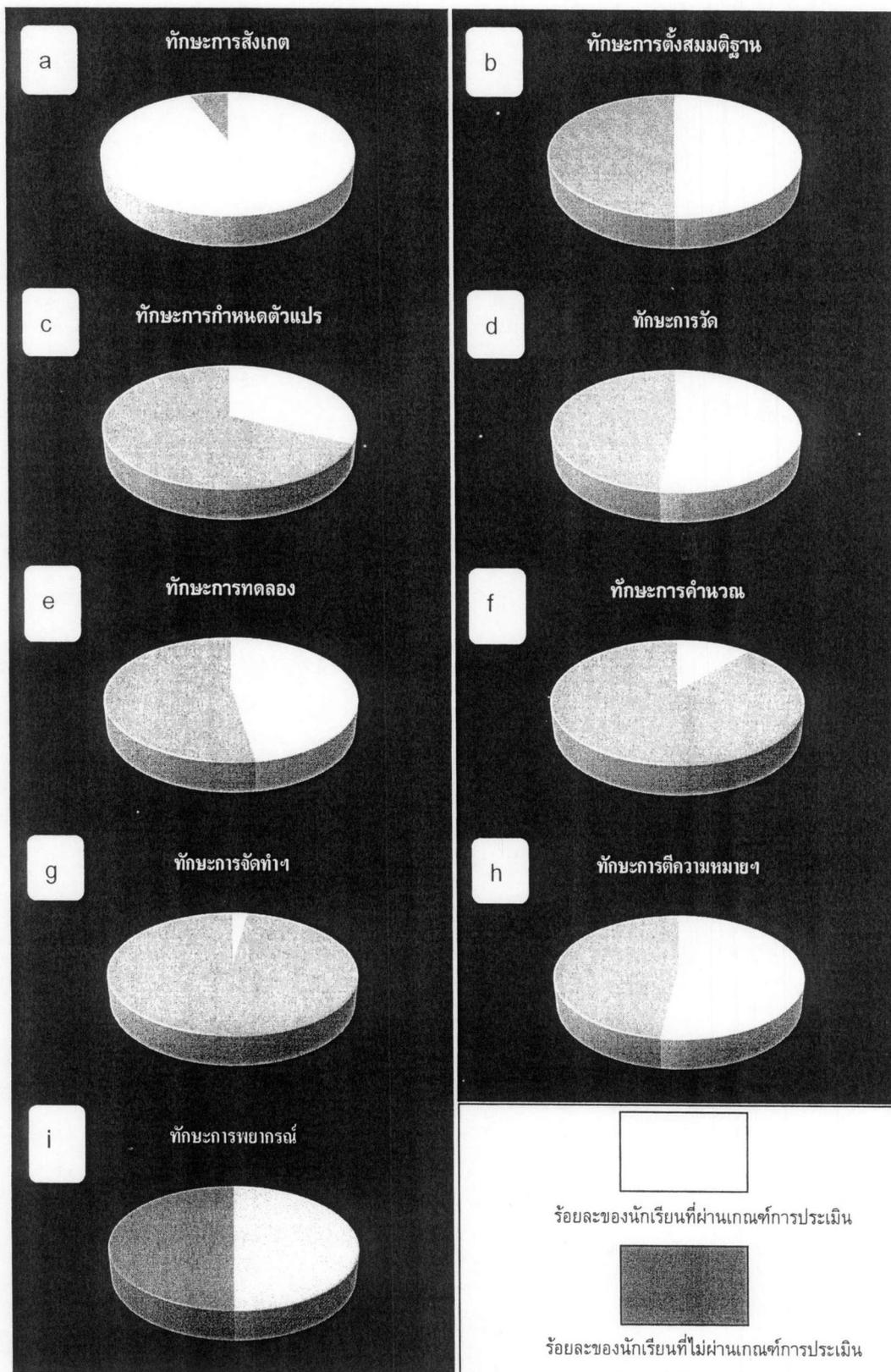
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 44 คน ตอบคำถามในคู่มือปฏิบัติการเรื่องการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมาจากหมากจอบ และครูให้คะแนนในแต่ละทักษะโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การให้คะแนน
ทักษะการสังเกต	สังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	คาดเดาคำตอบของโจทย์วิจัย
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	ตัวแปรต้น: ตัวแปรที่เปลี่ยนไป ตัวแปรตาม: ตัวแปรที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น ตัวแปรควบคุม: ตัวแปรที่คงที่
ทักษะการวัด	การเลือกใช้อุปกรณ์การวัดได้อย่างเหมาะสม
ทักษะการทดลอง	1. การเลือกใช้อุปกรณ์การวัดได้อย่างเหมาะสม 2. การเลือกใช้สารเคมีให้สอดคล้องกับการสังเคราะห์สารในขั้นตอนนั้น ๆ
ทักษะการคำนวณ	คำนวณเกี่ยวกับการเตรียมสารละลายได้ถูกต้อง
ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล	สร้างกราฟจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	สรุปผลที่ได้จากกราฟได้อย่างถูกต้อง
ทักษะการพยากรณ์	คาดเดาผลการทดลองจากกราฟที่สร้างขึ้นได้

ผลการวิจัย

ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 10 ทักษะ (ภาพที่ 1) โดยภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบใน 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะพบว่า โรงเรียนที่มีข้อจำกัดในการทำปฏิบัติการเคมี นักเรียนมีทักษะการสังเกตที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (อุบลวรรณ ไททอง, 2553; นุจรี มโนมัย, 2555) ส่วนทักษะที่นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินน้อยที่สุดคือทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล เพราะนักเรียนบางคนก็เขียนตัวแปรต้นไว้ในแกน Y ซึ่งตามหลักการสร้างกราฟแล้ว ต้องระบุไว้ในแกน X และไม่มีการระบุหน่วยของแกน X และ Y สำหรับทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูลนั้น เป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมีที่ผ่านมาซึ่งกล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานคือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปน้อยที่สุด (อุบลวรรณ ไททอง, 2553) และทักษะการตั้งสมมติฐาน (นุจรี มโนมัย, 2555) เป็นทักษะที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียน



ภาพที่ 1 ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน (a) ทักษะการสังเกต (b) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (c) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (d) ทักษะการวัด (e) ทักษะการทดลอง (f) ทักษะการคำนวณ (g) ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล (h) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และ (i) ทักษะการพยากรณ์

1. ทักษะการสังเกต

ทักษะการสังเกตเป็นทักษะที่นักเรียนใช้ประสาทสัมผัส ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และสัมผัสในการบอกรายละเอียดของสิ่งนั้น ซึ่งสามารถสังเกตได้ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ จากกิจกรรมให้นักเรียนสังเกตผ้าอ้อมเด็กก่อนและหลังเทน้ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 89 สามารถสังเกตผ้าอ้อมก่อนดูหน้าได้โดยไม่อธิบายข้อมูล มีนักเรียนเพียง 23% ซึ่งบันทึกการ

สังเกตเป็นการลงความคิดเห็น ได้แก่ ด้านนี้อาจเป็นเยื่อกระดาษ ด้านในมีเยื่อเหมือนสำลีหรือกระดาษชำระ และเส้นใยสังเคราะห์ นักเรียนทั้งหมด สามารถสังเกตผ้าอ้อมก่อนดูน้ำได้โดยไม่อธิบายข้อมูลหรือลงความคิดเห็นข้อมูล ดังนั้นเมื่อหาค่าเฉลี่ยทักษะการสังเกตจากการสังเกตผ้าอ้อมก่อนและหลังดูน้ำ ค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการสังเกตเท่ากับ 94 (ภาพที่ 1a) ซึ่งคะแนนสูงมาก เพราะเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนมีและงานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็สรุปว่าทักษะนี้เป็นทักษะที่ได้คะแนนสูง

2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

จากการประเมินโดยให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากโจทย์วิจัยซึ่งกำหนดมาจากการทดลองซึ่งครูแบ่งนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยใช้พีชท้องถิ่นชนิดเดียวกันคือหมากจอบ แต่ปริมาณของ MBA ต่างกัน เนื่องจากไม่มีนักเรียนคนใด ตั้งโจทย์วิจัยหรือคำถามวิจัยได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงไม่มีนักเรียนคนใดตั้งสมมติฐานได้ถูกต้อง แต่เมื่อพิจารณาความสอดคล้องของโจทย์วิจัยที่นักเรียนเขียนกับความสอดคล้องของสมมติฐาน พบว่า ไม่มีนักเรียนที่ตั้งสมมติฐานได้ครอบคลุมโจทย์วิจัย มีนักเรียนร้อยละ 50 ซึ่งสมมติฐานบางส่วนสอดคล้องกับโจทย์วิจัย (ภาพที่ 1b) และนักเรียนร้อยละ 43 ที่ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับโจทย์วิจัย และมีนักเรียนส่วนน้อยร้อยละ 7 ที่ไม่เขียนคำตอบในข้อนี้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

เมื่อกำหนดสถานการณ์การทดลองซึ่งครูแบ่งนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยใช้พีชท้องถิ่นชนิดเดียวกันคือหมากจอบ แต่ปริมาณของ MBA ต่างกัน ดังนั้น ตัวแปรต้นที่ถูกต้องคือ ปริมาณ MBA เพราะโจทย์ระบุชัดว่าปริมาณ MBA แตกต่างกัน ดังนั้นจากการวิจัยจึงสรุปได้ว่าไม่มีนักเรียนคนใดตอบถูกต้อง สำหรับคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ 93% ระบุว่าหมากจอบเป็นตัวแปรต้น

ตัวแปรตามที่ต้องการคือปริมาณน้ำที่พอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้ดูดซับไว้ ดังนั้นบทปฏิบัติการควรเพิ่มวิธีทำการทดลองขั้นตอนที่ 7 เป็นขั้นที่นักเรียนต้องนำพอลิเมอร์แห้งที่สังเคราะห์ได้มาทดสอบดูดน้ำโดยชั่งพอลิเมอร์แห้งมาประมาณ 0.1 กรัม และแช่น้ำนาน 24 ชั่วโมงแล้วชั่งน้ำหนักของพอลิเมอร์ที่บวมซ้ำอีกครั้ง

ไม่มีนักเรียนคนใดตอบถูก และนักเรียนร้อยละ 9 ไม่ตอบและจากข้อมูลที่สำรวจได้ในครั้งนี้พบว่า นักเรียนร้อยละ 11 กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามเป็นสิ่งเดียวกัน ดังนั้นนักเรียนส่วนนี้อาจแยกความแตกต่างระหว่าง 2 ตัวแปรนี้ไม่ได้

สำหรับตัวแปรควบคุมนักเรียนร้อยละ 96 กำหนดตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องคือ น้ำ อุณหภูมิ เวลา มีนักเรียนร้อยละ 2 ที่ตอบว่าปริมาณของสารเคมี ซึ่งผิดเพราะปริมาณของ MBA ซึ่งเป็นสารเคมีนั้นเป็นตัวแปรต้นไม่ใช่ตัวแปรควบคุม และนักเรียนร้อยละ 2 ไม่เขียนแสดงคำตอบ

ดังนั้นโดยภาพรวม ไม่มีนักเรียนคนใดกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง แต่กำหนดตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องร้อยละ 96 เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ตัวแปร ได้จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทักษะนี้โดยเฉลี่ย 32% (ภาพที่ 1c)

4. ทักษะการวัด

จากการประเมินทักษะการวัด โดยให้นักเรียนเลือกใช้อุปกรณ์การวัดที่กำหนดให้ในการทำการทดลองสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากทั้ง 6 ขั้นตอน จากการทดสอบให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อมาทำการทดลองในขั้นตอนต่าง ๆ ของการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากนั้น พบว่าอุปกรณ์นักเรียนเลือกใช้อย่างถูกต้องได้แก่ ใช้กระชอนเพื่อกรองเจลและใช้เครื่องปั่นน้ำผลไม้เพื่อทำให้เจลมีขนาดเล็กคิดเป็นร้อยละ 93 รองลงมาคือนักเรียนร้อยละ 66 ใช้ปิเกตอร์ในการเตรียมสารละลายผสม

ความเข้าใจไม่ถูกต้องในการใช้อุปกรณ์ได้แก่ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 86 ทำปฏิริยาระหว่างสารตั้งต้นในปิเกตอร์ซึ่งส่วนใหญ่แล้วในระดับมัธยมศึกษา นักเรียนคุ้นเคยกับเครื่องแก้วนี้ แต่ในปฏิบัติการนี้เนื่องจากข้อจำกัดที่ว่าเกิดฟรีเรดิคัล (free radical) ขึ้นในปฏิริยา ดังนั้นการที่สารสัมผัสกับอากาศจะทำให้ฟรีเรดิคัลน้อยต่อปฏิริยา นักเรียนร้อยละ 59 ใช้แหงแก้วคนสารในการคนสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งถูกต้องในหลักการ แต่ในปฏิบัติการนี้ เนื่องจากเราจะวางหลอดทดลองบนเครื่องทำความร้อนและกวนสารอัตโนมัติ จึงใช้แหงแม่เหล็กกวนสารจึงจะเหมาะสมที่สุด และการทำปฏิริยาที่ให้กำเนิดฟรีเรดิคัลในระบบปิด จะทำให้เกิดปฏิริยาได้ดีกว่าระบบเปิด นักเรียนร้อยละ 14 ทำปฏิริยาในตูบ แทนที่จะทำปฏิริยาบนเครื่องทำความร้อนและกวนสาร สรุปโดยภาพรวม ความถูกต้องของการเลือกใช้อุปกรณ์ในการวัดเท่ากับร้อยละ 51.77 (ภาพที่ 1d)

5. ทักษะการทดลอง

คะแนนทักษะการทดลองพิจารณาจาก 2 ส่วนได้แก่ การเลือกใช้อุปกรณ์การวัดได้อย่างเหมาะสม และการเลือกใช้สารเคมีให้สอดคล้องกับการสังเคราะห์สารในขั้นตอนนั้น ๆ สำหรับส่วนการเลือกใช้อุปกรณ์นั้นประเมินเช่นเดียวกับทักษะการวัด ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนร้อยละ 23 เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างถูกต้อง

โดยภาพรวมนักเรียนร้อยละ 9 เลือกใช้สารเคมีซึ่งสมบัติในการเกิดปฏิกิริยาตรงกับหลักการในขั้นตอนนั้น ๆ โดยมีสารเคมีให้เลือกทั้งหมด 4 สารเคมี และนักเรียนร้อยละ 2 เลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องทั้ง 9 ช่องคำถาม โดยมีนักเรียนร้อยละ 7 ตอบไม่ครบทุกช่องคำถาม

ความเข้าใจถูกต้องมากที่สุดในการเลือกใช้สารเคมีคือเลือกใช้ NaOH สำหรับทำให้หมู่ฟังก์ชันของ acrylic acid เปลี่ยนจาก $-COOH$ เป็น $-COO^-Na^+$ แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่ (66%) เข้าใจการเกิดปฏิกิริยาในเบื้องต้นว่าถ้าในโครงสร้างของสารผลิตภัณฑ์มีธาตุ Na ดังนั้นสารตั้งต้นก็ต้องมี Na เป็นองค์ประกอบด้วย ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจว่า APS เป็นสารที่ทำให้เกิดฟรีเรดิคัลที่พอลิเมอร์ธรรมชาติก็มากมีมากถึง 61%

ความเข้าใจไม่ถูกต้องของการเลือกใช้สารเคมีที่สมบัติในการเกิดปฏิกิริยาตรงกับหลักการของขั้นตอนการทดลองนั้น ๆ ได้แก่ การทำปฏิกิริยาระหว่าง acrylic acid กับ MBA เพื่อต่อพอลิเมอร์สังเคราะห์เข้าไปในโครงสร้างและทำให้พอลิเมอร์สองสายเชื่อมต่อกัน มีนักเรียนเพียง 16% เท่านั้นที่ตอบถูกต้อง นอกนั้นเข้าใจผิด

โดยภาพรวมค่าเฉลี่ยของทักษะการทดลองจากการเลือกใช้อุปกรณ์และสารเคมีให้ถูกต้องมีค่าเท่ากับการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนการเลือกใช้อุปกรณ์ถูกต้องร้อยละ 51.77 และการเลือกใช้สารเคมีที่ถูกต้องร้อยละ 43.18 ดังนั้นค่าเฉลี่ยของทักษะการทดลองเท่ากับ 47.48 (ภาพที่ 1e)

6. ทักษะการคำนวณ

การวิเคราะห์ทักษะการคำนวณจากการกำหนดโจทย์การเตรียมสารละลายที่วางเตรียม acrylic acid 60% 5 mL จาก acrylic acid 99% คำตอบของการคำนวณที่ถูกต้องคือ 3 mL นั่นคือ ต้องตวงปริมาตรของ acrylic acid 99% มา 3 mL และเติมน้ำอีก 2 mL ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดเขียนสรุปการคำนวณเช่นนั้นเลย แต่เมื่อให้นักเรียนมานำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนสรุปได้อย่างถูกต้องแต่ไม่เขียนแสดง นักเรียนเพียงแต่ระบุวิธีการคำนวณหาและคำตอบเท่านั้น มีนักเรียนร้อยละ 11 ตอบถูกต้อง และนักเรียนส่วนมากไม่ตอบ แสดงให้เห็นว่าถึงแม้นักเรียนจะเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ในเรื่องทฤษฎีและการคำนวณ เมื่อขาดการปฏิบัติจริงเช่นเดียวกับผู้ช่วยนักวิจัยหรือเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการจึงทำให้นักเรียนขาดความมั่นใจในการตอบ

7. ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล

การประเมินทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล จากที่ให้นักเรียนสร้างกราฟจากผลการทดลองหาปริมาณการดูดซับน้ำของพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้เมื่อใช้ปริมาณ MBA แตกต่างกัน นักเรียนร้อยละ 97.73 สร้างกราฟได้ไม่สมบูรณ์ซึ่งข้อบกพร่องแสดงดังตารางที่ xx ดังนั้นมีนักเรียนเพียง 2.27% เท่านั้นที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาในทักษะนี้ (ภาพที่ 1g)

8. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

นักเรียนสรุปได้ถูกต้องทั้งหมด 52% (ภาพที่ 1h) ซึ่งคำตอบของนักเรียน 50% คือเมื่อปริมาณ MBA เพิ่มมากขึ้น อัตราการดูดซับน้ำจะลดลง มีนักเรียนเพียง 2% เท่านั้นที่สรุปว่าจากการทดลองหมากจอบ ถ้าสาร MBA มีปริมาณมากจะทำให้การดูดซับน้ำได้น้อย ปริมาณที่เหมาะสมที่จะดูดน้ำได้ดีที่ 0.005 กรัม นักเรียนอีก 2% มีแนวทางสรุปที่ถูกต้อง แต่สรุปผิด เป็นเมื่อปริมาณ MBA เพิ่มมากขึ้น อัตราการดูดซับน้ำจะเพิ่มขึ้น ส่วนนักเรียนอีก 20% ไม่ได้สรุปผลการทดลองแต่เขียนผลการทดลองอีกครั้ง และนักเรียน 2% ไม่แสดงคำตอบ

9. ทักษะการพยากรณ์

จากการกำหนดโจทย์ให้นักเรียนทำนายผลการทดลองจากกราฟที่สร้างขึ้นในทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล นักเรียนร้อยละ 50 ตอบถูกต้อง (ภาพที่ 1i) นักเรียนร้อยละ 29.55 พยากรณ์ได้ไม่ถูกต้อง และนักเรียนอีกร้อยละ 20.45 ไม่เขียนแสดงคำตอบในข้อนี้

สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินใน 10 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดทดลองเรื่องการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากจากหมากจอบ พบว่า ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการวัด ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการทดลอง ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล และ เท่ากับ 94% 52% 52% 50% 50% 47% 32% 11% 2% ตามลำดับ ซึ่งทักษะการสังเกตเป็นทักษะที่นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินสูงที่สุดและทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูลเป็นทักษะที่นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยซึ่งบ่งชี้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยภาพรวมของทุกทักษะที่ประเมินด้วยชุดทดลองพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากเฉลี่ยเท่ากับ จากคะแนนเต็ม นั่นคือนักเรียนยังขาดทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ดังนั้นโรงเรียนควรส่งเสริมให้มีกิจกรรมพัฒนาทักษะในโรงเรียน โดยอาจใช้ข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

1. ทักษะวิจัยควรพัฒนาตั้งแต่นักเรียนเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา เพื่อปูพื้นฐานในการทำงานวิจัยในระดับมหาวิทยาลัยต่อไปและเพื่อเพิ่มจำนวนนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัยให้มากขึ้น

2. ในการเป็นนักวิทยาศาสตร์ นอกจากจะมีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีแล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน ดังนั้นนอกจากสอบวัดความรู้แล้ว ก่อนเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนควรจัดให้มีการสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบว่าการบ่มเพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ทำกันปัจจุบันนั้น ได้ผลหรือไม่ ด้วยการทดลองในลักษณะเช่นเดียวกันนี้ 3-5 การทดลองจึงสรุปผล การทดลองนี้เป็นเพียงหนึ่งการทดลองที่เป็นแนวทางให้เท่านั้น

3. โรงเรียนควรมีการแข่งขันทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนจัดขึ้น สำหรับเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา อย่างน้อย 1 ครั้งต่อปี เช่น วันที่ 18 สิงหาคม ซึ่งเป็นวันวิทยาศาสตร์ของทุกปี

4. นักเรียนใช้เครื่องชั่งไม่ถูกต้องเพราะไม่เคยใช้ อาจเพราะงบประมาณในการซื้อเครื่องชั่งดิจิทัลไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน 1 เครื่องต่อนักเรียนทั้งโรงเรียน 1,000 คน ดังนั้นโรงเรียนอาจจัดซื้อเครื่องชั่งเพชรพลอย ซึ่งราคาต่ำกว่า 1,000 บาท สามารถชั่งได้ตั้งแต่ 10 – 0.001 กรัม

เอกสารอ้างอิง

- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2551. "การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ". ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ 8(2).
- อุบลวรรณ ไททอง. 2554. ผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่องไฟฟ้าเคมี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- นุจรี มะโนมัย, กานต์ตระกูล วุฒิสเลลา. 2555. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำเรื่องสารอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. การประชุมทางวิชาการ วิทยาศาสตร์วิจัยครั้งที่ 4 ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ วันที่ 12-13 มีนาคม 2555.

ภาคผนวก ข
บทความสำหรับเผยแพร่ในวารสาร Polymer Korea

Water absorbency of Saponified *Cissampelos pareira*-g-Poly(acrylic acid)

Chaichana Thothong*, Warittha Juntaseang*, and Karntarat Wuttisela*[†]

*Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University,
Varinchamrap, Ubon Ratchathani, Thailand, 34190

Abstract

A pectin-graft-polyacrylic acid hydrogel was synthesized by a graft copolymerization reaction among pectins extracted from *Cissampelos pareira* leaves, ammonium persulfate, acrylic acid, N,N'-methylene bisacrylamide, followed by saponification with NaOH. The effect of the amount of reactant, temperature, and time of initiation and saponification step on water absorbency was studied. The maximum capacity of swelling was 824 g/g in distilled water with 1 g of *Cissampelos pareira*, reaction temperature at 80 °C, 50%(v/v) acrylic acid, 0.001 g MBA, 1 M NaOH, 0.01 g APS. The analysis of FT-IR confirmed that sodium acrylate is grafted on the pectin of *Cissampelos pareira* leaves. The result of SEM showed hydrogel pore more than native *Cissampelos pareira*.

Keyword: *Cissampelos pareira*, water absorbency, pectin-graft-polyacrylic acid

Introduction.

The superabsorbent polymer (SAP) has a three-dimensional network structure that is able to swell and retain the aqueous medium in its network. It can be used in applications such as disposable diaper, water crystal, water-blocking tapes, etc. (Buchholz, 1998). SAP has been synthesized by various techniques; however, the most general synthetic route is the FRP process of making hydrophilic homopolymers or copolymers with the help of a bifunctional crosslinker and a saponification agent. The original synthesis of SAP from homopolymers crosslinked with polyacrylic acid was developed by Kern in 1938 (Buchholz, 1996). Recently, research on making the SAP copolymers by grafting onto various natural polymers (NP) or bioSAP has been increasing because of the added value of its biodegradability of the NP. The vinyl monomers are grafted onto various NP, such as, starch-grafted-polyacrylic acid (Fatang, 2006), agar-grafted-polyvinylpyrrolidone (Prasad, 2006), nata de coco-grafted-polyacrylic acid (Puspitasari, 2006), etc. Polymerization is mostly done under inert N₂ atmosphere because oxygen inhibits highly

†

Corresponding author E-mail: sckarnwu@mail2.ubu.ac.th

reactive radicals (Garner, C. M., 1997). In contrast, Pourjavadi and Zohuriaan-Mehr (2002) and Wuttisela, K., Panijpan, B., Triampo, W., and Triampo, D. (2008) had shown the effectiveness FRP process in the presence of air (Pourjavadi, 2002; Wuttisela, 2008).

Cissampelos pareira is a NP which is climb plant in the family Menispermaceae. It has uronic acid about 70–75%. It can form gel after extracting in water. Gel strength increases in sugar, Ca^{2+} , NaOH. It can form gelation both crude extract and dialyzed fractions (Singthong, 2005). It is widely used for dessert and medicine (Sankaranarayanan, 2010). From its properties, we optimized crosslink *Cissampelos pareira*-g-poly(acrylic acid). In our studied, the influence of polymer factors; i.e., amount of reactant, temperature, and time of initiation and saponification step on water absorbency is discussed.

Material.

Dried leaves of *Cissampelos pareira* (CP) were collected at That Village, Ubon Ratchathani Province, Thailand. Acrylic acid (AA, from acros organics), sodium hydroxide (NaOH, from Carlo erba), ammonium persulfate (APS, from Carlo erba), N,N'-methylene bisacrylamide (MBA, from Sigma) were of analytical grade and used as received.

Preparation of gelatinized *Cissampelos pareira*

The dried leaves were slice into small pieces. The pectin was extracted by using the solid:solvent ratio about 1:5. The solution was poured into the cheesecloth and squeeze to extract pectin. The filtrate forms a pale greened gel in color. The fresh gel should daily preparation before use.

Preparation of hydrogel

The 5 mL of distilled water was added to a test tube containing the mixture of (0-2 g) fresh gel from *Cissampelos pareira* (CP) and (0.0025 – 0.2 g) APS initiator. The mixture was stirred at a varied initiation time (0-30 min). 5 mL of (40-100%) AA monomer, (0.0005 – 0.005 g) MBA crosslinker, and 5 mL of distilled water are then transferred to the mixture of CP gel and initiator. The gel forming within 2 minutes and the solution should be stirred for a total of 5 minutes. This was to keep the propagation time constant. The gel was milled into small pieces by a blender. The gel granule was saponified using (0 – 3 M) NaOH for varying saponification time (0-30 min). The reaction temperatures were varied from 60 – 100 °C for both the polymerization and saponification steps. Homopolymer was removed by washing 3 times with 200 mL of distilled

water. To dewater, the gel dried in an oven at 70 °C for 24 hours. After grinding, the dried product was stored in a desiccator.

Table 1. The polymerization factor

Polymerization factor	Range	Constant
CP content (g)	0.01-2	1
APS content (g)	0.001 – 0.01	0.1
Reaction temperature (°C)	60 – 100	80
MBA content (g)	0.0005 – 0.005	0.001
Concentration of acrylic acid (%)	40 – 100	50
Concentration of NaOH (M)	0 – 2	1

Swelling measurement

The water absorbency of copolymer was measured by soaking 0.1 g of samples (m_1) in 100 ml distilled water for 24 h and measuring the weight gain (m_2). It was calculated according to following equation 1:

$$\text{water absorbency} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \quad (1)$$

Characterization of hydrogel

FTIR spectra of hydrogel were taken in KBr pellets. The transmission FT-IR spectra were then recorded using a Perkin-Elmer Spectrum RX I FT-IR system. The surface morphology of the sample was observed using scanning electron microscopy. Dried powder were coated with a thin layer of gold and imaged in a SEM instrument (JSM-5410LV, JEOL, Ltd).

Result and Discussion

Water absorbency properties of Crosslinked *Cissampelos pareira*-g-Poly(acrylic acid) was systematically investigated by studying the effect of various parameters such as amount of *Cissampelos pareira*, amount of APS and MBA, reaction temperature, concentration of AA and NaOH, and time for initiation and saponification step.

3.1. Characterization of *Cissampelos pareira*-g-Poly(acrylic acid)

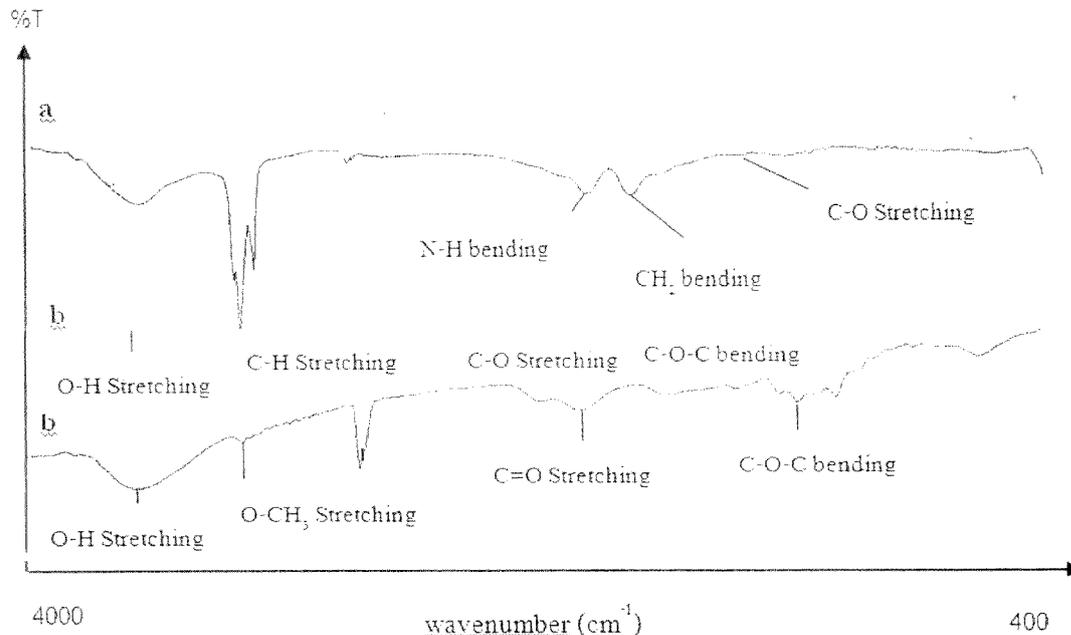


Figure 1 IR Spectra of (a) *Cissampelos pareira*-g-Poly(acrylic acid) and (b) native *Cissampelos pareira*

The FT-IR spectra (Fig. 1) of the *Cissampelos pareira*-g-Poly(acrylic acid) in the range of 400 - 4000 cm^{-1} were taken in order to proof of grafting *Cissampelos pareira* (CP) to Poly(acrylic acid). Fig 1a and 1b, they also exhibits absorption bands at 3430 and 1654 cm^{-1} , which indicate the presence of -OH, and C=O groups, respectively. However, C-O-C bending of CP was disappear in Fig1a because saponified acrylic acid is grafted to CP backbone

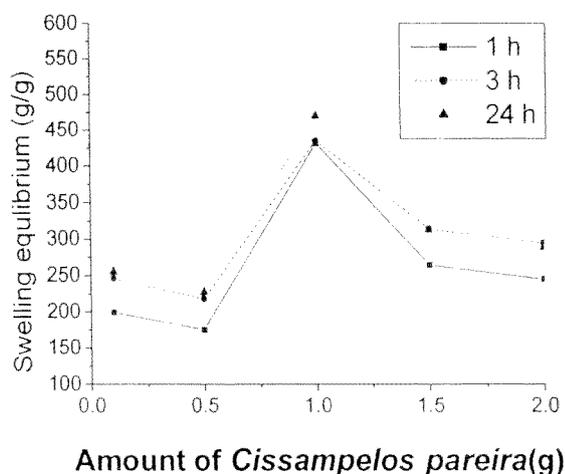


Fig. 3. Effect of amount of CP on water absorbency

The reaction of graft copolymerization on *Cissampelos pareira* (CP) is to generate radical sites on the CP backbone. The CP had hydroxyl groups that would act as the site to initiate free radical. The effect of CP content from 0.01 g to 2 g on the water absorbency is shown in Figure 3. As can be seen, the water absorbency decreased with the increase of CP content from 1 g to 2 g. Higher CP content resulted in increasing the viscosity of the system. The maximum water absorbency of about 472 g/g used 0.1 g of CP.

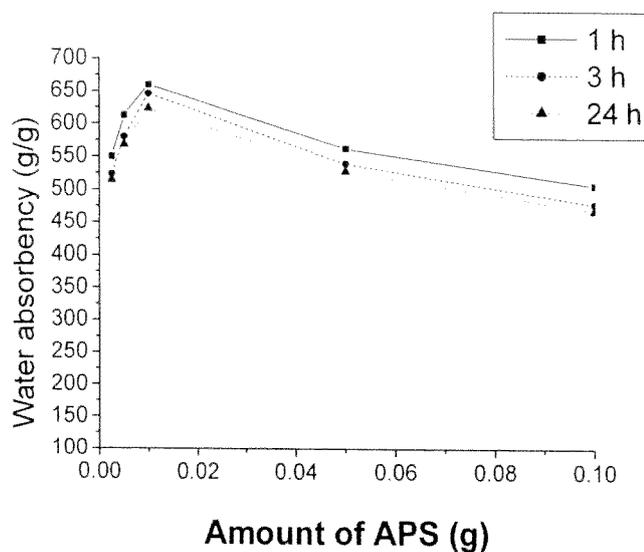


Fig. 4. Effect of amount of APS on water absorbency

The swelling capacity of the hydrogel prepared with various amount of APS initiator, is shown in Figure 4. The water absorbency increased with the increase of APS content from 0.001 – 0.01 g and sharply decreased with upwards of 0.01 g APS content. The more the APS content, the higher free radicals resulted in decreasing the polymer chains according to eq. 2 (Sperling, 1992).

$$v = \frac{k_p [M]}{2(k_d k_t [I])^{1/2}} \quad (2)$$

The maximum swelling 631 g/g is obtained at 0.01 g of APS content

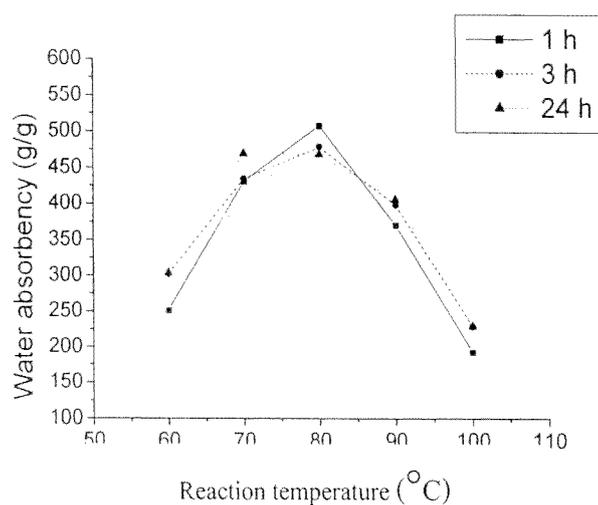


Fig. 5. Effect of reaction temperature on water absorbency

Figure 5 showed the swelling capacity of the superabsorbent with various reaction temperature in keeping all other parameters constant. The water absorbency increased with increasing reaction temperature. The maximum water absorbency (507 g/g) was reached when the superabsorbent was synthesized with reaction temperature at 80 °C. It could be due to the temperature higher than APS dissociation temperature about 70 °C (Zhang, 2006). When the temperature was above 80 °C, the APS dissociation increases resulting in the increase in the water absorbency.

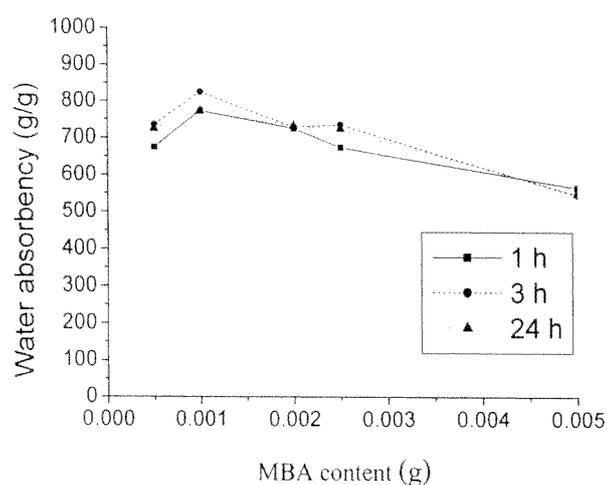


Fig. 6. Effect of MBA content on water absorbency

Crosslinker play an important role to connect free radicals between two grated-PAA chains. The effect of variation in MBA content from 0.0005 – 0.005 g is investigated (Figure 6). It exhibits the effect of MBA content on the water absorbency of CP-g-PAA. The water absorbency initially

increased with increasing MBA content from 0.005 g to 0.001 g until reaching a maximum value of water absorbency and then slightly decreased. The finding correspond to Flory's theory (Eq.3), higher crosslinker content results in lower water absorbency cause higher the crosslinking density (Flory, 1953), the space between the CP-g-PAA chains decreased and, consequently, the polymer could not expand to absorb and hold a large quantity of water. Therefore, the maximum swelling 825 g/g is obtained at 0.001 g of MBA content.

$$Q^{5/3} \approx \frac{(i/2V_u S^{1/2})^2 + (1/2 - x_1)/V_1}{V_E/V_0} \quad (3)$$

where Q is the degree of swelling, i/V_u is the charge density of polymer, S is the ionic strength of solution, $(1/2 - x_1)/V_1$ is the polymer-solvent affinity, V_E/V_0 is the crosslinking density. According to Eq. (2), when the ionic strength of saline solution

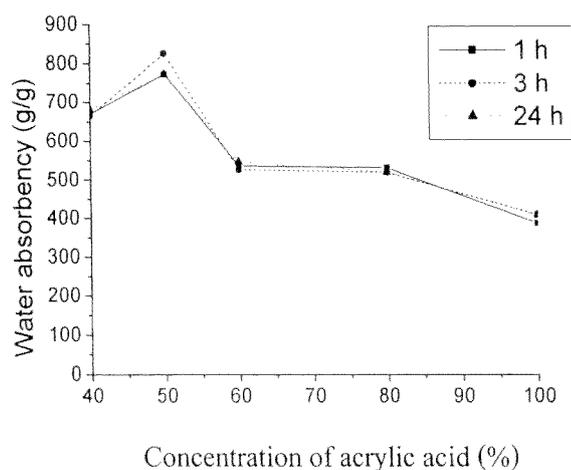


Fig. 7. Effect of concentration of acrylic acid on water absorbency

The relationship between concentration of acrylic acid and water absorbency is shown in Fig.7. The water absorbency increased with raising the concentration of acrylic acid from 40% to 50%, and decreased with upwads of 50%. With the increase of concentration of acrylic acid, the viscosity was enhanced. This led to the increase of water absorbency. The water absorbency reach a maximum value about 825 g/g with 50% of acrylic acid correspond to agar-g-PAA (Wuttisela, 2008).

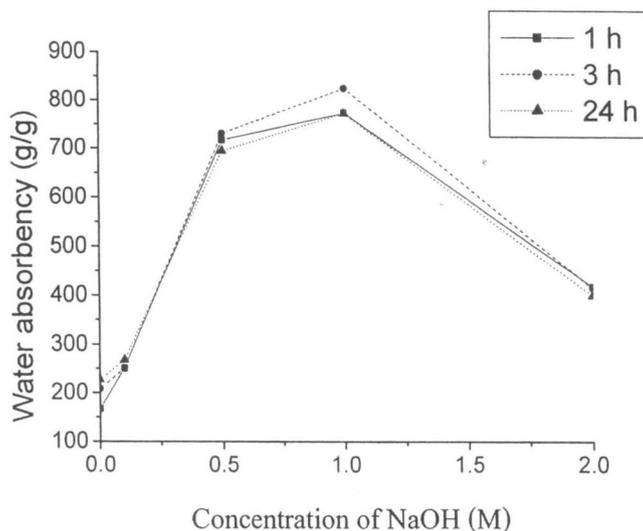


Fig. 8. Effect of concentration of NaOH on water absorbency

The effect of the concentration of NaOH on water absorbency is illustrated in Fig.8. Concentration of NaOH increases with the increase of water absorbency because NaOH reacted with $-\text{COOH}$ of acrylic acid to form carboxylate ion ($-\text{COO}^-\text{Na}^+$) with the increase of osmotic pressure. The best water absorbency of saponified CP-g-PAA superabsorbent is 824 g/g. When the concentration of NaOH was higher than 1 M, the absorbency of CP-g-PAA decreased because carboxylate ion attracted itself to fix crosslinking density (Li, 2007)

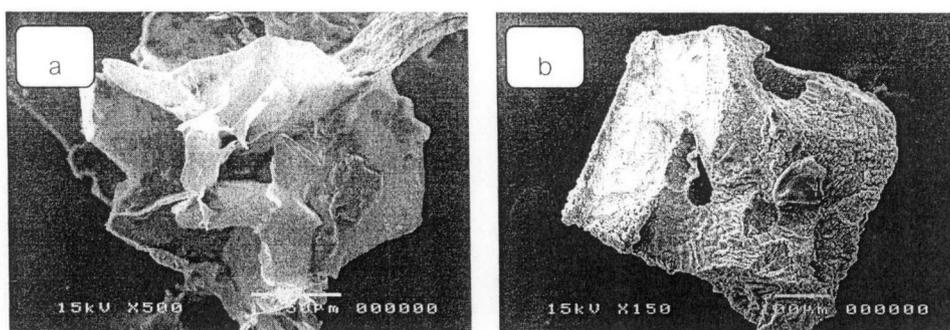


Fig. 9. SEM micrograph of (a) native CP (b) CP-g-PAA product

The most important properties of hydrogen is to have porosity for penetration of water (Bao, 2001). SEM micrograph of native CP is shown in Fig. 9a which observed smooth surface and has less holes than CP-g-PAA (Fig. 9b). BaO (2001) obtained the same results that the surface morphology of superabsorbent hydrogel has an coarse surface.

Conclusion:

The best water absorbency of saponified CP-g-PAA superabsorbent about 824 g/g found to be 1 g of *Cissampelos pareira*, reaction temperature at 80 °C, 50%(v/v) acrylic acid, 0.001 g MBA, 1 M NaOH, 0.01 g APS. The analysis of FT-IR confirmed that sodium acrylate is grafted on the pectin of *Cissampelos pareira* leaves. The result of SEM showed hydrogel pore more than native *Cissampelos pareira*. The surface morphology of hydrogel was coarser than native natural polymer.

References:

- BaO, Y., et al. *Carbohydrate Polymers* **2011**, 84, 76–82.
- Buchholz, F. L.; Graham, A. T. Modern superabsorbent polymer technology, Wiley VCH: New York, 1998.
- Buchholz, F. L. *Journal of Chemical Education* **1996**, 73, 512-515.
- Fatang, J.; et al *Journal of Wuhan University technology*. **2006**, 21, 87-91.
- Flory, P.J. Principles of Polymer Chemistry. Ithaca: Cornell University Press; 1953.
- Garner, C. M.; Nething, M.; Nguyen, P. *Journal of Chemical Education*. **1997**, 74, 95-96.
- Li, A., et al. *Bioresource Technology* **2007**, 98, 327-332.
- Sankaranarayanan, S. *Journal of Medicinal Plants Research* **2010**, 4, 1089-1101.
- Singthonga, J. et al. *Food Hydrocolloids* **2005**, 19, 793–801.
- Sperling, L.H., Introduction to physical polymer science. A wiley-interscience publication; 1992.
- Prasad, K.; Mehta, G.; Meena, R.; Siddhanta, A.K. *Journal of Apply Polymer and Science*. **2006**, 102, 3654-3663.
- Puspitasari, T.; Radiman, C. L. *Atom Indonesia*. **2006**, 32, 119-128.
- Pourjavadi, A.; Zohuriaan-Mehr, M. J. *Starch-Stärke*. **2002**, 54, 140-147.
- Wuttisela, K., et al. *Polymer (Korea)* **2008**, 32, 537 - 543.
- Zhang, J., et al. *Carbohydrate Polymers* **2006**, 65, 150-158.

ภาคผนวก ค
คู่มือนักเรียน

คู่มือนักเรียน
ปฏิบัติการทดลอง
การสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูน้ำหนักที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากหมากจอบ

รายชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1.....2.....

3.....4.....

1. กิจกรรมการสังเกตผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป

จงสังเกตผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูปก่อนหน้าและหลังหน้า พร้อมทั้งบันทึกคำถามที่อยากรู้เกี่ยวกับผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป

ผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป ก่อนหน้า	ผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป หลังหน้า	คำถามที่อยากรู้เกี่ยวกับ ผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป

ครูแบ่งนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มทำการทดลองที่ปริมาณ MBA แตกต่างกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของพืชท้องถิ่นและปริมาณ MBA ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่	พืชท้องถิ่น	ปริมาณ MBA (กรัม)
1	หมากจอบ	0.001
2	หมากจอบ	0.003
3	หมากจอบ	0.005
4	หมากจอบ	0.01
5	หมากจอบ	0.02

2. โจทย์วิจัย

จากตารางที่ 1 จงเขียน โจทย์วิจัยหรือคำถามวิจัย

.....

.....

3. สมมติฐาน

จากตารางที่ 1 จงเขียนสมมติฐาน

.....

.....

4. ตัวแปร

จากตารางที่ 1 จงระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

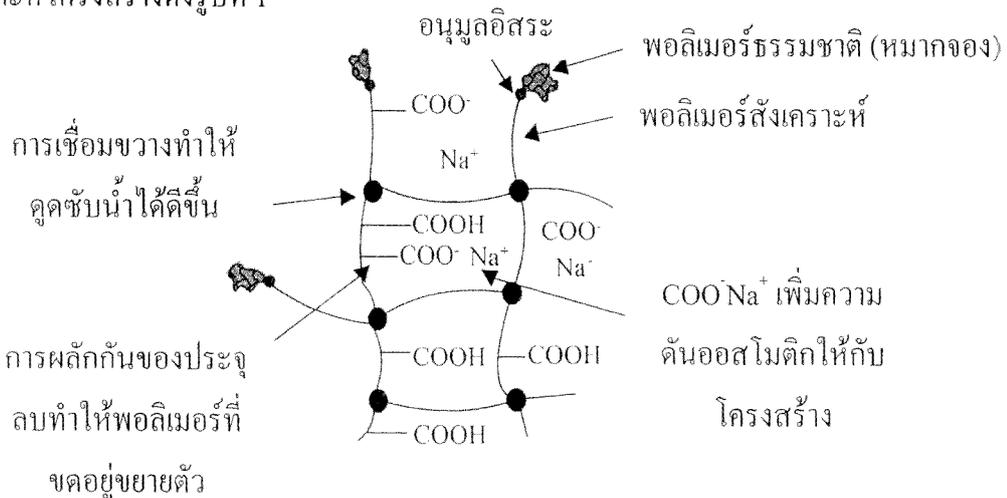
ตัวแปรต้น คือ

ตัวแปรตาม คือ

ตัวแปรควบคุม คือ

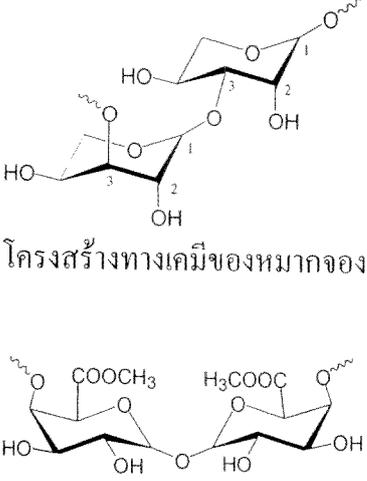
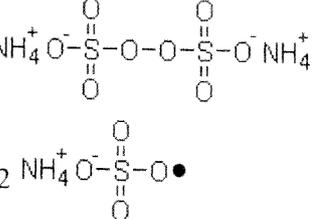
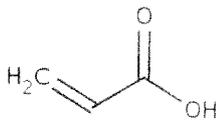
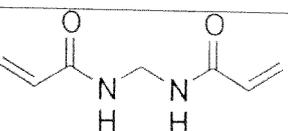
5. สารเคมี

การสังเคราะห์สารเคมี เปรียบประหนึ่งกับการสร้างบ้าน บ้านต้องมีหลังคา สิ่งที่น่ามามุ่งหลังคาคือกระเบื้องมุงหลังคา ไม่สามารถนำกระเบื้องปูพื้นมามุงหลังคาได้ ดังนั้นแต่ละส่วนของบ้านก็ต้องนำวัสดุอุปกรณ์จำเพาะมาใช้ เช่นเดียวกับการสังเคราะห์สารเคมี สารเคมีที่เราจะสังเคราะห์โครงสร้างดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของพอลิเมอร์ดูดน้ำ

ตารางที่ 2 รายชื่อสารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์พอลิเมอร์รูปที่ 1

ชื่อสารเคมี	โครงสร้าง	สมบัติ	การเกิดปฏิกิริยา
พอลิเมอร์ ธรรมชาติ ได้แก่ หมากจอบ เครือหมาน้อย	 <p>โครงสร้างทางเคมีของหมากจอบ</p> <p>โครงสร้างทางเคมีของเครือหมา น้อย</p>	<p>ย่อยสลายได้ด้วย จุลินทรีย์ แบคทีเรีย หรือไม่</p>	<p>พอลิเมอร์ธรรมชาติ ทำปฏิกิริยากับ พอลิเมอร์สังเคราะห์ (อะคริลิก แอซิด) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ พอลิเมอร์คูกุน้ำที่ ย่อยสลายได้ทาง ชีวภาพ</p>
แอมโมเนียม เปอร์ซัลเฟต (Ammonium persulfate)	 <p>$\text{NH}_4^+ \text{O}^- \text{S}(=\text{O})_2 \text{O}-\text{O}-\text{S}(=\text{O})_2 \text{O}^- \text{NH}_4^+$</p> <p>$2 \text{NH}_4^+ \text{O}^- \text{S}(=\text{O})_2 \text{O} \bullet$</p>	<p>แตกตัวให้ฟรีเรดิคัล ซึ่งเป็นสารที่ว่องไว ในการเกิดปฏิกิริยา</p>	<p>แตกตัวให้ฟรีเรดิคัล ซึ่งเป็นสารที่จะทำ ปฏิกิริยากับมอนอ เมอร์อะคริลิก แอซิด ต่อไป</p>
อะคริลิก แอซิด (Acrylic acid)		<p>ย่อยสลายได้ด้วย จุลินทรีย์ แบคทีเรีย หรือไม่</p>	<p>เป็นมอนอเมอร์ เกิด พอลิเมอร์สายยาวที่ สามารถเปลี่ยนเป็น หมูฟังกักชั้นที่ สามารถคูกุน้ำได้ มหาศาล</p>
เมทิลีนบิสอะคริ ลาไมด์ (N,N'-		<p>มีพันธะคู่อยู่ที่ปลาย ทั้งสองด้าน</p>	<p>เชื่อมขวางต่อพอลิ เมอร์สองสายเข้า ด้วยกัน</p>



ชื่อสารเคมี	โครงสร้าง	สมบัติ	การเกิดปฏิกิริยา
methylene-bis-acrylamide; MBA)			
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)	NaOH	เบส	เปลี่ยนโครงสร้างของอะคริลิก แอซิด -COOH เป็น -COO ⁻ Na ⁺

6. อุปกรณ์

ตู้อบ (Oven)	บีกเกอร์ (Beaker)	แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic stirrer)	ถาด (Tray)
หลอดทดลอง (Test tube)	แท่งแก้วกวนสาร (Stirring rod)	เครื่องปั่นน้ำผลไม้ (Blender)	ช้อนตักสาร (Spatula)
ที่วางหลอดทดลอง (Test tube rack)	กระชอน (Sieve)	ขวดรูปชมพู่ (Conical flask)	เครื่องทำความร้อนและกวนสาร (Hot plate)

7. จงนำชื่อสารเคมีในข้อ 5 และอุปกรณ์ในข้อ 6 มาเติมลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ขั้นตอนที่	หลักการ	วิธีทำการทดลอง
1	ทำให้เกิดฟรีแรดิคัลที่พอลิเมอร์ธรรมชาติ	ชั่งน้ำหนักของหรือเครื่องมืออย่างน้อยปริมาณ 1 กรัม และ (สารเคมี) 0.05 กรัม ลงใน (อุปกรณ์) เติมน้ำ 5 mL เป็นตัวทำละลาย และใส่ (อุปกรณ์) เพื่อกวนสารละลาย แล้ววาง (อุปกรณ์) บนที่วางหลอดทดลองใน (อุปกรณ์) ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (ใช้น้ำมันเติมในถาด) เป็นเวลา 15 นาที
2	ต่อพอลิเมอร์สังเคราะห์เข้าไปในโครงสร้างและ	เตรียมสารละลายผสมใน (อุปกรณ์) ระหว่าง (สารเคมี) 60% (v/v) 5 mL และ

ขั้นตอนที่	หลักการ	วิธีทำการทดลอง
	ทำให้พอลิเมอร์ สองสายเชื่อมต่อกัน	(สารเคมี) เมื่อขั้นตอนที่ 1 ครบ 15 นาที จึงเติมสารละลายผสมในขั้นตอนที่ 2 ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีเท่ากันทุก กลุ่ม แม้บางกลุ่มจะเกิดเจลก่อนเวลา
3	ทำให้เจลมีขนาดเล็กเพื่อเพิ่มพื้นที่ ผิวสัมผัสกับ NaOH	↓ ปั่นเจลที่ได้ด้วย(อุปกรณ์)..... เป็นเวลา 1 นาที
4	ทำให้หมู่ฟังก์ชัน ของอะคริลิก แอซิดเปลี่ยนจาก - COOH เป็น - COO ⁻ Na ⁺	↓ ทำปฏิกิริยา เจลที่ปั่นแล้วกับ(สารเคมี)..... 100 mL ใน(อุปกรณ์).....ที่ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
5	กำจัดสายพอลิ เมอร์ที่ไม่ได้ติดกับ หมากจอบออก	↓ ใส่เจลในน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 100 mL แต่ละครั้งกรองเจลด้วย (อุปกรณ์).....
6	ทำให้แห้งเพื่อให้ เจลพร้อมใช้งาน ในการดูดซับน้ำ หรือความชื้น	↓ ทำให้แห้งด้วย(อุปกรณ์).....ที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 1 วัน

8. การคำนวณ

จงเตรียมสารละลาย Acrylic acid เข้มข้น 60% ปริมาตร 5 mL จาก Acrylic acid ความ
เข้มข้น 99%

9. ผลการทดลอง

สมมติผลการทดลองเป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่	พืชท้องถิ่น	ปริมาณ MBA (กรัม)	ปริมาณการดูดซับน้ำ (g/g)*
1	หมากจอบ	0.001	0
2	หมากจอบ	0.003	617
3	หมากจอบ	0.005	619
4	หมากจอบ	0.01	435
5	หมากจอบ	0.02	192

* g/g หมายถึง จำนวนกรัมของน้ำที่พอลิเมอร์ 1 g สามารถดูดซับไว้ได้

10. จงแสดงผลการทดลองของข้อมูลจากตารางที่ 3 ในรูปกราฟ

11. จงเขียนสรุปผลการทดลองจากกราฟ

12. จงทำนายปริมาณการดูดซับน้ำ ของหมากจอบเมื่อปริมาณของ MBA เท่ากับ 0.0035 กรัม

ภาคผนวก ง
คู่มือครู

คู่มือครู

การสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูค้ำที่น้อยสลายได้ทางชีวภาพจากหมากจอบ

1. กิจกรรมการสังเกตผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป

จงสังเกตผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูปก่อนหน้าและหลังหน้า พร้อมทั้งบันทึกคำถามที่อยากรู้เกี่ยวกับผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป

ผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป ก่อนหน้า	ผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป หลังหน้า	คำถามที่อยากรู้เกี่ยวกับ ผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป
<p>ตา น้ำหนักเบา มีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ เรียงตัว กันเป็นชั้น ๆ เป็นแผ่นสีขาวคล้ายสำลี <u>รูป</u> <u>สี่เหลี่ยมผืนผ้า</u> ด้านยาวยาวกว่า <u>ด้านกว้าง</u></p> <p>จมูก ไม่มีกลิ่น</p> <p>สัมผัส ผิวหน้านุ่มและเรียบลื่น ด้านในเมื่อสัมผัสระหว่างชั้นจะ หยาบเล็กน้อย มีสำลีนุ่นและ ของแข็งสีขาวอยู่ภายใน เวลาจับ จะมีฝุ่นละอองสีขาวเล็กๆติดมือ ออกมาด้วย ด้านหลังมีสีฟ้าขาว ลวดลายสีฟ้า ผิวเรียบลื่น ด้านล่างมีแถบขาว</p>	<p>ตา ด้านบนมีลักษณะเป็นแผ่นสี ขาวเช่นเดิม แต่ไม่ดูค้ำ ด้านล่างเป็นกระดาษสีขาว ปนฟ้าเช่นเดิมไม่ดูค้ำ แต่ด้านในที่เคยเป็นเส้นใยสี ขาวเล็ก มีลักษณะเป็นเม็ดๆ ใส นุ่ม ไม่มีกลิ่น จะพองตัว ขึ้น เมื่อเติมน้ำลงไปอีกก็จะ พองตัวขึ้นอีก</p> <p>จมูก ไม่มีกลิ่น</p> <p>สัมผัส เส้นใยสีขาวที่อยู่ชั้นในที่มี เส้นใยคล้ายกับสำลีนุ่นจะ ดูดซับน้ำที่เติมอย่างรวดเร็ว และเปลี่ยนลักษณะเป็น<u>เจล</u> <u>ใสที่อุ้มน้ำ</u>ไว้อยู่จนเต็ม <u>ปริมาณเพิ่มขึ้น</u> ส่วนนี้ สามารถดูดซับน้ำได้มาก และมีก้อนของเจลขยาย ใหญ่ขึ้นหลายเท่าตัว</p>	<ul style="list-style-type: none"> • เราสามารถผลิตสารที่ ดูค้ำในผ้าอ้อมเด็ก ขึ้นมาเองได้หรือไม่ • สารที่ดูค้ำในผ้าอ้อม เด็กสำเร็จรูปสามารถ สังเคราะห์ได้อย่างไร • เพราะเหตุใดเส้นใยเล็ก สีขาวเมื่อโดนน้ำจึง เปลี่ยนแปลงไป • มีสารชนิดใดใน pamper • สารชนิดนี้มีผลต่อ ร่างกายหรือไม่อย่างไร • ใน pamper มีสารใดที่ ทำหน้าที่ดูดซับน้ำ • สารที่ดูดซับน้ำมี คุณสมบัติอย่างไร โครงสร้างเป็นอย่างไร และทำปฏิกิริยากับน้ำ หรือไม่อย่างไร • วัสดุดูค้ำในผ้าอ้อม เด็กสามารถดูดซับน้ำได้ สูงสุดเป็นที่เท่าของ

ผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป ก่อนเทน้ำ	ผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป หลังเทน้ำ	คำถามที่อยากรู้เกี่ยวกับ ผ้าอ้อมเด็กสำเร็จรูป
		<p>น้ำหนักขณะแห้ง</p> <ul style="list-style-type: none"> วัสดุที่เปียกน้ำแล้วสามารถทำให้แห้งแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือไม่ สามารถใช้วัสดุอื่นมาดูดซับน้ำได้หรือไม่

ครูแบ่งนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มทำการทดลองที่ปริมาณ MBA แตกต่างกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของพืชท้องถิ่นและปริมาณ MBA ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่	พืชท้องถิ่น	ปริมาณ MBA (กรัม)
1	หมากจอบ	0.001
2	หมากจอบ	0.003
3	หมากจอบ	0.005
4	หมากจอบ	0.01
5	หมากจอบ	0.02

2. โจทย์วิจัย

จากตารางที่ 1 จงเขียน โจทย์วิจัยหรือคำถามวิจัย

เมื่อสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซับน้ำมากด้วยปริมาณ MBA ที่แตกต่างกันแล้วอัตราการดูดซับน้ำในแต่ละการทดลองจะเป็นเท่าใด

3. สมมติฐาน

จากตารางที่ 1 จงเขียนสมมติฐาน

เมื่อปริมาณ MBA เพิ่มขึ้น อัตราการดูดซับน้ำจะลดลง

4. ตัวแปร

จากตารางที่ 1 จงระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

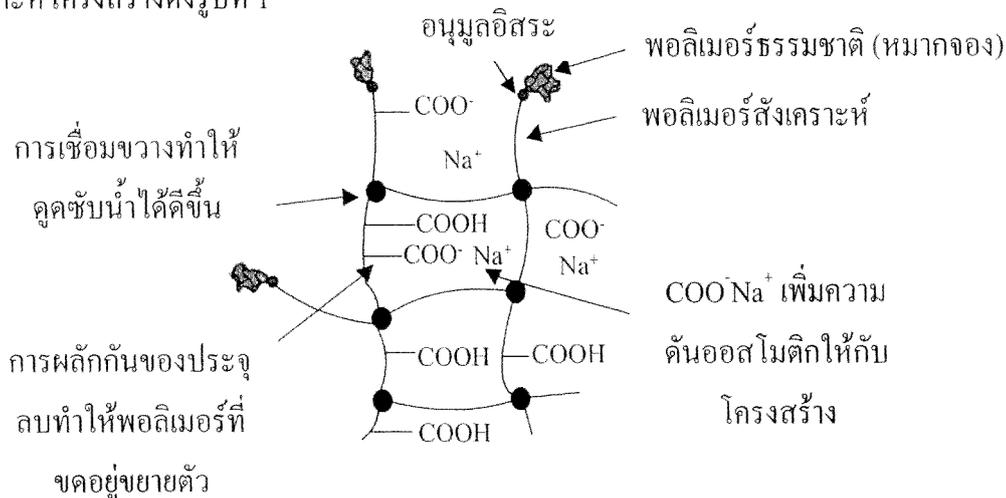
ตัวแปรต้น คือ หมากจอบ

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณ MBA

ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณ APS อุณหภูมิ เวลาในการเกิดปฏิกิริยา

5. สารเคมี

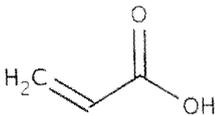
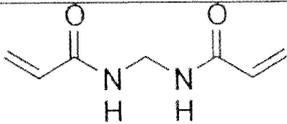
การสังเคราะห์สารเคมี เปรียบประหนึ่งกับการสร้างบ้าน บ้านต้องมีหลังคา สิ่งที่น่ามุงหลังคาคือกระเบื้องมุงหลังคา ไม่สามารถนำกระเบื้องปูพื้นมามุงหลังคาได้ ดังนั้นแต่ละส่วนของบ้านก็ต้องนำวัสดุอุปกรณ์จำเพาะมาใช้ เช่นเดียวกับการสังเคราะห์สารเคมี สารเคมีที่เราจะสังเคราะห์โครงสร้างดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของพอลิเมอร์คูดน้ำ

ตารางที่ 2 รายชื่อสารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์พอลิเมอร์รูปที่ 1

ชื่อสารเคมี	โครงสร้าง	สมบัติ	การเกิดปฏิกิริยา
พอลิเมอร์ธรรมชาติ ได้แก่ หมาจ๋อง เครื่องหมายน้อย	<p>โครงสร้างทางเคมีของหมาจ๋อง</p> <p>โครงสร้างทางเคมีของเครื่องหมายน้อย</p>	<p>ย่อยสลายได้ด้วย จุลินทรีย์ แบคทีเรีย หรือ ไม่</p> <p>...ย่อยสลายได้.....</p>	<p>พอลิเมอร์ธรรมชาติ ทำปฏิกิริยากับ พอลิเมอร์สังเคราะห์ (อะคริลิก แอซีด) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์คูดน้ำที่ ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ</p>

ชื่อสารเคมี	โครงสร้าง	สมบัติ	การเกิดปฏิกิริยา
แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต (Ammonium persulfate)	$\text{NH}_4^+ \text{O}^- \text{S}(=\text{O})_2 \text{O}^- \text{O}^- \text{S}(=\text{O})_2 \text{O}^- \text{NH}_4^+$ $2 \text{NH}_4^+ \text{O}^- \text{S}(=\text{O})_2 \text{O}^- \bullet$	แตกตัวให้ฟรีแรดิคัล ซึ่งเป็นสารที่ว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา	แตกตัวให้ฟรีแรดิคัล ซึ่งเป็นสารที่จะทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์อะคริลิก แอซิดต่อไป
อะคริลิก แอซิด (Acrylic acid)		ย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ แบคทีเรีย หรือไม่...ย่อยสลายไม่ได้.	เป็นมอนอเมอร์ เกิดพอลิเมอร์สายยาวที่สามารถเปลี่ยนเป็นหมูฟงก์ชันที่สามารถคูดน้ำได้มหาศาล
เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (N,N'-methylene-bis-acrylamide; MBA)		มีพันธะคู่อยู่ที่ปลายทั้งสองด้าน	เชื่อมขวางต่อพอลิเมอร์สองสายเข้าด้วยกัน
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)	NaOH	เบส	เปลี่ยนโครงสร้างของอะคริลิก แอซิด -COOH เป็น -COO ⁻ Na ⁺

6. อุปกรณ์

ตู้อบ (Oven)	บีกเกอร์ (Beaker)	แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic stirrer)	ถาด (Tray)
หลอดทดลอง (Test tube)	แท่งแก้วกวนสาร (Stirring rod)	เครื่องปั่นน้ำผลไม้ (Blender)	ช้อนตักสาร (Spatula)
ที่วางหลอดทดลอง (Test tube rack)	กระชอน (Sieve)	ขวดรูปชมพู่ (Conical flask)	เครื่องทำความร้อน และกวนสาร (Hot plate)

7. จงนำข้อสารเคมีในข้อ 5 และอุปกรณ์ในข้อ 6 มาเติมลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ขั้นตอนที่	หลักการ	วิธีทำการทดลอง
1	ทำให้เกิดฟรีแรดิคัลที่พอลิเมอร์ธรรมชาติ	ชั่งหมากรกทองหรือเครื่องหามาอย่างน้อยปริมาณ 1 กรัม และ (สารเคมี)Ammonium persulfate..... 0.05 กรัม ลงใน (อุปกรณ์).....หลอดทดลอง.....เติมน้ำ 5 mL เป็นตัวทำละลาย และใส่(อุปกรณ์)แท่งแม่เหล็กกวนสารเพื่อกวนสารละลาย แล้ววาง(อุปกรณ์).....หลอดทดลอง.....บนที่วางหลอดทดลองใน(อุปกรณ์)เครื่องทำความร้อนและกวนสาร ... ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (ใช้น้ำมันเติมในถาด) เป็นเวลา 15 นาที
2	ต่อพอลิเมอร์สังเคราะห์เข้าไปในโครงสร้างและทำให้พอลิเมอร์สองสายเชื่อมต่อกัน	เตรียมสารละลายผสมใน(อุปกรณ์).....บีกเกอร์.....ระหว่าง(สารเคมี) 60% (v/v).....Acrylic acid..... 5 mL และ (สารเคมี)MBA..... เมื่อขั้นตอนที่ 1 ครบ 15 นาที จึงเติมสารละลายผสมในขั้นตอนที่ 2 ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีเท่ากันทุกกลุ่ม แม้บางกลุ่มจะเกิดเจลก่อนเวลา
3	ทำให้เจลมีขนาดเล็กเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับ NaOH	ปั่นเจลที่ได้ด้วย(อุปกรณ์).....เครื่องปั่นน้ำผลไม้..... เป็นเวลา 1 นาที
4	ทำให้หมู่ฟังก์ชันของอะคริลิกแอซิดเปลี่ยนจาก -COOH เป็น -COO ⁻ Na ⁺	ทำปฏิกิริยา เจลที่ปั่นแล้วกับ(สารเคมี).....NaOH..... 100 mL ใน(อุปกรณ์).....ขวดรูปชมพู่..... ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
5	กำจัดสายพอลิเมอร์ที่ไม่ได้ติดกับ	ใส่เจลในน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 100 mL แต่ครั้งกรองเจลด้วย



ขั้นตอนที่	หลักการ	วิธีทำการทดลอง
	หมากจอบออก	(อุปกรณ์).....กระซอน.....
6	ทำให้แห้งเพื่อให้ เจลพร้อมใช้งาน ในการดูดซับน้ำ หรือความชื้น	ทำให้แห้งด้วย(อุปกรณ์).....ตู้อบ.....ที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 1 วัน

8. การคำนวณ

จงเตรียมสารละลาย Acrylic acid เข้มข้น 60% ปริมาตร 5 mL จาก Acrylic acid ความเข้มข้น 99%

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$99\% \times V_1 = 60\% \times 5 \text{ mL}$$

$$V_1 = 3 \text{ mL}$$

ดังนั้น ต้องตวงสารละลาย Acrylic acid ความเข้มข้น 99% มา 3 mL แล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรรวมเป็น 5 mL

9. ผลการทดลอง

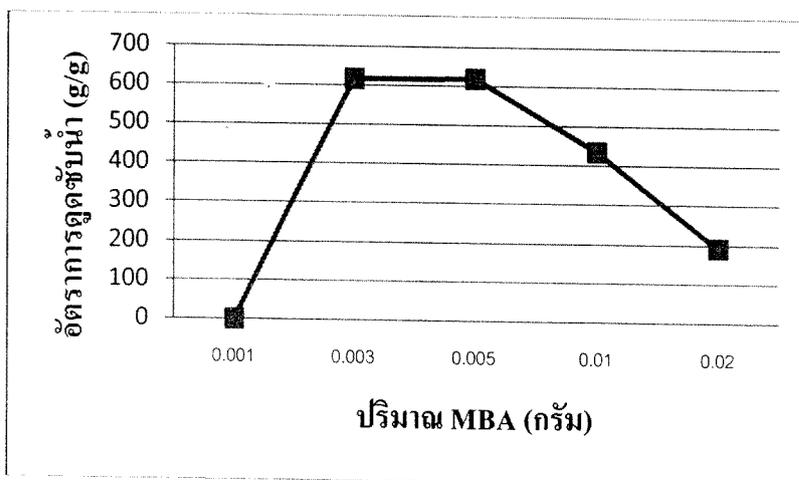
สมมติผลการทดลองเป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดลองของแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่	พืชท้องถิ่น	ปริมาณ MBA (กรัม)	ปริมาณการดูดซับน้ำ (g/g)*
6	หมากจอบ	0.001	0
7	หมากจอบ	0.003	617
8	หมากจอบ	0.005	619
9	หมากจอบ	0.01	435
10	หมากจอบ	0.02	192

* g/g หมายถึง จำนวนกรัมของน้ำที่พอลิเมอร์ 1 g สามารถดูดซับไว้ได้

10. จงแสดงผลการทดลองของข้อมูลจากตารางที่ 3 ในรูปกราฟ



11. จงเขียนสรุปผลการทดลองจากกราฟ

เมื่อเพิ่มปริมาณของ MBA ทำให้ปริมาณการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณ MBA 0.003 กรัมมีปริมาณการดูดซับน้ำมากที่สุด จากนั้นปริมาณการดูดซับน้ำลดลงเมื่อปริมาณ MBA มากขึ้น

12. จงทำนายปริมาณการดูดซับน้ำ ของพอลิเมอร์สังเคราะห์จากหมากจอบเมื่อปริมาณของ MBA เท่ากับ 0.0035 กรัม

ปริมาณการดูดซับน้ำ ของพอลิเมอร์สังเคราะห์จากหมากจอบประมาณ 618 g/g เมื่อปริมาณของ MBA เท่ากับ 0.0035 กรัม

ภาคผนวก จ
เกียรติบัตรรางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1
การนำเสนอผลงานวิจัยในรูปแบบ Poster Presentation
การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2555

ภาคผนวก ฉ

การนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์
ที่โรงเรียนน้ำเย็นวิทยา

**ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้
กิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ**

วัตถุประสงค์	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
1. เพื่อสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากที่ช่วยลดสลายตัวได้ทางชีวภาพ จากพืชท้องถิ่น ด้วยกลไกการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่ แรดิคัลแบบ Solution polymerization	การสังเคราะห์พอลิเมอร์อุ้มน้ำ	การสังเคราะห์พอลิเมอร์อุ้มน้ำ	ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากที่ช่วยลดสลายตัวได้ทางชีวภาพ จากพืชท้องถิ่น
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอุ้มน้ำของพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมาก	1. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์พอลิเมอร์อุ้มน้ำ	การศึกษปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์พอลิเมอร์อุ้มน้ำ	ได้สภาวะที่ดีที่สุดที่ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมากที่ช่วยลดสลายตัวได้ทางชีวภาพ จากพืชท้องถิ่นดูดซึมน้ำได้ปริมาณมากที่สุด
3. เพื่อวิเคราะห์หาโครงสร้างของพอลิเมอร์อุ้มน้ำด้วย Infrared spectroscopy	การวิเคราะห์หาโครงสร้างของพอลิเมอร์อุ้มน้ำด้วย infrared spectroscopy	การวิเคราะห์หาโครงสร้างของพอลิเมอร์อุ้มน้ำด้วย infrared spectroscopy	การกราฟต์เกิดขึ้นที่ C-O-C ของโครงสร้างของพืชท้องถิ่น
4. เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของพื้นผิวด้วย Scanning	การวิเคราะห์คุณสมบัติของพื้นผิวด้วย scanning electron	การวิเคราะห์คุณสมบัติของพื้นผิวด้วย scanning electron	เปรียบเทียบภาพถ่ายของพืชท้องถิ่นกับพืชท้องถิ่นที่กราฟต์

วัตถุประสงค์	กิจกรรมที่วางแผนไว้	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
Electron Microscopy	microscopy	microscopy	saponified poly(acrylic acid) พบว่ามีความขรุขระ และรูพรุนมากขึ้นเมื่อ กราฟต์แล้ว
5. เพื่อสร้างชุดทดลองของปฏิบัติการเคมีที่สอดคล้องกับหลักสูตรท้องถิ่น	นำชุดทดลองไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนนาจะหลวย	นำชุดทดลองไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนน้ำเย็นวิทยา	สร้างชุดทดลอง 10 ชุดไปใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
6. เพื่อประเมิน 9 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดทดลอง	ประเมิน 9 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดทดลอง	ประเมิน 9 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดทดลอง	ทักษะการสังเกตเป็นทักษะที่นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินมากที่สุด แต่ทักษะการจัดทำและสื่อความหมายข้อมูลเป็นทักษะที่นักเรียนผ่านเกณฑ์น้อยที่สุด

รายงานสรุปการเงิน

โครงการการพัฒนาชุดทดลองเรื่องการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมาก
ที่ย่อยสลายตัวได้ทางชีวภาพจากพืชท้องถิ่นสำหรับใช้ในหลักสูตรท้องถิ่น

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน อ.ดร.กานต์ตระกูลรัตน์ วุฒิสถา

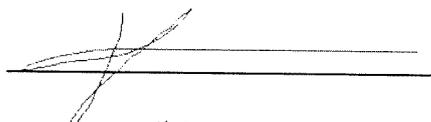
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2555

รายจ่าย

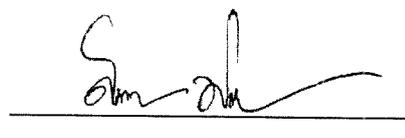
รายการ	งบประมาณ เสนอขอ (บาท)	งบประมาณ ที่ใช้จริง (บาท)
1. งบบุคลากร		
1.1 ค่าตอบแทนผู้เชี่ยวชาญ	10,000	0.00
2. งบดำเนินงาน		
2.1 ค่าตอบแทน		
1) นักวิจัยสำหรับค่าทำการนอกเวลา	11,250	11,212.50
2) ผู้ช่วยนักวิจัย	50,800	50,800.00
3) ครูผู้ช่วยนักวิจัย	7,890	7,890.00
4) ผู้ร่วมสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	5,000	5,000.00
2.2 ค่าใช้สอย		
1) ค่าอาหารกลางวันและอาหารว่างนักเรียน	10,000	6,130.00
2) ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	5,000	250.00
3) ค่าจ้างพัฒนาชุดทดลอง	10,000	14,000.00
4) ค่าใช้จ่ายในการนำชุดทดลองไปใช้	5,000	1,420.00
5) ค่าวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM	5,000	0.00
2.3 ค่าวัสดุ เช่น		
1) วัสดุสำนักงาน	10,000	9,090.50
2) ค่าตำราและวารสาร	10,000	369.00
3) สารเคมี	45,000	110,033.50
4) อุปกรณ์การทดลอง	30,060	8,804.55
5) วัสดุคอมพิวเตอร์	10,000	0.00
2.4 ค่าสาธารณูปโภค	22,500	22,500.00
รวมงบประมาณ	247,500	247,500

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ

จำนวนเงินที่ได้รับ			จำนวนเงินคงเหลือ	
เงินยืม 30%	37,000.00	บาท	0.00	บาท
งวดที่ 1	86,750.00	บาท	0.00	บาท
งวดที่ 2	123,750.00	บาท	0.00	บาท
รวม	247,500.00	บาท	0.00	บาท



 ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน



 ลงนามเจ้าหน้าที่การเงินโครงการ



