

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.
- _____. (2542). สรุปผลการสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพของเด็กไทย.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- _____. (2545ก). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการเรียนรู้ กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- เกษแก้ว ปานแดง. (2539). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เน้นการใช้แผนผังมโนทัศน์ (Concept Map). วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ขอนแก่น.
- เกษม ศรีพงษ์. (2542). คู่มือเตรียมสอบ วิชาชีววิทยา มัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ: ภูมิบัณฑิต.
- กิตติพร ปัญญาภิบาล. (2549). รูปแบบของวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน: กรณีศึกษา
สำหรับครูมัธยมศึกษา. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กิตติศักดิ์ นีวรรัตน์. (2546). การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับระบบเครือข่ายบริเวณเฉพาะ
ที่โดยกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สำหรับวิชาปฏิบัติไฟฟ้าเบื้องต้นระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย
และสถิติการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- โกวิท วรพิพัฒน์. (2544). การคิดเป็นเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคมไทยในชีวิตพอเล่า:
ดร.โกวิท วรพิพัฒน์. [ม.ป.ท.: ป.ป.พ.].
- คงศักดิ์ ธาตุทอง, และงามนิษฐ์ ธาตุทอง. (2543). เอกสารการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการทำวิจัย
ในชั้นเรียน. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ สำนักคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). ปฏิรูป
การเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). ชุดการเรียนรู้
การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.

- งามนิตย์ ธาตุทอง, คงศักดิ์ ธาตุทอง, ถัดดา ศิลาน้อย, ชีรชัย เนตรณอมศักดิ์, และไพโรจน์ เต็มเตชาดิพงษ์. (2547). รายงานการวิจัยการประยุกต์ใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาการเรียนการสอน. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จริยา บุญหงษ์. (2545). รายงานผลการวิจัยการเปรียบเทียบการเรียนการสอนแบบบรรยายกับการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุลพัตรา บุตเขียว. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จันทร์ ดิยะวงศ์. (2549). รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ฉลอง ภิรมย์รัตน์. (2521). จิตวิทยาสังคม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ประจักษ์การพิมพ์.
- ชุดิมา ทองสุข. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิตินันท์ โจณะสิทธิ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทศพร เฟ็งไรสงค์. (2545). กิจกรรมที่พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาระดับชั้นอนุบาลสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอชุมพวง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทองจันทร์ หงส์ดามรงค์. (2538). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem Based Learning). กรุงเทพฯ: ข่าวสารกองบริการการศึกษา.
- ทิวาวรรณ จิตตะภาค. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิสนา แคมมณี. (2540). การพัฒนากระบวนการคิด. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ.]. (เอกสารอัดสำเนา).

- ทศนา เขมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไทย ทิพย์สุวรรณกุล. (2551). จุดเริ่มต้น PBL.มวท. จุลสาร PBL วลัยลักษณ์, 1(1) มกราคม, 1.
- นพคุณ แดงบุญ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. ปรียญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นิพนธ์ แจ่มเอี่ยม. (2525). จิตวิทยาทางสังคม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เอกมัยการพิมพ์.
- นิรมล ศตวุฒิ. (2547). การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากผู้เรียน (Self-Directed Learning). วารสารข้าราชการครู, 1(7), 86-88.
- นารีรัตน์ ฟ้าสมบุญ. (2541). การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และบุคลิกภาพทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรียญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญนำ อินทนนท์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรียญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญยิ่ง วรรณศิริกุล. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ. ปรียญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญเลี้ยง จอดนอก. (2549). ผลการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- บุปผชาติ เรืองสุวรรณ. (2530). การศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษาที่ 10 ปีการศึกษา 2529. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- ประกาศเพ็ญ สุวรรณ. (2526). ทศนคติการวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอนามัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: พีระพัชรา.
- ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์, ญัฐภัสสร เหล่าเนตร์, และภักดี รัชตวิภาสนันท์. [ม.ป.ป.]. ชีววิทยาพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: Udomsuksa Printing and Publishing.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ: ภาคพัฒนาตำรา และเอกสารวิชาการ กรมการฝึกหัดครู.
- ประเวศ วะสี. (2541). ปฏิรูปการศึกษายกเครื่องทางปัญญา ทางรอดจากความหายนะ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- ประสงค์ หล้าสะอาด. (2541). คู่มือชีววิทยา ม.4 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: วิสิทธิ์พัฒนา.
- ปราณี หีบแก้ว. (2552). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PROBLEM-BASED LEARNING: PBL). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยฉัตร ชัยมาลา. (2550). ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยดา ปัญญาศรี. (2545). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่มีแบบเรียนการอบรมเลี้ยงดูและระดับเขาวนปัญญาที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ผกามาศ พุกยา. (2548). การสร้างชุดฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดราชผาติกรรม. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย. (2552). เอกสาร ปพ. 5 ภาคเรียนที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2552.
 ขอนแก่น: โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย. (เอกสารอัดสำเนา).
- พรสมบัติ ศรีไสย. (2539). การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยเน้นการสอนแบบร่วมมือ
 กันเรียนรู้ เรื่องเศษส่วนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
 มหบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2536). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ:
 ฟิงเกอร์ปรีนแอนคัมเดีย.
- _____. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือ
 จุฬาสงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์. (2544). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และมาจันดา บาสนติ. (2544). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา. กรุงเทพฯ:
 [ม.ป.พ.].
- พิจิตร อุดตะโปน. (2550). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล
 เบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
 คณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชากร แปลงประสพโชค. (2540). การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียน
 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ:
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชัย บุญมาหนองคู. (2545). การพัฒนาความรู้ เจตคติและพฤติกรรมเกี่ยวกับโรคเอดส์ของอาสา
 สมัคธราธารณสุขประจำหมู่บ้าน โดยใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการในกระบวนการ
 ฝึกอบรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พูนศรี นิยมศาสตร์. (2547). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์
 ด้วยแสง ช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับการใช้แผนผังมโนคติ.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พัชรี วรกวิน. (2522). จิตวิทยาสังคม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถานสงเคราะห์หทัยราษฎร์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนา
 พานิชย์.

- ภักดี ภูมิมาลา. (2538). การสอนเอดส์ศึกษาโดยวิธีการใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินซ์นิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มนวิภา อ่อนศรี. (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินซ์นิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- มังกร ทองสุคดี. (2523). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สามเจริญพานิช.
- มณฑรา ธรรมบุศย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning).
วารสารวิชาการ, 5(2) กุมภาพันธ์, 11-17.
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. วารสารศึกษาศาสตร์, 17(2), 11-15.
- ยุพา พิริยะชัยวรกุล. (2543). การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพโดยใช้
ภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่องพืชสมุนไพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยอดขวัญ กิ่งมณี. (2542). การพัฒนาการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองในวิชาวิทยาศาสตร์
สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4: โดยใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รังสรรค์ ทองสุคนอก. (2547). ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-
Based Learning) เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินซ์นิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-
วิโรฒ.
- รัชนิกร หงส์พนัส. (2547). การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน: ความหมายสู่การเรียนการสอน
กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. วารสารมนุษยศาสตร์ปริทรรศน์,
(26), 44-53.
- รุ่ง แก้วแดง. (2541). ปฏิบัติการศึกษาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มติชน.
- รัตนะ บัวรา. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยวิทยาศาสตร์เพื่อ
ป้องกันกับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ. ปรินซ์นิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- วราสินธุ์ บุตรสมบัติ. (2547). การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ป่าชุมชนนาบอน โดยใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิรงรอง โรจนกุล. (2530). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบและการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วันโชค ขวัญเมือง. (2539). ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการสอนโดยการสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกระบวนการตัดสินใจ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศุภิสรา โททอง. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการสอนตามคู่มือของ สสวท. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวัดความยาวในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศักดิ์ สุนทรเสณี. (2531). เจตคติ. กรุงเทพฯ: รุ่งวัฒนา.
- สกาแวแสงอ่อน. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง สัมประรดท้องถิ่นในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2522). จิตวิทยาสังคม. กรุงเทพฯ: ชัยศิริการพิมพ์
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรและการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- _____. (2548). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2548). หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สพล เมฆรุ่งเรืองไกร. (2549). สรุปชีววิทยา ม.4 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: เรื่องแสงการพิมพ์ (2002).

- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาหลักสูตรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับครูสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน รายงานการวิจัย. วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9(กรกฎาคม), 43-51.
- สมบัติ เฝ้าพงศ์คล้าย. (2546). การส่งเสริมความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เศรษฐกิจชุมชนพึ่งตนเองโดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สรกฤช มารโสภณ. (2552). การแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคกาฬสินธุ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารชีวโมเลกุล โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สายฝน จาริต. (2547). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรมคำถามปลายเปิดแบบเร้า ของเด็กปฐมวัย โรงเรียนหนองกุ่มพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สายใจ จำปาหวาย. (2549). ผลการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและรูปแบบของสสวท. เรื่องบทประยุกต์ ที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- สายสุณี สีหวนย์. (2545). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- สุนิษฐ์รัตน์ เนียมสฤต. (2541). การจัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สุปรียา วงษ์ตระหง่าน. (2545). การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based Learning). กรุงเทพฯ: ข่าวสารกองกิจการการศึกษา.
- สุพล วังสินธุ์. (2543). โครงการ: การเรียนรู้สู่ปี 2000. วารสารวิชาการ, 3(6) มิถุนายน, 9-16.
- สุภาพร เรืองแสง. (2540). ผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2548). การผลิตชุดสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2533). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). ครบเครื่องเรื่องการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ วงษาไฮ. (2532). การศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2531. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุวิมล เขียวแก้ว. (2540). วิทยาศาสตร์การศึกษาและการสอนวิทยาศาสตร์. วารสาร สสวท., 97 (เม.ย.-มิ.ย. 2540), 18-19.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2546). การวิจัยในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: อักษรไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). รายงานการวิจัยรูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: รัดนพร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2550). แนวทางการมาตรฐานการศึกษา ขั้นพื้นฐานสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559) ฉบับสรุป. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- _____. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สันติ วิจักษณ์ลาญจ์. (2548). นวัตกรรมการเรียนการสอนโดยการเรียนรู้แบบยืดหยุ่น. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 28(3), 7.

อรอนงค์ สอนสนาม. (2553). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อรุณี รัตนวิจิตร. (2544). ผลของการฝึกการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่านางแก้ววิทยายน อำเภอแวงน้อย จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อุดม รัตนอัมพรโสภณ. (2545). การสื่อสารในเวลาเดียวกันและต่างเวลาในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักผ่านเว็บ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 14(1), 31-38.

_____. (2545). การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม. (2545). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยผังมโนมิติ. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุมาภรณ์ รอดมณี. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมของโรงเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุษา จินเจนกิจ. (2544). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เรื่อง การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุษณีย์ โพธิ์สุข, สุเมตตา คงสง, จีรพงษ์ ข่ายเพชร, สมยศ ชมพูแสง และอุษณีย์ บุรณะเชษฐกุล.

(2544). รายงานการวิจัยรูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ
ด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: ศูนย์แห่งชาติเพื่อพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ.

Barrows, H.S. (1985). **How to Design a Problem-based Curriculum for the Preclinical
Years**. New York: Springer.

Borrows, H.S. and Tamblyn, R.M. (1980). **Problem-based learning: An approach to medical
education**. New York: Springer.

Boud, D. and Felletti, G. (1998). **Changing Problem-based learning**. London: Kogan Page.

Branca, N.A. (1980). **Problem Solving as a Goal, Process and Basic Skill, Problem Solving in
School Mathematics**. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.

Cindy E. Hmelo-Silver. (2004). Problem-based learning: What and How Do Students Learn?.
Educational Psychology Review, 16(3), 235-266.

Elliott. (1991). **Developing Community-Focused Environmental Education Through Action-
Research, Mineograph**. Centre for Applied Research in Education, School of
Education, University of East Anglia, Norwich, UK.

Savin-Baden, M. and Major, C.H. (2004). **Foundations of Problem-Based Learning**. England:
Open University Press.

Torp, Linda and Sage, Sara. (1998). **Problems as Possibilities: Problem-based learning for
K-12 Education** [Abstract]. Retrieved January 12, 2008, from [http://eric.ed.gov/ERIC
webPortal/custom/portlets/recordDetails/](http://eric.ed.gov/ERIC_webPortal/custom/portlets/recordDetails/)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือราชการ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ ธาตุทอง	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
นางคณินิจ พันธรัตน์	อาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย (ศึกษาศาสตร์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
นางสุมาลี เต็มเดชาดิพงษ์	ครู คศ.3 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 25
นางปราณี หีบแก้ว	ครู คศ.3 โรงเรียนหนองไผ่พิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 5
นายบุญเลียง จอดนอก	ครู คศ.2 โรงเรียนบ้านหัวบึง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 1
นายสุริยา ชาญ	ครู คศ.2 โรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 38

รายนามผู้ร่วมวิจัย

นางสาวรัตติกาล ท่วมบัว	ครู คศ.1 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9
------------------------	--



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โทร. 12551-6 ต่อ 124
ที่ ศธ 0514.5.2/... วันที่ 10 พฤศจิกายน 2553
เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร. คงศักดิ์ ชาติทอง

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น รหัสประจำตัว 515050068-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแบบสอบถาม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยก่อนนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่า ท่าน เป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร. คงศักดิ์ ชาติทอง)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฎิบัติราชการแทน อธิการบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โทร. 12551-6 ต่อ 124

ที่ ศธ 0514.5.2/ร 12553

วันที่ - พฤศจิกายน 2553

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิน รหัสประจำตัว 515050068-7 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแบบสอบถาม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยก่อนนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่า อาจารย์คนึงนิจ พันธุ์รัตน์ เป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัย



ที่ ศธ 0514.5.2/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

16 พฤศจิกายน 2553

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลีน รหัสประจำตัว 525050066-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแบบวัดความถนัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่า อาจารย์สุมาลี เต็มเตชาดีพงศ์ เป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดีจึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์จตุภา อภิรัตน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

กลุ่มวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ฯ

โทร. 0-4334-3452-3 ต่อ 124

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเลข เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 086-7225310



ที่ ศธ. 0514.5.2 / 1174

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

๒ ธันวาคม 2553

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ปราณี หีบแก้ว

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิน รหัสประจำตัว 52505066-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาพื้นฐาน วิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแบบสอบถาม แบบวัดความถนัด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า อาจารย์ปราณี หีบแก้ว เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอ แต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิลลมา อาริรัตน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะศึกษาศาสตร์

กลุ่มวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา

โทรศัพท์ 0-4334-3452-3 ต่อ 420

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเลข เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 086-7225910



ที่ ศธ 0514.5.2/17

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

[7 พฤศจิกายน 2553]

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหัวบึง

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น รหัสประจำตัว 525050066-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานวิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแบบวัดความถนัด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยก่อนที่จะนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้ คณะศึกษาศาสตร์ พิจารณาแล้วเห็นว่า อาจารย์บุญเลี้ยง จอดนอก เป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดีจึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวอาจารย์บุญเลี้ยง จอดนอก)

รองศาสตราจารย์

ภาควิชาชีววิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กลุ่มวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ฯ

โทร. 0-4334-3452-3 ต่อ 124

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเลข: เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 086-7225310



ที่ ศธ 0514.5.2/

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

พฤศจิกายน 2553

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น รหัสประจำตัว 525050066-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิจัยเรื่อง ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาชีววิทยา เรื่อง เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 และ 5/3 เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้บุคคลดังกล่าว ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยตามความประสงค์ ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2553 - ธันวาคม 2553

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ศาสตราจารย์ ดร. ประสงค์ เกตุศิลป์

คณบดี คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กลุ่มสาขาวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ฯ

โทร. 0-43343452-3 ต่อ 124

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเลข: เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 086-7225910



ที่ ศธ 0514.5.2/1121

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

๗๖ พฤศจิกายน 2553

เรื่อง ขออนุญาตแต่งตั้งผู้ช่วยวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น รหัสประจำตัวนักศึกษา 525050066-2 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานวิชาชีพ เรื่อง เคมี พื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องมีผู้ช่วยวิจัย บันทึกสังเกตการณ์สอน และสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอน และช่วยเหลือผู้วิจัย ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พิจารณาแล้วเห็นว่า นางสาวรัตติกาล ท้วมบัว เป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอแต่งตั้งเป็นผู้ช่วยวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น หวังเป็นอย่างยิ่ง ว่าคงได้รับความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น)

วันที่ ๗ พฤศจิกายน ๒๕๕๓

กลุ่มวิชาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ ฯ

โทร. 0-4334-3452-3 ต่อ 124

โทรสาร 0-4334-3454

หมายเหตุ: เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 086-7225310



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย

ที่.....วันที่ 29 พฤษภาคม 2553

เรื่อง ขอดำเนินการขอใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย

ด้วย นางสาวพัชรินทร์ ชุตลิ้น นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน วิชาชีววิทยา เรื่องภูมิพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (THE OUTCOME OF USING ACTION RESEARCH IN DEVELOPING PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) IN THE BIOLOGY UNIT ON "CHEMICAL BASIS OF LIFE" ON MATHAYOM SUKSA FOUR STUDENTS) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูล คือ ครูผู้รู้ มัธยมศึกษา จำนวน 1 คน คือ นางสาววิไลกาส ท้ามบัว และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 และ 5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 40 คน ดังนั้น เพื่อให้การศึกษาดังกล่าวสำเร็จด้วยดี ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้บุคคลดังกล่าวดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ระหว่างเดือนพฤษภาคม - ธันวาคม 2553

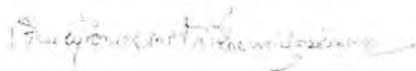
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา


.....

(นางสาวพัชรินทร์ ชุตลิ้น)

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

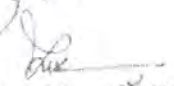
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น


.....

เรื่อง ขอดำเนินการขอใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

29 พฤษภาคม 2553

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย
เพื่อใช้ประกอบการพิจารณา


me.ดร.อช. น.ส.ดร.อช.
19 ม.ค. 53

- 0444

30 เม.ย.

ภาคผนวก ข

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
- การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

เรื่องเอนไซม์

สอนวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4-6/1 ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

สาระสำคัญ

เอนไซม์ เป็นคะตะลิสต์ หรือตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพ (biocatalyst) ของปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เอนไซม์มีจำนวนมากมายหลายพันชนิด แต่ละชนิดมีรูปร่างและโครงสร้างไม่เหมือนกัน และมีความแตกต่างจากคะตะลิสต์ในปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่มักจะเป็นโลหะหรือสารประกอบของโลหะต่างๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายความหมายและลักษณะทั่วไปของเอนไซม์ได้
2. อธิบายสมบัติของเอนไซม์ได้
3. อธิบายสมมติฐานที่เป็นกลไกในการเกิดเอนไซม์-สับสเตรตคอมเพลกซ์ได้
4. อธิบายเกี่ยวกับการยับยั้งเอนไซม์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

5. นำเสนอผลงานในชั้นเรียนได้
6. เขียนแผนผังมโนทัศน์เรื่องเอนไซม์ได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

7. มีความรับผิดชอบในการทำงานและให้ความร่วมมือกับกลุ่ม
สาระการเรียนรู้

1. ความหมายและลักษณะทั่วไปของเอนไซม์

เอนไซม์ เป็นสารจำพวกโปรตีนที่มีโมเลกุลกลม (globular protein) ประกอบด้วยพอลิเพปไทด์ที่ม้วนตัวเป็นก้อน ซึ่งมีทั้งชนิดที่ประกอบด้วยพอลิเพปไทด์สายเดี่ยวและบางชนิดอาจมีพอลิเพปไทด์หลายสายม้วนตัวและจับกันเป็นก้อน เอนไซม์มีมวลโมเลกุล 1 แสนถึงมากกว่า 1 ล้าน โมเลกุลของเอนไซม์จะมีความซับซ้อนในการจัดเรียงตัว แต่ไม่ได้มีความสำคัญต่อปฏิกิริยาไปหมดทุกส่วน ส่วนที่เกี่ยวข้องจริงๆ เป็นบริเวณที่เรียกว่า แอ็กทีฟไซต์ (active site) ซึ่งเป็นบริเวณที่จับกับสับสเตรตโดยตรง

2. สมบัติเอนไซม์

2.1 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) สามารถเร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยเป็นตัวลดพลังงานกระตุ้น (activation energy)

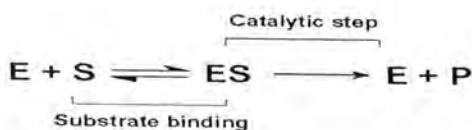
2.2 เอนไซม์จะยังคงสภาพเดิมทั้งปริมาณและคุณสมบัติต่างๆ ภายหลังการเกิดปฏิกิริยาแล้วจึงสามารถเร่งปฏิกิริยาต่อไปได้อีก

2.3 มีความจำเพาะเจาะจง (specificity) ต่อสับสเตรต (substrate) หรือสารตั้งต้นที่จะเข้าทำปฏิกิริยาแต่ละชนิด จึงสามารถเร่งปฏิกิริยาใดปฏิกิริยาหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น ยกเว้นเอนไซม์บางชนิดที่มีความเฉพาะเจาะจงน้อยจึงสามารถเร่งปฏิกิริยาของสารตั้งต้นที่คล้ายกันได้

2.4 เอนไซม์มีความไวต่อปฏิกิริยามาก แม้จะมีในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถเร่งปฏิกิริยาได้

2.5 เอนไซม์ช่วยในการลดระดับความต้องการพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นที่อุณหภูมิของร่างกายได้

2.6 สามารถเร่งปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยที่เอนไซม์สามารถเปลี่ยนสับสเตรตให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ และสามารถเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ให้เป็นสับสเตรตได้ดังเดิม



2.7 ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ และ pH จำกัด

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นกำหนดปัญหา (20 นาที)

1.1 ครูเช็คชื่อนักเรียน และให้นักเรียนจัดกลุ่มตามความสมัครใจ กลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 9 กลุ่ม พร้อมทั้งดูความพร้อมของนักเรียน

1.2 ครูเกริ่นเรื่องเอนไซม์และเล่าเรื่องการไปเที่ยวภูเขาให้นักเรียนฟัง เพื่อที่จะนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่องเอนไซม์

คำถาม: นักเรียนเคยไปเที่ยวภูเขาหรือไม่ แล้วนักเรียนไปเที่ยวภูเขาที่ไหน

แนวการตอบ: ไม่เคยไป/ เคยไป ภูกระดึง, ภูเวียง, ภูพาน ฯลฯ

4 คำถาม: นักเรียนคิดว่าการปีนเขายากหรือไม่

แนวการตอบ: ไม่ยาก/ ยาก เพราะว่าภูเขาสูงชัน ฯลฯ

1.3 ครูนำเสนอภาพประกอบคำถามซึ่งเป็นภาพภูเขา แล้วถามว่า

คำถาม: นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้เราไม่เหนื่อยในการปีนเขา

โดยใช้เวลาน้อยที่สุด

แนวการตอบ: นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอแนวคิดของตนเอง โดยครูให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องเอนไซม์

2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (20 นาที)

2.1 ครูเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน และร่วมกันสรุปในประเด็นต่างๆ เกี่ยวกับคำถามที่ว่าวิธีการใดบ้างที่จะทำให้เราไม่เหนื่อยในการปีนเขา โดยใช้เวลาน้อยที่สุด

2.2 ครูเชื่อมโยงสถานการณ์จำลองการปีนเขากับเรื่องเอนไซม์ว่าในการปีนเขานั้น ถ้าเราปีนภูเขาสูงจะต้องใช้พลังงานในการปีนมากกว่าภูเขาเตี้ย หากเราต้องการปีนภูเขาสูงโดยใช้พลังงานน้อยลง เราก็ต้องตัดยอดเขาลง หรือไปทางลัด เพื่อที่จะลดพลังงานที่ใช้ในการปีนเขา ซึ่งเปรียบเสมือนการลดพลังงานกระตุ้น ซึ่งจะทำให้สารต่างๆ เกิดปฏิกิริยาได้ดีหรือเร็วขึ้น

2.3 นักเรียนคิดว่าการลดพลังงานกระตุ้นเป็นอย่างไร ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์หรือไม่ อย่างไร โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดตาม และร่วมกันหาคำตอบเขียนลงในใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องเอนไซม์

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามประเด็นที่ต้องการศึกษา

3. ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า (30 นาที)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การศึกษาค้นคว้า โดยทำการศึกษาค้นคว้าจากใบความรู้เรื่องเอนไซม์, หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1, หนังสือเกี่ยวกับเอนไซม์ ซึ่งครูจัดเตรียมไว้ให้

3.2 หลังจากให้นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เรียบร้อยแล้ว เพื่อเป็นการสนับสนุนในคำตอบดังกล่าว ครูได้จัดกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิต ซึ่งครูได้แจ้งนักเรียนให้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้า โดยให้นักเรียนเตรียมดัดหรือเนื้อเยื่อผลไม้ และส่วนของพืชที่ยังอ่อนเพื่อนำมาทดลอง เช่น กระเทียม กระเทียม แด สะเดา ถั่วงอก ตำลึง เป็นต้น พร้อมทั้งครูได้ชี้แนะนักเรียนว่าไม่ควรนำพืชที่มีเมือกและมีรสเปรี้ยวมาใช้ในการทดลอง เพราะอาจมีค่า pH ที่ไม่เหมาะสม

3.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาใบกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิตก่อนทำกิจกรรม

3.4 ครูอธิบายขั้นตอนและวิธีการทำกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิตให้นักเรียนก่อนลงมือทำกิจกรรม และให้นักเรียนซักถามในสิ่งที่สงสัย

3.5 นักเรียนลงมือทำกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิต

3.6 ครูเดินดูนักเรียนเพื่อให้คำแนะนำ ขณะทำกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิต

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ (15 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลและนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดพิจารณาความรู้ที่ได้มามีความถูกต้อง สมบูรณ์ และครบถ้วนตามประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้วหรือยัง ถ้าข้อมูลยังไม่เพียงพอ ก็ร่วมกันอภิปรายและช่วยกันศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ (15 นาที)

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำเสนอข้อมูลที่สังเคราะห์มาได้ และอภิปรายว่าข้อมูลของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ โดยผู้สอนช่วยตรวจสอบ และแนะนำเพิ่มเติม

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้อีกครั้งโดยครูผู้สอนช่วยแนะนำเพิ่มเติม

5.3 ครูอธิบายความรู้เกี่ยวกับเรื่องเอนไซม์ในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- ความหมายและลักษณะทั่วไปของเอนไซม์
- สมบัติของเอนไซม์

- สมมติฐานที่เป็นกลไกในการเกิดเอนไซม์-สับสเตรตคอมเพลกซ์
- การยับยั้งเอนไซม์

5.4 นักเรียนทบทวนความรู้ที่ได้จากเรื่องเอนไซม์โดยทำใบงานที่ 2 เรื่องเอนไซม์

6. ขั้่นนำเสนอและประเมินผลงาน (20 นาที)

6.1 ครูทำการสุ่มเลือกตัวแทนกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1, 4 และ 7 ออกมานำเสนอความรู้ แนวคำตอบที่ได้จากการศึกษาและทำกิจกรรมโดย

- กลุ่มที่ 1 นำเสนอผลจากการทำกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิตที่ได้จากเนื้อเยื่อพืช

- กลุ่มที่ 4 นำเสนอผลจากการทำกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิตที่ได้จากเนื้อเยื่อสัตว์

- กลุ่มที่ 7 สรุปเกี่ยวกับเรื่องเอนไซม์ (โดยอาจสรุปจากใบความรู้ หรือจากการทำกิจกรรม)

6.2 นักเรียนร่วมกันประเมินทั้งงานของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน

6.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายและประเมินผลที่ได้จากการทำกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิตของแต่ละกลุ่มว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พร้อมทั้งครูให้นักเรียนช่วยกันเติมเต็มความรู้ในสิ่งที่เพื่อนยังไม่ได้นำเสนอ

6.4 ครูสรุปและเพิ่มเติมเนื้อหาเรื่องเอนไซม์ให้นักเรียน

6.5 ครูให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปข้อความรู้และสิ่งต่างๆ ที่ได้จากการเรียนเรื่องเอนไซม์โดยการทำใบงานที่ 3 แผนผังโน้ตสน้เรื่องเอนไซม์

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ภาพภูเขา
2. ใบความรู้เรื่องเอนไซม์
3. ใบกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิต
4. ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องเอนไซม์
5. ใบงานที่ 2 เรื่องเอนไซม์ พร้อมเฉลย
6. ใบงานที่ 3 แผนผังโน้ตสน้เรื่องเอนไซม์
7. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1
8. หนังสือเกี่ยวกับเอนไซม์ (ครูจัดเตรียมไว้ให้)

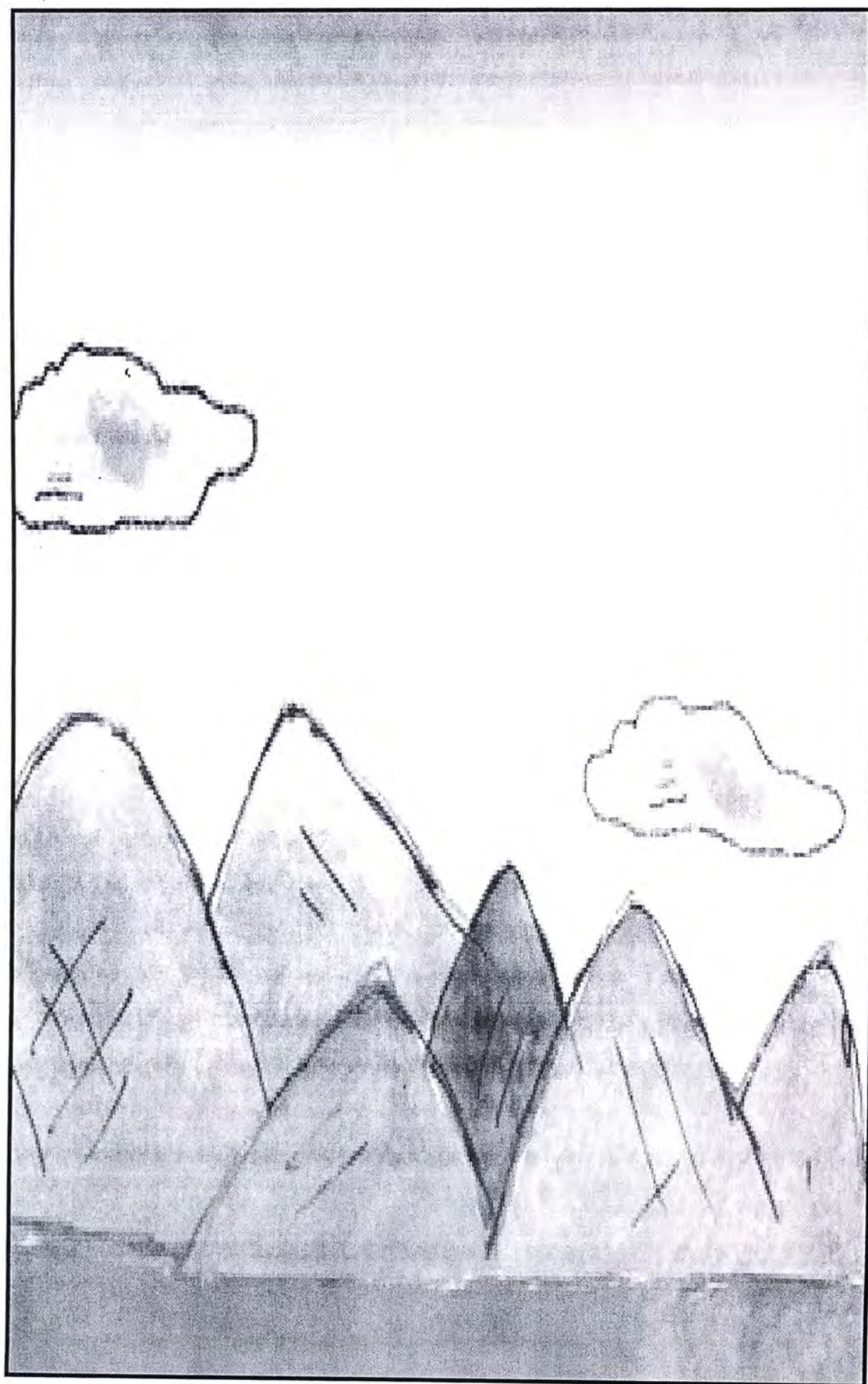
การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ความรู้ (K)	1. อธิบายความหมายและลักษณะทั่วไปของของเอนไซม์ได้ 2. อธิบายสมบัติของเอนไซม์ได้ 3. อธิบายสมมติฐานที่เป็นกลไกในการเกิดเอนไซม์-สับสเตรตคอมเพลกซ์ได้ 4. อธิบายเกี่ยวกับการยับยั้งเอนไซม์ได้	ตรวจจากใบงาน - ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องเอนไซม์ - ใบงานที่ 2 เรื่องเอนไซม์ - ใบงานที่ 3 แผนผังมโนทัศน์เรื่องเอนไซม์	ใบงาน - ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องเอนไซม์ - ใบงานที่ 2 เรื่องเอนไซม์ - ใบงานที่ 3 แผนผังมโนทัศน์เรื่องเอนไซม์	โดยคิดเป็นร้อยละ 75% จาก - ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องเอนไซม์ ซึ่งมีคำถามทั้งหมด 2 ข้อ 15 คะแนน นักเรียนต้องตอบคำตอบถูกต้องและได้ 11 คะแนนขึ้นไป - ใบงานที่ 2 เรื่องเอนไซม์ ซึ่งมีคำถามทั้งหมด 18 ข้อ 18 คะแนน (ข้อละ 1 คะแนน) นักเรียนต้องตอบคำตอบถูกต้องและได้ 14 คะแนนขึ้นไป
2. ทักษะกระบวนการ	5. นำเสนอผลงานในชั้นเรียนได้	ประเมินการนำเสนอผลงานในชั้นเรียน	แบบประเมินการนำเสนอผลงานในชั้นเรียน	ต้องได้ 20 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

สิ่งที่วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
(P)	6. เขียนแผนผังมโนทัศน์เรื่องเอนไซม์ได้	ตรวจจากใบงาน - ใบงานที่ 3 แผนผัง มโนทัศน์เรื่อง เอนไซม์	ใบงาน - ใบงานที่ 3 แผนผัง มโนทัศน์เรื่อง เอนไซม์	โดยคิดเป็นร้อยละ 75% จาก - ใบงานที่ 3 แผนผัง มโนทัศน์เรื่อง เอนไซม์ซึ่งมี คะแนน 10 คะแนน นักเรียน ต้องตอบคำถาม ถูกต้องและได้ 8 คะแนนขึ้นไป
3. คุณ ลักษณะ (A)	7. มีความรับผิดชอบใน การทำงานและให้ความ ร่วมมือกับกลุ่ม	สังเกตพฤติกรรม การทำงาน ร่วมกันใน - ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุ ประเด็นปัญหา เรื่องเอนไซม์ - กิจกรรมที่ 1 เรื่องเอนไซม์ จากสิ่งมีชีวิต - ใบงานที่ 3 แผนผัง มโนทัศน์ เรื่องเอนไซม์	แบบสังเกต พฤติกรรมการทำงานร่วมกัน	ต้องได้ค่าเฉลี่ยตาม ระดับพฤติกรรม 2.50 -3.49 ระดับปาน กลางขึ้นไป

...

ภาพประกอบ (ภูเขา)



ไขความรู้เรื่องเอนไซม์



ชื่อ-นามสกุล.....

ชั้น ม. 4/.....

เลขที่.....

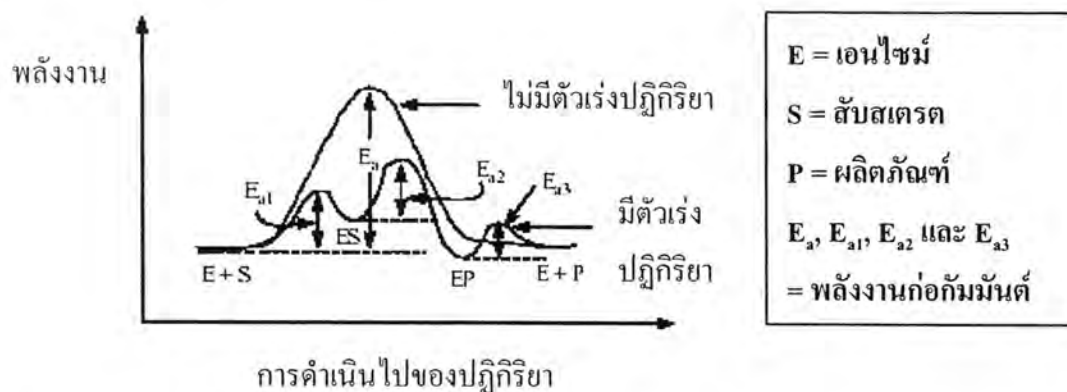


ใบความรู้เรื่องเอนไซม์

เอนไซม์

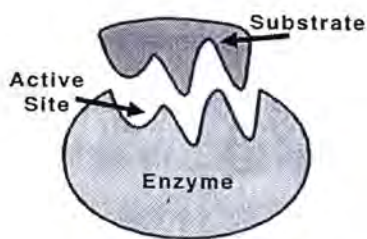
เอนไซม์ เป็นคะตะลิสต์ หรือตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพ (biocatalyst) ของปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เอนไซม์มีจำนวนมากหลายพันชนิด แต่ละชนิดมีรูปร่างและโครงสร้างไม่เหมือนกัน และมีความแตกต่างจากคะตะลิสต์ในปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่มักจะเป็นโลหะหรือสารประกอบของโลหะต่างๆ

เอนไซม์ เป็นสารจำพวกโปรตีนที่มีโมเลกุลกลม (globular protein) ประกอบด้วยพอลิเพปไทด์ที่ม้วนตัวเป็นก้อน ซึ่งมีทั้งชนิดที่ประกอบด้วยพอลิเพปไทด์สายเดี่ยวและบางชนิดอาจมีพอลิเพปไทด์หลายสายม้วนตัวและจับกันเป็นก้อน เอนไซม์มีมวลโมเลกุล 1 แสนถึงมากกว่า 1 ล้าน



ภาพที่ 1 การทำปฏิกิริยาเคมีที่มีพลังงานก่อกัมมันต์มาร่วมด้วย

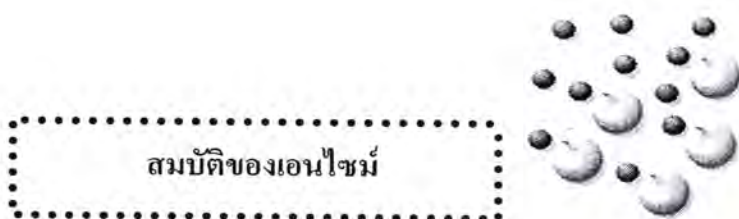
โมเลกุลของเอนไซม์จะมีความซับซ้อนในการจัดเรียงตัว แต่มีได้มีความสำคัญต่อปฏิกิริยาไปหมดทุกส่วน ส่วนที่เกี่ยวข้องจริงๆ เป็นบริเวณที่เรียกว่า แอกทีฟไซต์ (active site) ซึ่งเป็นบริเวณที่จับกับสับสเตรตโดยตรง



ภาพที่ 2 แอกทีฟไซต์ (active site) ของเอนไซม์ที่ทำปฏิกิริยากับสับสเตรต

แอกทีฟไซต์มีลักษณะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเอนไซม์ มีลักษณะเป็นร่องบนผิวโมเลกุลของเอนไซม์และมีรูปร่างคล้ายเงาของสับสเตรต ทำให้สามารถรวมตัวกับสับสเตรตได้พอดี ปกติแอกทีฟไซต์ของเอนไซม์มีโมเลกุลกรดอะมิโนเพียง 2-3 โมเลกุลเท่านั้นที่ยึดกับสับสเตรต กรดอะมิโนนี้เองที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยา ส่วนกรดอะมิโนที่เหลือของแอกทีฟไซต์จะทำหน้าที่โอบล้อมช่วยในการยึดจับกับสับสเตรตเท่านั้น

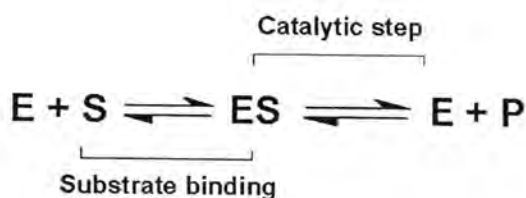
ถ้าเอนไซม์ถูกทำลายในบริเวณที่ไม่ทำให้แอกทีฟไซต์เปลี่ยนแปลง เอนไซม์นั้นอาจจะเป็นคะตะลิสต์ของปฏิกิริยานั้นได้ต่อไป แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าแอกทีฟไซต์ถูกทำลาย เอนไซม์นั้นจะสูญเสียคุณสมบัติในการเป็นคะตะลิสต์ทันที



1. เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) สามารถเร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยจะเป็นตัวลดพลังงานกระตุ้น (activation energy)
2. เอนไซม์จะยังคงสภาพเดิมทั้งปริมาณและคุณสมบัติต่างๆ ภายหลังการเกิดปฏิกิริยาแล้วจึงสามารถเร่งปฏิกิริยาต่อไปได้อีก
3. มีความจำเพาะเจาะจง (specificity) ต่อสับสเตรตหรือสารตั้งต้นที่จะเข้าทำปฏิกิริยาของแต่ละชนิด จึงสามารถเร่งปฏิกิริยาใดปฏิกิริยาหนึ่งโดยเฉพาะเท่านั้น ยกเว้นเอนไซม์บางชนิดที่มีความเฉพาะ เจาะจงน้อยจึงสามารถเร่งปฏิกิริยาของสารเริ่มต้นที่คล้ายกันได้
4. เอนไซม์มีความไวต่อปฏิกิริยามาก แม้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถเร่งปฏิกิริยาได้

5. ลดระดับความต้องการพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา ทำให้ปฏิกิริยาสามารถเกิดขึ้นที่อุณหภูมิของร่างกายได้

6. สามารถเร่งปฏิกิริยาย้อนกลับได้โดยที่เอนไซม์สามารถเปลี่ยนสับสเตรตให้เป็นผลิตภัณฑ์ (product) และสามารถเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ให้เป็นสับสเตรตได้ดั้งเดิม



7. ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ และ pH จำกัด

การเรียกชื่อเอนไซม์



ชื่อของเอนไซม์จะบ่งบอกถึงสับสเตรตที่เกี่ยวข้อง หรือลักษณะสำคัญของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจากการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ เอนไซม์บางชนิดมีชื่อเฉพาะซึ่งไม่ได้ตั้งชื่อตามระบบ เช่น เพปซิน (pepsin) ปาเปน (papain) ทริปซิน (trypsin) เป็นต้น

การเรียกชื่อเอนไซม์มักถูกเรียกตามสับสเตรตที่ถูกแยกสลาย หรือเรียกตามปฏิกิริยาที่เร่งโดยเติม -ase เข้าไปข้างท้าย เช่น

- ลิเปส (lipase) เป็นเอนไซม์ที่ย่อยไขมันที่ใช้กับสับสเตรตไขมัน
- เฮกโซไคเนส (hexokinase) เป็นเอนไซม์ที่ย่อยน้ำตาลที่ใช้กับสับสเตรตเฮกโซส
- ดีคาร์บอกซิเลส (decarboxylase) เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชัน

(decarboxylation)

เมื่อมีการศึกษาและพบข้อมูลเกี่ยวกับเอนไซม์มากขึ้น ทำให้เกิดการสับสนในการเรียกชื่อนั้น คณะกรรมการเอนไซม์นานาชาติ (International enzyme commission) ได้มีการจัดระบบและการจำแนกเอนไซม์โดยการให้หมายเลขตามระบบ ซึ่งได้แบ่งเอนไซม์ออกเป็น 6 จำพวกใหญ่ (class) แต่ละจำพวกใหญ่จะแบ่งออกเป็นจำพวกย่อย (subclass) แต่ละพวกย่อยก็จะมีหมายเลขของตัวเองตามชื่อระบบ (systematic name) ของเอนไซม์แต่ละตัว ซึ่งจะบอกถึงสับสเตรตที่เข้าทำปฏิกิริยา และลักษณะสำคัญของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น เอนไซม์ 6 จำพวกใหญ่ มีดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงกลุ่มใหญ่ของเอนไซม์และปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเร่งของเอนไซม์

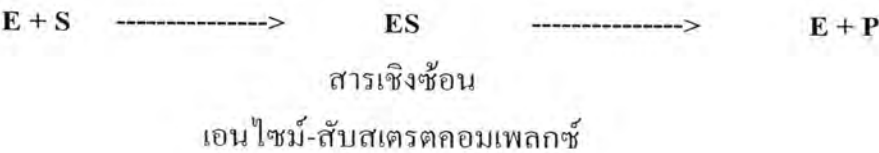
หมายเลข	จำพวกใหญ่ (class)	ชนิดของปฏิกิริยาที่เร่ง
1	ออกซิโดรีดักเทส (oxidoreductase)	การถ่ายเทอิเล็กตรอน
2	ทรานเฟอร์ส (transferase)	การถ่ายเทหมู่ฟังก์ชัน
3	ไฮโดรเลส (hydrolase)	การสลายตัวด้วยน้ำ
4	ไลเอส (liase)	การเติมหมู่เข้าไปในพันธะคู่หรือปฏิกิริยาตรงข้าม
5	ไอโซเมอเรส (isomer)	การเปลี่ยนไอโซเมอร์
6	ไลเกส (liase)	สร้างพันธะโดยการทำลาย ATP

.....
การทำงานของเอนไซม์
.....

ในการทำงานของเอนไซม์ โครงสร้างของเอนไซม์ทั้งก่อนและหลังการเกิดปฏิกิริยายังคงเหมือนเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าเอนไซม์ไม่ได้ทำปฏิกิริยากับสับสเตรต แต่ขณะที่เกิดปฏิกิริยาเอนไซม์จะจับกับสับสเตรต ทำให้สับสเตรตแปรสภาพไป โดยมีการสลายพันธะหรือมีการสร้างพันธะของสับสเตรตขึ้นมาใหม่เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาเคมีการรวมตัวระหว่างเอนไซม์กับสับสเตรต กลายเป็นเอนไซม์-สับสเตรตคอมเพลกซ์

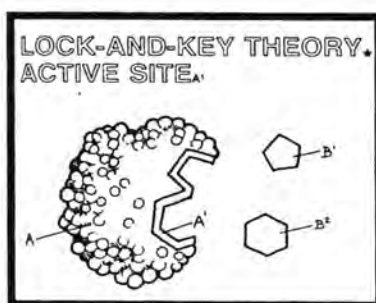
การเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์

- E เป็น ตัวเร่งปฏิกิริยา (เอนไซม์)
- S เป็น สารตั้งต้นเรียกว่า สับสเตรต
- P เป็น สารผลิตภัณฑ์



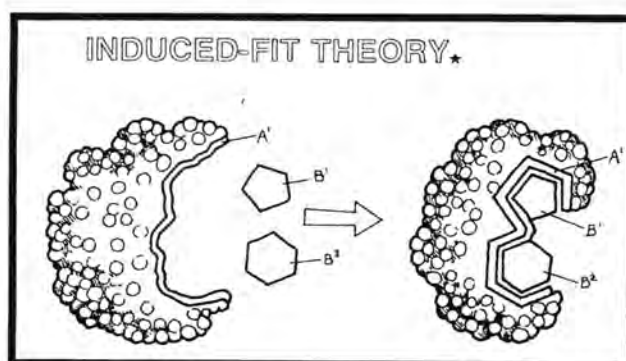
สมมติฐานที่ใช้อธิบายกลไกการเกิดเอนไซม์-สับสเตรตคอมเพลกซ์ ดังนี้

1. สมมติฐานแม่กุญแจ-ลูกกุญแจ (lock and key hypothesis) หรือแบบจำลองแม่กุญแจกับลูกกุญแจ (lock and key model) โดยอิมิล ฟิชเชอร์ เสนอในปี ค.ศ. 1894 ตามแนวคิดแบบจำลองแม่กุญแจกับลูกกุญแจนั้น เอนไซม์เปรียบได้กับลูกกุญแจ และ สับสเตรตเปรียบได้กับแม่กุญแจ ซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อไขด้วยลูกกุญแจ โดยแม่กุญแจจะต้องมีรูปร่างพอเหมาะกับแอกทีฟไซต์ของลูกกุญแจเท่านั้นจึงจะรวมกับเอนไซม์และเกิดปฏิกิริยากลายเป็นผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้เอนไซม์ยังสามารถเร่งปฏิกิริยาย้อนกลับได้ กล่าวคือ เอนไซม์เปลี่ยนสับสเตรตให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ และสามารถเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ให้เป็นสับสเตรตดั้งเดิมได้



ภาพที่ 3 สมมติฐานแม่กุญแจ-ลูกกุญแจ (lock and key hypothesis)

2. สมมติฐานเหนี่ยวนำ (induced fit hypothesis) หรือแบบจำลองการเหนี่ยวนำ (induced fit model) โดย คอชเลนส์ เสนอ ในปี ค.ศ. 1959 กล่าวว่า แอกทีฟไซต์จะสามารถยืดหยุ่นและเปลี่ยนสภาพได้โดยเมื่อสับสเตรตเข้าไปใกล้บริเวณแอกทีฟไซต์ของเอนไซม์ สับสเตรตจะเหนี่ยวนำให้เอนไซม์เปลี่ยนลักษณะ โครงสร้างบริเวณแอกทีฟไซต์ให้มีขนาดและรูปร่างพอเหมาะที่จะรวมกับสับสเตรตได้

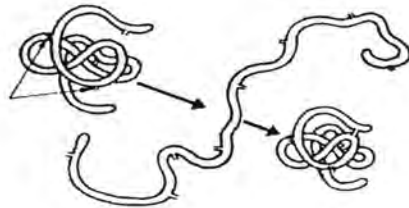


ภาพที่ 4 สมมติฐานเหนี่ยวนำ (induced fit hypothesis)

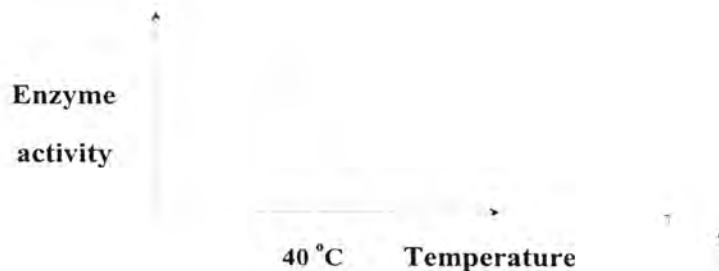
ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

⇒ อุณหภูมิ

โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์อยู่ในช่วง $25-40^{\circ}\text{C}$ เรียกว่า optimum temperature อุณหภูมิเกินไปจะทำให้เอนไซม์เสียสภาพโครงสร้าง (denature) ทำให้เข้ารวมกับสับสเตรตไม่ได้



ภาพที่ 5 เอนไซม์เสียสภาพโครงสร้าง (denature) ทำให้เข้ารวมกับสับสเตรตไม่ได้

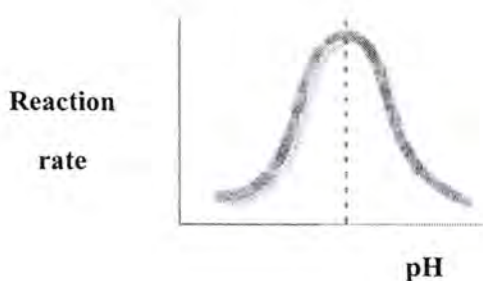


ภาพที่ 6 แสดงอุณหภูมิต่อการทำงานของเอนไซม์

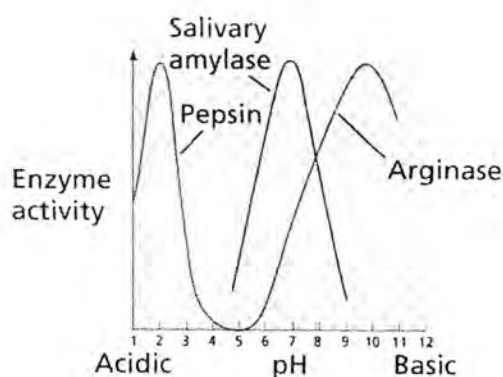
การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโปรตีนอันเนื่องมาจากความร้อน ถ้าความร้อนไม่สูงจนเกินไป และเมื่อความร้อนลดลงจนถึงระดับปกติ โปรตีนจะสามารถคืนสู่สภาพเดิมได้อีกครั้ง อุณหภูมิที่ 37°C เป็นอุณหภูมิที่เอนไซม์ส่วนใหญ่ทำงานได้ดี อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้การทำงานของเอนไซม์เสื่อมไปเพราะเอนไซม์เป็นโปรตีนเมื่ออุณหภูมิสูงเอนไซม์ถูกทำลายธรรมชาติไป

➡ ความเป็นกรดเบส

เอนไซม์แต่ละชนิดจะทำงานได้ดีในสภาพความเป็นกรด-เบสที่แตกต่างกัน เช่น ไลเพสทำงานดีที่สุดที่ pH 7 ทริปซินที่ pH 8-11 และเพปซินที่ pH 1.5-2.5 แต่โดยทั่วไปแล้วเอนไซม์มักทำงานได้ดีในระยะ pH 6-7.5 เรียกว่า optimum pH



ภาพที่ 7 แสดงผล pH ต่ออัตราการทำงานของเอนไซม์

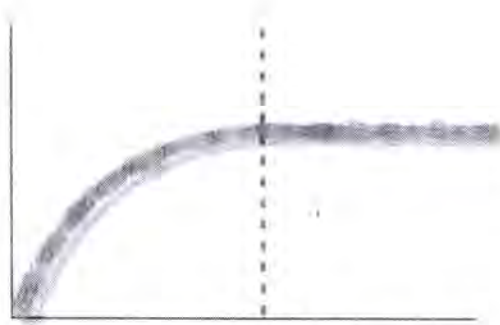


ภาพที่ 8 แสดงช่วง pH ต่างๆ ต่ออัตราการทำงานของเอนไซม์

➡ ปริมาณของเอนไซม์และสับสเตรต

จะแปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นของเอนไซม์และสับสเตรตจนถึงจุดหนึ่ง ถ้าเอนไซม์และสับสเตรตมากเกินไปอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะคงที่ เนื่องจากไม่มีเอนไซม์และสับสเตรตเหลือพอที่จะทำปฏิกิริยา

อัตรา
การเกิด
ปฏิกิริยา



ความเข้มข้นของเอนไซม์และสับสเตรต

ภาพที่ 9 แสดงความเข้มข้นของเอนไซม์และสับสเตรตต่ออัตราการการเกิดปฏิกิริยา

⇒ สารบางชนิดที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์

- แอกติเวเตอร์ (activator) เป็นสารที่ทำให้ปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดได้ดีขึ้น และเอนไซม์บางอย่างจะทำงานไม่ได้ถ้าขาดแอกติเวเตอร์ เช่น

น้ำลายของคนต้องมี CI เป็นแอกติเวเตอร์ จึงจะทำงานได้ดี

ทริปซิโนเจนเป็นน้ำย่อยจากตับอ่อน ต้องมีเอนเทอโรไคเนส (enterokinase) จากผนังลำไส้เล็กเป็นแอกติเวเตอร์ เปลี่ยนเป็นทริปซินจึงจะย่อยโปรตีนได้ (ทริปซิโนเจน $\xrightarrow{\text{เอนเทอโรไคเนส}}$ ทริปซิน)

- อินฮิบิเตอร์ (inhibitor) เป็นสารที่ทำให้ปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาหยุดชะงักลงได้

***** ทั้งแอกติเวเตอร์ และอินฮิบิเตอร์ เป็นสารจำเพาะที่มีผลต่อเอนไซม์ชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น และเมื่อจับกับเอนไซม์จะทำให้รูปร่างของเอนไซม์เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นผลให้เอนไซม์ทำงานได้ดีขึ้นหรือลดลงได้ *****

..... ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ (เพิ่มเติม)

1. ชนิดของสารที่เอนไซม์ไปควบคุมปฏิกิริยา
2. ความเข้มข้นของสับสเตรตเปลี่ยนตามอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์
3. ความเข้มข้นของเอนไซม์เปลี่ยนตามอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์
4. ความเป็นกรด-เบสของสารละลาย ส่วนมากเอนไซม์จะทำงานได้ดีในช่วง pH เป็นเบสเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามเอนไซม์จะเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วในช่วง pH ใดก็ขึ้นอยู่กับชนิดของสับสเตรตนั้นๆ
5. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่ 37°C เป็นอุณหภูมิที่เอนไซม์ส่วนใหญ่ทำงานได้ดี อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้การทำงานของเอนไซม์เสื่อมไป เพราะเอนไซม์เป็นโปรตีนเมื่ออุณหภูมิสูง เอนไซม์ถูกทำลายธรรมชาติไป
6. สารยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ สารบางชนิดเมื่อรวมตัวเอนไซม์จะทำให้เอนไซม์ทำงานช้าลงหรือหยุดทำงานได้
7. สารกระตุ้น เอนไซม์บางชนิดต้องการไอออนบวกสารอนินทรีย์เป็นตัวกระตุ้น จึงจะเกิดการ ทำงานและเกิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเร่งได้

โคแฟกเตอร์ (cofactor)

ในการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด ต้องการสารที่ไม่ใช่โปรตีนช่วยในการเร่งปฏิกิริยา จึงจะทำงานได้ดี สารประกอบเหล่านี้ เรียกว่า โคแฟกเตอร์

โคแฟกเตอร์ของเอนไซม์บางชนิดเป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งปกติจะเป็นไอออนของโลหะ เช่น

- Zn^{2+} ในเอนไซม์คาร์บอกซีเพปติเดส (carboxypeptidase)
- Fe^{2+} ในไซโทโครม ซี (cytochrome C)

แต่ถ้าโคแฟกเตอร์เป็น โมเลกุลของสารอินทรีย์ จะเรียกว่า โคเอนไซม์ (coenzyme) เช่น NAD^+ , FAD , NADP^+ , Co.A เป็นต้น

โคแฟกเตอร์ มีหน้าที่หลายอย่าง แต่ทุกชนิดเป็นสารจำเป็นสำหรับการเร่งปฏิกิริยา นอกจากนั้นยังพบว่าโคแฟกเตอร์บางชนิดเป็นองค์ประกอบที่ถาวรจะยึดแน่นกับแอคติฟไซต์ของเอนไซม์ แต่บางชนิดจะเกาะกับสับสเตรตอย่างไม่มั่นคง

การยับยั้งเอนไซม์

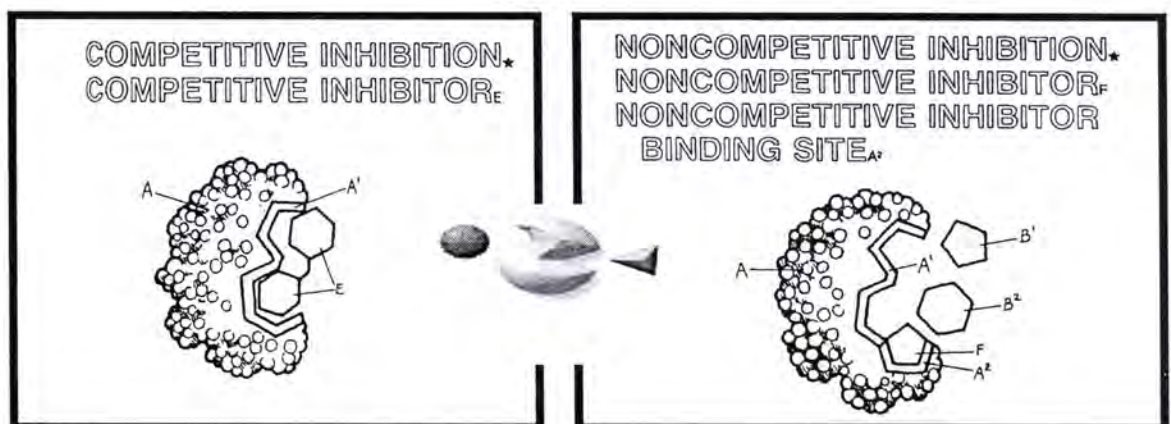
ปฏิกิริยาเคมีใดๆ อาจหยุดชะงักลงได้ด้วยสารประเภทหนึ่งสารนี้เรียกว่า **ตัวยับยั้งเอนไซม์** ซึ่งมีอยู่ 3 แบบ คือ

1. **การยับยั้งแบบถาวร (irreversible inhibition)** เป็นสารที่จับกับเอนไซม์อย่างถาวรด้วยพันธะโควาเลนต์ (covalent bond) กลายเป็นสารประกอบที่เสถียร (stable compounds) ตัวยับยั้งไม่มีโอกาสหลุดออกจากโมเลกุลของเอนไซม์ เอนไซม์จึงไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้อีก

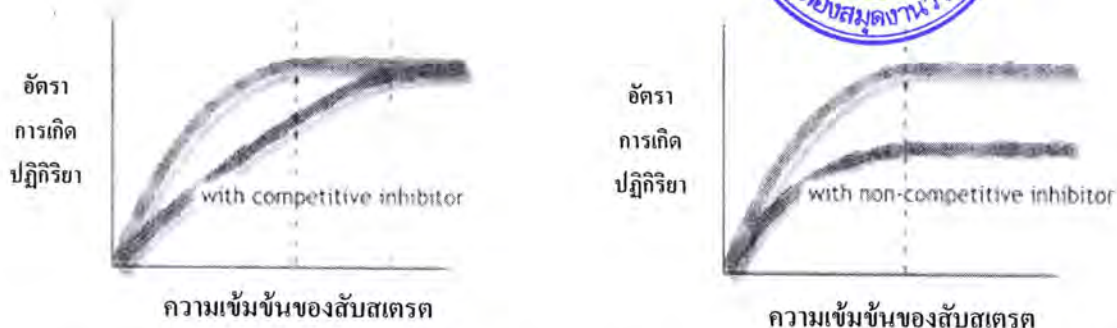
2. **การยับยั้งแบบชั่วคราว (reversible inhibition)** เป็นตัวยับยั้งที่เกาะบนโมเลกุลของเอนไซม์อย่างชั่วคราวด้วยพันธะอื่นๆ ที่ไม่ใช่พันธะโควาเลนต์จึงมีโอกาสดูหลุดออกจากเอนไซม์กลับเข้าสู่สภาพเดิมได้ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 **การยับยั้งแบบแข่งขัน (competitive inhibition)** เป็นตัวยับยั้งที่มีโครงสร้างคล้ายกับสับสเตรต จึงเข้าไปเกาะบริเวณแอคติฟไซต์ของเอนไซม์แทนที่กับสับสเตรต ทำให้สับสเตรตไม่สามารถเข้าไปเกาะบริเวณแอคติฟไซต์ของเอนไซม์นั้นได้อีก การยับยั้งแบบนี้เกิดขึ้นเพียงชั่วคราวเท่านั้น

2.2 **การยับยั้งแบบไม่แข่งขัน (non-competitive inhibition)** เป็นตัวยับยั้งที่มีโครงสร้างไม่คล้ายกับสับสเตรต จะเข้าร่วมกับเอนไซม์บริเวณอื่นที่ไม่ใช่บริเวณแอคติฟไซต์ เมื่อตัวยับยั้งเอนไซม์จับกับสับสเตรตแล้ว เอนไซม์ยังคงสามารถจับกับสับสเตรตได้อีก แต่จะทำให้ปฏิกิริยาได้ช้าลงหรือไม่สามารถทำปฏิกิริยาต่อไปได้อีก เนื่องจากตัวยับยั้งแบบนี้ไม่ได้แข่งขันกับสับสเตรตในการจับกับเอนไซม์ จึงเรียกการยับยั้งแบบนี้ว่า **การยับยั้งแบบไม่แข่งขัน**



ภาพที่ 10 การยับยั้งแบบแข่งขัน และการยับยั้งแบบไม่แข่งขัน

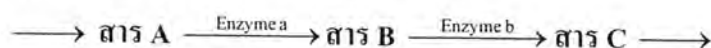


ภาพที่ 11 อัตราการเกิดปฏิกิริยาต่อความเข้มข้นของสับสเตรตการยับยั้งแบบแข่งขันและการยับยั้งแบบไม่แข่งขัน

3. การยับยั้งแบบย้อนกลับ (feedback inhibition) เป็นการยับยั้งที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาที่มีปริมาณมากเกินไป จะสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาในขั้นแรกของวิถีเมตาบอลิซึม การยับยั้งแบบนี้พบได้ในกระบวนการสังเคราะห์กรดไขมัน โคเลสเตอรอล กรดอะมิโน นิวคลีโอไทด์ และในเมตาบอลิซึมคาร์โบไฮเดรต

จากการศึกษาทางชีวเคมี พบว่า ตัวยับยั้งเอนไซม์ส่วนใหญ่จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เฉพาะโดยตัวยับยั้งเอนไซม์ตัวหนึ่งจะทำให้ปฏิกิริยาอย่างหนึ่งหยุดชะงักเท่านั้น จะไม่ไปมีผลกระทบต่อปฏิกิริยาอื่นๆ ที่เอนไซม์อื่นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สำหรับปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องในแต่ละขั้นตอนจะมีเอนไซม์ต่างชนิดกันเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี สับสเตรตจะถูกเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์โดยเอนไซม์ชนิดหนึ่ง แล้วต่อมาผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นสารชนิดอื่นโดยเอนไซม์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งถ้าเอนไซม์ชนิดแรกถูกยับยั้ง ก็ย่อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์เป็นสารอื่นในต่อมาด้วย แต่ไม่ได้หมายความว่าตัวยับยั้งเอนไซม์ชนิดแรกยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ชนิดหลังด้วย

ตัวอย่างเช่น



ถ้าใส่สารชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติยับยั้งเอนไซม์ a ลงในเซลล์ที่เลี้ยงไว้ในหลอดทดลอง หลังจากนั้นระยะหนึ่งก็ทดสอบปริมาณสาร A สาร B และสาร C เราควรจะพบว่าสาร A มีปริมาณสูงกว่าปกติ เพราะเอนไซม์ที่จะเปลี่ยนสาร A ให้เป็นสาร B และสาร C มีปริมาณลดน้อยลงมาจนกระทั่งไม่มีเหลือเลย แต่ถ้าเราใส่สารที่มีคุณสมบัติยับยั้งเอนไซม์ b ลงในหลอดทดลอง และทดสอบปริมาณสารแต่ละชนิด เราพบว่า สาร B มีปริมาณสูงกว่าปกติ สาร A ปริมาณเท่าเดิม สาร C มีปริมาณน้อยลงหรือไม่มีเหลือเลย โดยหลักการนี้ทำให้ทราบว่า สาร A จะเกิดขึ้นก่อนสาร B และสาร C ส่วนสาร C เกิดจากสาร B และสาร B เกิดจากสาร A



บรรณานุกรม

- เกษม ศรีพงษ์. (2542). **คู่มือเตรียมสอบ วิชาชีววิทยา มัธยมศึกษาปีที่ 4**. กรุงเทพฯ: ภูมิบัณฑิต.
 ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์, ณัฐภัสสร เหล่าเนตร์ และภักดี รัชตวิภาสนันท์. (มปป.). **ชีววิทยาพื้นฐาน**.
 กรุงเทพฯ: Udomsuksa Printing and Publishing.
- ประสงค์ หล้าสะอาด. (2541). **คู่มือชีววิทยา ม.4 เล่ม 1**. กรุงเทพฯ: บริษัทวิสิทธิ์พัฒนา จำกัด.
 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). **คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและ
 เพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2548). **หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม**. กรุงเทพฯ:
 โรงพิมพ์ คุรุสภาลาดพร้าว.
- สพล เมฆรุ่งเรืองไกร. (2549). **สรุปชีววิทยา ม.4 เล่ม 1**. กรุงเทพฯ: บริษัทเรืองแสงการพิมพ์
 (2002) จำกัด.

ใบกิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิต



ชื่อ-นามสกุล.....

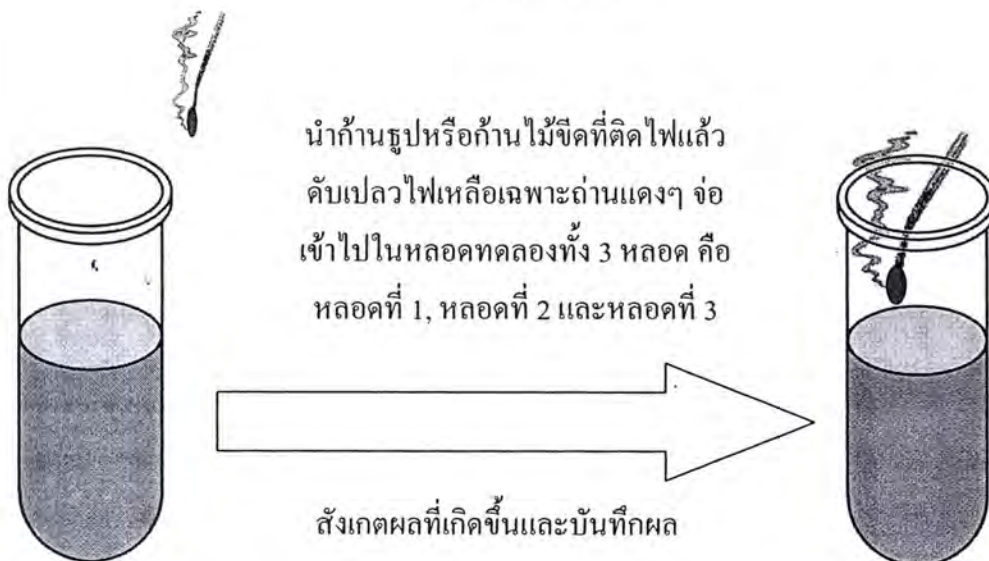
ชั้น ม. 4/..... เลขที่.....

ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

กิจกรรมเรื่องเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิต



การเกิดแก๊ส



ถ้าถ่านไม้ขีดสีแดงวาบขึ้น
แสดงว่า.....

ผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

ใบงานวิชาชีววิทยาเรื่องเอนไซม์



ชื่อ-นามสกุล.....

ชั้น ม. 4/.....

เลขที่.....

ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาของเอนไซม์		1
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา	
	ชื่อ-สกุล	เลขที่ ชั้น

(10 คะแนน)

1. นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้เราไม่เหนื่อยในการปีนเขาโดยใช้เวลาน้อยที่สุด

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

สรุป

ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาของเอนไซม์			2
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา		
	ชื่อ-สกุล	เลขที่	ชั้น

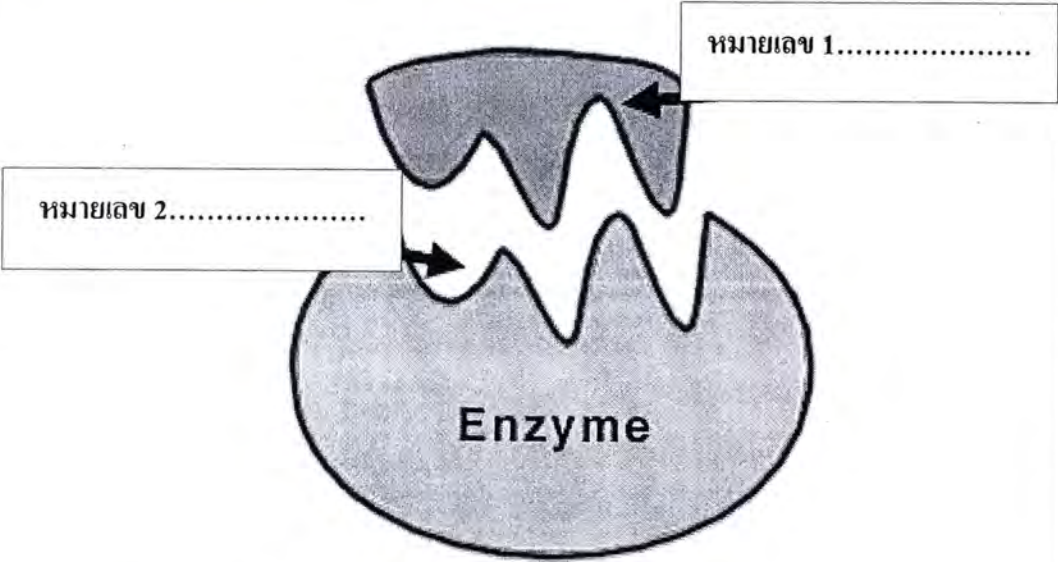
(5 คะแนน)

2. นักเรียนคิดว่าการลดพลังงานกระตุ้นเป็นอย่างไร ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์หรือไม่ อย่างไร

ใบงานที่ 2 เรื่องเอนไซม์		3
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา	
	ชื่อ-สกุล	เลขที่
		ชั้น

(30 คะแนน)

- เอนไซม์ คือ
- จงระบุชื่อของโครงสร้างหมายเลข 1, 2 ให้ถูกต้อง



- ในระหว่างเกิดปฏิกิริยาสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด คือ
 - จงอธิบายสมบัติของเอนไซม์
-
-
-
-
-
-
-

ใบงานที่ 2 เรื่องเอนไซม์		4
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา	
	ชื่อ-สกุล	เลขที่
		ชั้น



5. ชื่อของเอนไซม์จะสามารถบ่งบอกถึงสิ่งใดบ้าง

- สับสเตรตที่เกี่ยวข้อง เช่น ไลเปส เป็นเอนไซม์ที่ย่อยไขมันที่ใช้กับสับสเตรตไขมัน

-

-

6. แอคติเวเตอร์ คือ.....

ยกตัวอย่าง.....

7. โคแฟกเตอร์กับโคเอนไซม์ต่างกันอย่างไร.....

.....

8. จงเติมให้สมบูรณ์



E คือ..... S คือ.....

ES คือ..... P คือ.....

9. แอทิฟไฟซ์ คือ.....

10. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ได้แก่.....

.....

.....

11. optimum temperature คือ.....

12. optimum pH คือ.....

13. อินฮิบิเตอร์ มักมีรูปร่างเหมือนกับ.....



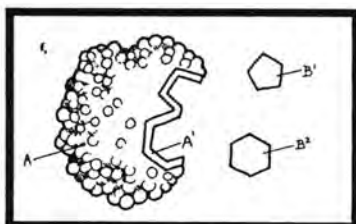
14. จากสมการ สาร X $\xrightarrow{\text{เอนไซม์ x}}$ สาร Y $\xrightarrow{\text{เอนไซม์ y}}$ สาร Z

ถ้าใส่ตัวยับยั้งเอนไซม์ y แล้วทดสอบปริมาณ X, Y และ Z จะพบสารทั้ง 3 ชนิดในลักษณะใด.....

.....

ใบงานที่ 2 เรื่อง เอนไซม์		5
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา	
	ชื่อ-สกุล	เลขที่
		ชั้น

จงอธิบายหัวข้อต่อไปนี้

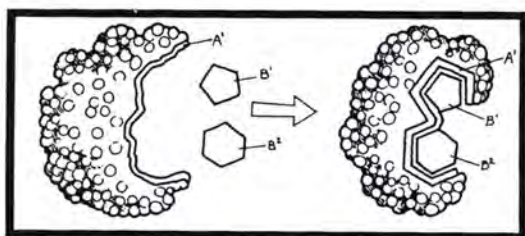


15. สมมติฐานแม่กุญแจ-ลูกกุญแจ

.....

.....

.....

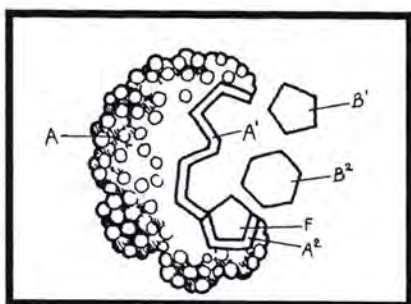


16. สมมติฐานเหนี่ยวนำ

.....

.....

.....

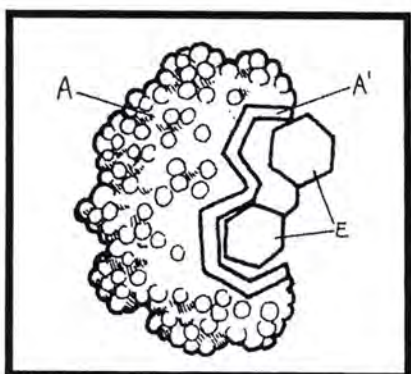


17. การยับยั้งแบบไม่แข่งขัน

.....

.....

.....



18. การยับยั้งแบบแข่งขัน

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3 แผนผังมโนทัศน์เรื่องเอนไซม์			6
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา		
	ชื่อ-สกุล	เลขที่	ชั้น

แบบประเมินการนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

ชื่อ/ กลุ่ม.....

เรื่อง.....เวลาที่ใช้.....นาที

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1	บุคลิกภาพ ถ้อยคำ และการพูดจา					
2	สื่อประกอบการนำเสนอ					
3	ความเข้าใจในเนื้อหาและการถ่ายทอดองค์ความรู้					
4	การรักษาเวลา					
5	การแก้ปัญหา และการตอบคำถาม					
รวมคะแนน						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิน)

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

หมายเหตุ	เกณฑ์การประเมิน ต้องได้ 20 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน		
5 คะแนน	หมายถึง	ปฏิบัติได้ดีมาก	
4 คะแนน	หมายถึง	ปฏิบัติได้ดี	
3 คะแนน	หมายถึง	ปฏิบัติได้ปานกลาง	
2 คะแนน	หมายถึง	ปฏิบัติพอใช้	
1 คะแนน	หมายถึง	ต้องปรับปรุง	

เลข ที่	ความกระตือรือร้น ที่จะเรียนรู้					ความร่วมมือใน การปฏิบัติงาน					การตั้งใจทำงาน					ความรับผิดชอบ					การแสดงและรับ ฟังความคิดเห็น					รวม	$\bar{X}$	แปลผล
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1			
27																												
28																												
29																												
30																												
31																												
32																												
33																												
34																												
35																												
36																												
37																												
38																												
39																												
40																												

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิน)
...../...../.....

หมายเหตุ	เกณฑ์การประเมินตามระดับพฤติกรรมดังนี้
	ระดับพฤติกรรม 5 หมายถึง มากที่สุด
	ระดับพฤติกรรม 4 หมายถึง มาก
	ระดับพฤติกรรม 3 หมายถึง ปานกลาง
	ระดับพฤติกรรม 2 หมายถึง น้อย
	ระดับพฤติกรรม 1 หมายถึง น้อยที่สุด

แปลผลการประเมินตามระดับพฤติกรรมดังนี้
ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 อยู่ในระดับ มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 อยู่ในระดับ มาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 อยู่ในระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 อยู่ในระดับ น้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 อยู่ในระดับ น้อย

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องเอนไซม์			
	รายวิชา 7.31241 จีววิทยา		กลุ่มสาระการเรียนรู้
	ชื่อ-สกุล นายโพธิ์พงษ์ นายพรศักดิ์ นายพิศมัย นายอภิสิทธิ์ นางสาวอริสรา นางสาวอริสรา	รหัสนักเรียน 7100000000 7100000000 7100000000 7100000000 7100000000 7100000000	เลขที่ 2, 7, 8, 9, 34 14 15 16

นักเรียนคิดว่ามีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้เราไม่เหนื่อยในการปั่นเขาโดยใช้เวลาน้อยที่สุด

1. ฝึกปั่นเร็วขึ้น

2. ใช้เท้า

3. ฝึกปั่นเร็ว

4. ฝึกปั่นเร็วขึ้น

5. ฝึกปั่นเร็วขึ้น

6. ฝึกปั่นเร็ว

7. ฝึกปั่นเร็ว

8. ฝึกปั่นเร็ว

9. ฝึกปั่นเร็ว

10.

สรุป

ฝึกปั่นเร็ว

(7)
2

ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องเอนไซม์				
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา		กลุ่มที่ ๑	
	ชื่อ-สกุล	นายโพธิ์ชัย รักฉกริยะ นายพอลศักดิ์ กิระเชษฐารักษ์ นายรัชชิตาธิ์ แฮ่ดิม นายอภิสิทธิ์ชัย จงพัฒน์	เลขที่ 2, 7, 8, 9, 34	ชั้น ๕ 4/3

นางสาวสุวิมล งามคำ

(5)

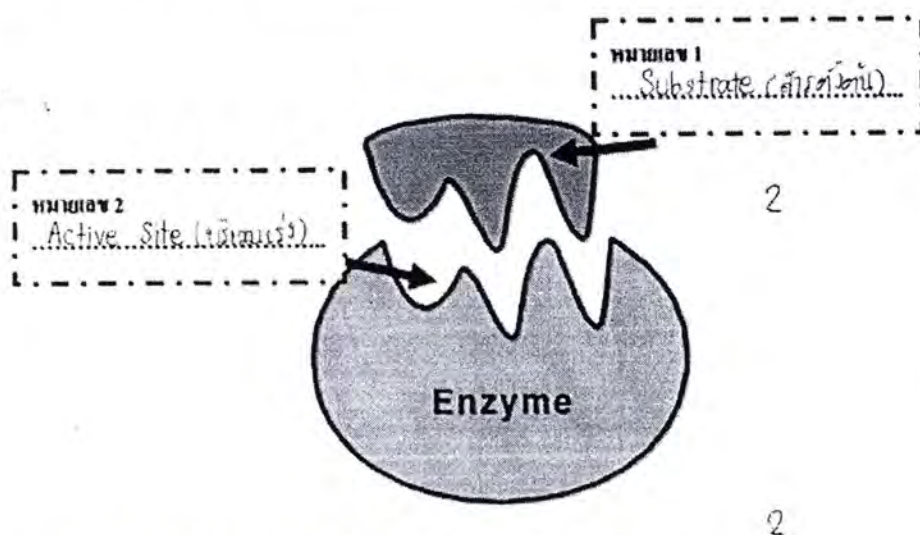
นักเรียนคิดว่าการทำงานของกระดุนเป็นอย่างไร ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์หรือไม่ อย่างไร

การดูดซึมอาหารที่กระดุน คือ การนำโมเลกุลอาหารให้แตกเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ เพื่อให้ลำเลียงไปยังเซลล์ มี

กลไก 2 อย่าง คือ การกลืนอาหาร และ เอนไซม์ ที่ใช้ เอนไซม์ มีประสิทธิภาพในการย่อยอาหาร ซึ่ง

โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย				3
	รายวิชา.....	ชีววิทยา	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต (ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต)	
	ชื่อ-สกุล น.ส. นันทน์ นิสัย จุฑามะ	เลขที่ 24	ชั้น ม.4/3	

1. เอนไซม์ คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี หรือตัวเร่งปฏิกิริยาทางชีวภาพ (Biochemical catalyst) ของปฏิกิริยาเคมี
เคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต 2
2. จงระบุชื่อของโครงสร้างหมายเลข 1, 2 ให้ถูกต้อง



3. ในระหว่างเกิดปฏิกิริยาสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด คือ Substrate
4. จงอธิบายสมบัติของเอนไซม์
1. เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) สามารถเร่งอัตราปฏิกิริยาเคมีได้โดยเป็นตัวกลางชั่วคราว
 2. เอนไซม์จะทำงานเฉพาะกับปฏิกิริยาเคมีที่เฉพาะเจาะจงเท่านั้น ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ ได้
 3. มีความจำเพาะเจาะจง (specificity) ต่อสารตั้งต้น (Substrate) หรือสารตั้งต้น
 4. เอนไซม์ไม่ถูกใช้ไปในการเร่งปฏิกิริยาเคมี และไม่เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเอนไซม์
 5. ลดระดับความเข้มข้นของสารตั้งต้นลง ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีต่อไปได้
5. ชื่อของเอนไซม์จะสามารถบอกถึงสิ่งใดบ้าง
- สารตั้งต้นที่เกี่ยวข้อง เช่น ไบโอส (lipase) เป็นเอนไซม์ที่ย่อยไขมัน
 - แหล่งที่เอนไซม์พบ เช่น เอนไซม์ในน้ำลาย (salivary amylase) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยแป้ง
 - กิจกรรมของเอนไซม์ (Decarboxylase) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยในการสลายกรดอะมิโน (Decarboxylation)
6. แอกติเวเตอร์ (activator) คือ สารที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเอนไซม์
7. โคแฟกเตอร์ กับโคเอนไซม์ต่างกันอย่างไร โคแฟกเตอร์ คือ สารที่ช่วยในการทำงานของเอนไซม์

โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย				4.
	รายวิชา.....	ชีววิทยา	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต (ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต)	
	ชื่อ-สกุล น.ส. นันทน์ นัส	ร.จี.ชามู	เลขที่ 24	ชั้น ม.4/3

8. จงเติมให้สมบูรณ์



E คือ...สารเร่งปฏิกิริยา (เอนไซม์)..... **S** คือ...สารตั้งต้น...เรียกว่า...สับสเตรต

ES คือ...สารเชิงซ้อน..... **P** คือ...สารผลิตภัณฑ์..... 2

9. แอ็กทีฟไซต์ (active site) คือ...บริเวณที่จับกับสับสเตรตโดยตรง..... 2

10. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ได้แก่.....

.....ชนิดของสารตั้งต้น...ไม่ควบคุมปฏิกิริยา.....

1. ...อุณหภูมิ...สับสเตรตเปลี่ยนสภาพจากเกิดปฏิกิริยาเอนไซม์..... 2

3. ...การเปลี่ยนแปลงสภาพของเอนไซม์เปลี่ยนสภาพจากเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์.....

4. ...อุณหภูมิ...สับสเตรตละลาย...ส่วนมากเอนไซม์ทำงานได้ดีที่ pH เป็นเบสเล็กน้อย.....

.....อุณหภูมิ...เป็นอุณหภูมิที่เอนไซม์ส่วนใหญ่ทำงานได้ดี.....

11. optimum temperature คือ...อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดของเอนไซม์อยู่ในช่วง 25-40°C.....

12. optimum pH คือ...ค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดการทำงานของเอนไซม์อยู่ในช่วง pH 6-7.5..... 2

13. อินฮิบิเตอร์ (inhibitor) มักมีรูปร่างเหมือนกับ..... Substrate..... 2

จากสมการ สาร X $\xrightarrow{\text{เอนไซม์ X}}$ สาร Y $\xrightarrow{\text{เอนไซม์ Y}}$ สาร Z

14. ถ้าใส่ตัวยับยั้งเอนไซม์ Y แล้วทดสอบปริมาณ X, Y และ Z จะพบสารทั้ง 3 ชนิดในลักษณะใด..... 2

.....เพราะพบว่า สาร Y มีสูงค่าปกติ สาร X ปริมาณต่ำเดิม สาร Z ยังปริมาณน้อยกว่าหรือไม่มี.....

.....เลย โดยหลักการนี้ทำในทำนองว่า สาร X เกิดขึ้นก่อนสาร Y และสาร Z สาร Z เกิด.....

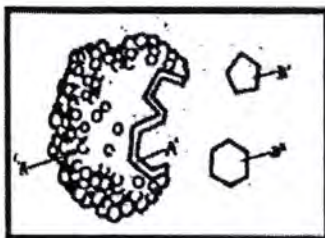
.....จากสาร Y และสาร Y เกิดจากสาร X.....



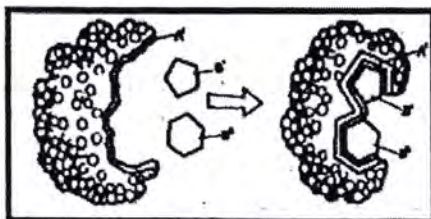
โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย				5
	รายวิชา.....	ชีววิทยา	เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต (ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต)	
	ชื่อ-สกุล น.ส. นันทน์ธำ	รหัสนักเรียน	เลขที่ 24	ชั้น จ 4/3

15. จงอธิบายหัวข้อต่อไปนี้

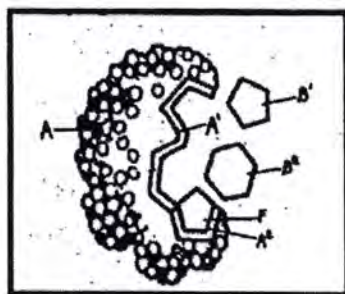
2

**สมมติฐาน แม่กุญแจ-ลูกกุญแจ (lock and key hypothesis)**

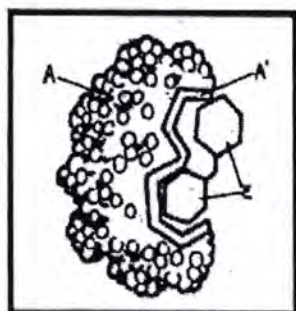
เอนไซม์เปรียบเสมือนลูกกุญแจ และสารตั้งต้นเปรียบเสมือนแม่กุญแจ. เมื่อสารตั้งต้นเข้าจับกับเอนไซม์. เอนไซม์จะเปลี่ยนรูปร่างเพื่อเข้าจับกับสารตั้งต้น. เอนไซม์จะเร่งปฏิกิริยาเคมีของสารตั้งต้น. เอนไซม์จะไม่ถูกเปลี่ยนแปลง. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์.

**สมมติฐานการเหนี่ยวนำ (induced fit hypothesis)**

เอนไซม์ไม่ใช่แม่กุญแจที่สมบูรณ์แบบ. เอนไซม์จะเปลี่ยนรูปร่างเพื่อเข้าจับกับสารตั้งต้น. เอนไซม์จะเร่งปฏิกิริยาเคมีของสารตั้งต้น. เอนไซม์จะไม่ถูกเปลี่ยนแปลง. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์.

**การยับยั้งแบบไม่แข่งขัน (non-competitive inhibition)**

เอนไซม์ยับยั้งที่มีโครงสร้างไม่คล้ายกับสารตั้งต้น. เอนไซม์จะเปลี่ยนรูปร่างเพื่อเข้าจับกับสารตั้งต้น. เอนไซม์จะเร่งปฏิกิริยาเคมีของสารตั้งต้น. เอนไซม์จะไม่ถูกเปลี่ยนแปลง. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์.

**การยับยั้งแบบแข่งขัน (competitive inhibition)**

เอนไซม์ยับยั้งที่มีโครงสร้างคล้ายกับสารตั้งต้น. เอนไซม์จะเปลี่ยนรูปร่างเพื่อเข้าจับกับสารตั้งต้น. เอนไซม์จะเร่งปฏิกิริยาเคมีของสารตั้งต้น. เอนไซม์จะไม่ถูกเปลี่ยนแปลง. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์. เอนไซม์จะนำสารตั้งต้นไปสร้างผลิตภัณฑ์.



By Teacher J

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เรื่องการทดสอบสารอาหาร

สอนวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4-6/1 ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

สาระสำคัญ

อาหารที่นักเรียนรับประทานในแต่ละวันนั้นเราทราบเพียงผิวเผินว่าในอาหารแต่ละชนิดมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน แต่เมื่อเราเป็นนักเรียนเราต้องมีเหตุผลมีข้อที่จะสามารถพิสูจน์ได้ว่าในอาหารเหล่านั้นมีสารอาหารที่สำคัญอะไรบ้างเพื่อเราจะได้เลือกรับประทานอาหารให้ตรงตามความต้องการของร่างกาย

สารชีวโมเลกุลที่สำคัญๆ ต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน สารอาหารต่างๆ เหล่านี้สามารถทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่จำเพาะเจาะจงกับสารเคมี

จุดประสงค์การเรียนรู้ หลังจากเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ (K)

1. อธิบายเกี่ยวกับการทดสอบสารอาหาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และวิตามินซีได้
2. นำความรู้ที่ได้จากการทดสอบไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

3. นำเสนอผลงานในชั้นเรียนได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

4. มีความรับผิดชอบในการทำงานและให้ความร่วมมือกับกลุ่ม

สาระการเรียนรู้

1. การทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

1.1 แป้ง ถ้าอาหารที่นำมาทำการทดสอบกับสารละลายไอโอดีน แล้วสามารถทำให้สารละลายไอโอดีนเปลี่ยนสีเป็น สีม่วงหรือสีน้ำเงินปนม่วง แสดงว่า มีสารอาหารประเภทแป้งอยู่ในอาหารนั้นๆ

1.2 น้ำตาล ทำการทดสอบโดยหยดสารละลายเบเนดิกต์ในอาหารแล้วนำไปต้มในน้ำเดือด ถ้าในอาหารมีน้ำตาลอยู่จริง สารละลายเบเนดิกต์จะเปลี่ยนสีจากสีฟ้าเป็นสีต่างๆ ตามปริมาณน้ำตาล

2. การทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน ทดสอบอาหารประเภทโปรตีนกับสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วงแสดงว่ามีสารอาหารพวกโปรตีนอยู่

3. การทดสอบสารอาหารประเภทไขมัน ทดสอบอาหารประเภทไขมันกับกระดาษขาว โดยการถูกับกระดาษขาว ถ้ากระดาษโปร่งแสง แสดงว่า อาหารที่นำมาทดสอบมีไขมันเป็นองค์ประกอบ

4. การทดสอบวิตามินซี โดยนำน้ำแป้งสุกใส่ลงในหลอดทดลอง หยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแป้งสุก สังเกตการเปลี่ยนสี หลังจากนั้นหยดสารละลายวิตามินซี 0.01 เปอร์เซ็นต์ลงในหลอดทดลอง และนับจำนวนหยดของสารละลายวิตามินซี ที่ทำให้สารละลายสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี บันทึกผล หลังจากนั้นใช้น้ำผลไม้ชนิดอื่นๆ แทนสารละลายวิตามินซี นับจำนวนหยดของน้ำผลไม้ชนิดนั้นๆ ที่ทำให้สารละลายสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี แล้วบันทึกผล

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นกำหนดปัญหา (20 นาที)

1.1 ครูเช็คชื่อ และดูความพร้อมของนักเรียน

1.2 ครูนำอาหาร (ข้าวราดแกง) มาให้นักเรียนสังเกต และถามหาประเด็นปัญหาว่า “อาหารชนิดนี้มีสารอาหารประเภทใดบ้าง ทราบได้อย่างไร และมีวิธีการทดสอบอย่างไร” โดยครูให้นักเรียนออกแบบการทดสอบสารอาหาร เขียนลงในใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องการทดสอบสารอาหาร

1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบกิจกรรมเรื่องการทดสอบสารอาหาร เพื่อทำการทดสอบสารอาหารตามใบกิจกรรม

2. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (10 นาที)

2.1 นักเรียนศึกษาวิธีการทำกิจกรรมเรื่องการทดสอบสารอาหาร และอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการทำกิจกรรม เพื่อค้นคว้าหาคำตอบที่ต้องการ

3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า (30 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมเรื่องการทดสอบสารอาหาร ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลอง และการทดสอบเพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง

3.2 ครูให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม โดยทำการศึกษาค้นคว้าจากใบความรู้เรื่องการทดสอบสารอาหาร, หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1, หนังสือเกี่ยวกับการทดสอบสารอาหาร ซึ่งครูจัดเตรียมไว้ให้

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ (10 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลและนำความรู้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดพิจารณาต่อไปว่า ความรู้ที่ได้มามีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วนตามประเด็นที่ต้องการศึกษาแล้วหรือยัง ถ้าข้อมูลยังไม่เพียงพอ ก็ร่วมกันอภิปรายและช่วยกันศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

5. ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ (10 นาที)

5.1 นักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันนำเสนอข้อมูลที่สังเคราะห์ได้ และอภิปรายว่าข้อมูลของแต่ละกลุ่มที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ โดยผู้สอนช่วยตรวจสอบและแนะนำเพิ่มเติม

5.2 นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้งโดยผู้สอนช่วยแนะนำเพิ่มเติม

5.3 ครูอธิบายความรู้เกี่ยวกับเรื่องการทดสอบสารอาหารในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- การทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และวิตามิน
- การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

โปรตีน ไขมัน และวิตามิน

5.4 นักเรียนทบทวนความรู้ที่ได้จากเรื่องการทดสอบสารอาหาร โดยทำใบงานที่ 2 เรื่องการทดสอบสารอาหาร

6. ขั้่นนำเสนอและประเมินผลงาน (40 นาที)

6.1 ครูสุ่มตัวแทนกลุ่มออกมา 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม 5, 7, 8 และ 9 ออกมานำเสนอความรู้แนวคำตอบที่ได้จากการศึกษาและทำกิจกรรมโดย

- กลุ่มที่ 5 นำเสนอผลจากการทำกิจกรรมเรื่องการทดสอบสารอาหาร ประเภทคาร์โบไฮเดรต

- กลุ่มที่ 7 นำเสนอผลจากการทำกิจกรรมเรื่องการทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน

- กลุ่มที่ 8 นำเสนอผลจากการทำกิจกรรมเรื่องการทดสอบสารอาหารประเภทไขมัน

- กลุ่มที่ 9 นำเสนอผลจากการทำกิจกรรมเรื่องการทดสอบวิตามินซี

6.2 นักเรียนร่วมกันประเมินทำงานของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน

6.3 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลจากการทำกิจกรรมเรื่องการทดสอบสารอาหารของแต่ละกลุ่มว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พร้อมทั้งครูให้นักเรียนช่วยกันเติมเต็มความรู้ในสิ่งที่เพื่อนยังไม่ได้นำเสนอ

6.4 ครูสรุปและเพิ่มเติมเนื้อหาเรื่องการทดสอบสารอาหารให้นักเรียน

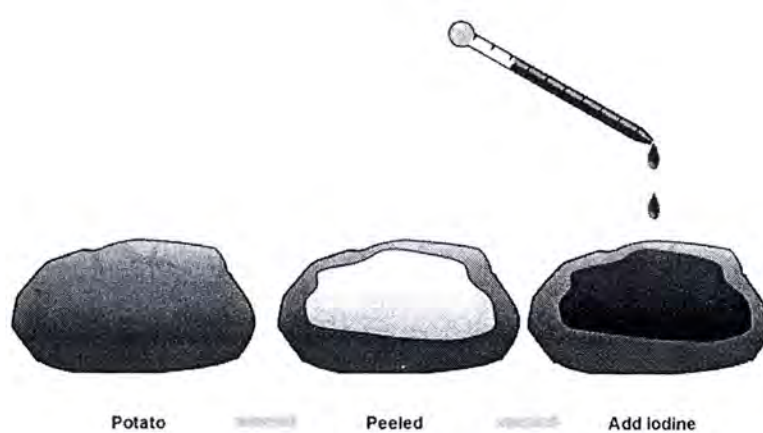
สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้เรื่องทดสอบสารอาหาร
2. ใบกิจกรรมเรื่องการทดสอบสารอาหาร
3. ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องการทดสอบสารอาหาร
4. ใบงานที่ 2 เรื่องการทดสอบสารอาหาร
5. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 1

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ความรู้ (K)	1. อธิบายเกี่ยวกับการทดสอบสารอาหารและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและวิตามินซีได้ 2. นำความรู้ที่ได้จากการทดสอบไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	ตรวจจากใบงาน - ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องการทดสอบสารอาหาร - ใบงานที่ 2 เรื่องการทดสอบสารอาหาร	ใบงาน - ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องการทดสอบสารอาหาร - ใบงานที่ 2 เรื่องการทดสอบสารอาหาร	โดยคิดเป็นร้อยละ 75% จาก - ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องการทดสอบสารอาหาร ซึ่งมีคำถามทั้งหมด 10 คะแนน นักเรียนต้องตอบคำถามถูกต้องและได้ 8 คะแนนขึ้นไป - ใบงานที่ 2 เรื่องการทดสอบสารอาหาร ซึ่งมีคำถามทั้งหมด 7 ข้อ 7 คะแนน (ข้อละ 1 คะแนน) นักเรียนต้องตอบคำถามถูกต้องและได้ 5 คะแนนขึ้นไป
2. ทักษะกระบวนการ (P)	3. นำเสนอผลงานในชั้นเรียนได้	ประเมินการนำเสนอผลงานในชั้นเรียน	แบบประเมินการนำเสนอผลงานในชั้นเรียน	ต้องได้ 20 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
3. คุณลักษณะ (A)	4. มีความรับผิดชอบในการทำงานและให้ความร่วมมือกับกลุ่ม	สังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันใน	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกัน	ต้องได้ค่าเฉลี่ยตามระดับพฤติกรรม 2.50-3.49 ระดับปานกลางขึ้นไป

ใบความรู้เรื่องการทดสอบสารอาหาร



ชื่อ-นามสกุล.....
 ชั้น ม. 4/..... เลขที่.....



ใบความรู้เรื่องการทดสอบสารอาหาร

สารอาหารในชีวิตประจำวัน

อาหารที่นักเรียนรับประทานในแต่ละวันนั้นเราทราบเพียงผิวเผินว่าในอาหารแต่ละชนิดมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน แต่เมื่อเราเป็นนักเรียนเราต้องมีเหตุผลมีข้อที่จะสามารถพิสูจน์ได้ว่าในอาหารเหล่านั้นมีสารอาหารที่สำคัญอะไรบ้างเพื่อเราจะได้เลือกรับประทานอาหารให้ตรงตามความต้องการของร่างกาย

สารชีวโมเลกุลที่สำคัญๆ ต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน สารอาหารต่างๆ เหล่านี้สามารถทำปฏิกิริยากับสารเคมีที่จำเพาะเจาะจงกับสารเคมี ดังนี้

1. การทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

1.1 แป้ง



ถ้าอาหารที่นำมาทดสอบกับสารละลายไอโอดีน แล้วทำให้สารละลายไอโอดีนเปลี่ยนสีเป็น สีม่วงหรือสีน้ำเงินปนม่วง แสดงว่า มีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต (แป้ง) อยู่ในอาหารนั้นๆ

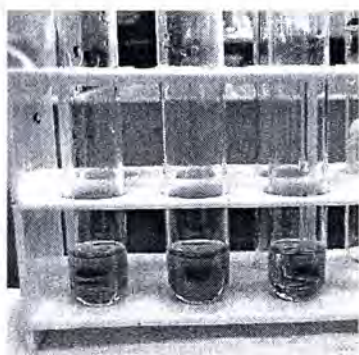
1.2 น้ำตาล

ทดสอบโดยหยดสารละลายเบเนดิกต์ในอาหารแล้วนำไปต้มในน้ำเดือด ถ้าในอาหารมีน้ำตาล อยู่จริง สารละลายเบเนดิกต์จะเปลี่ยน สีจากสีฟ้าเป็นสีต่างๆ ตามปริมาณน้ำตาล ดังนี้

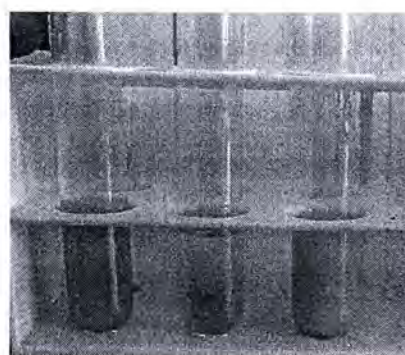
ถ้ามีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวมาก	จะได้ตะกอนสีส้มอิฐ	
ถ้ามีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอยู่น้อย	จะได้ตะกอนสีเขียว	
ถ้ามีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอยู่บ้าง	จะได้ตะกอนสีเหลือง	

ในการทดสอบสารอาหารประเภทน้ำตาลด้วย สารละลายเบเนดิกต์ นั้นบางครั้งให้ สีเขียวอมเหลือง เหลือง แสด ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล ถ้ามีน้อยจะมี สีเขียวอมเหลือง ถ้ามีมากจะมี สีแสด หรือ สีส้มน้ำตาล

- กลูโคส + สารละลายเบเนดิกต์ เป็น ตะกอนสีแดงอิฐ
- ซูโครส + สารละลายเบเนดิกต์ เป็น สารละลายสีเขียวอมเหลือง



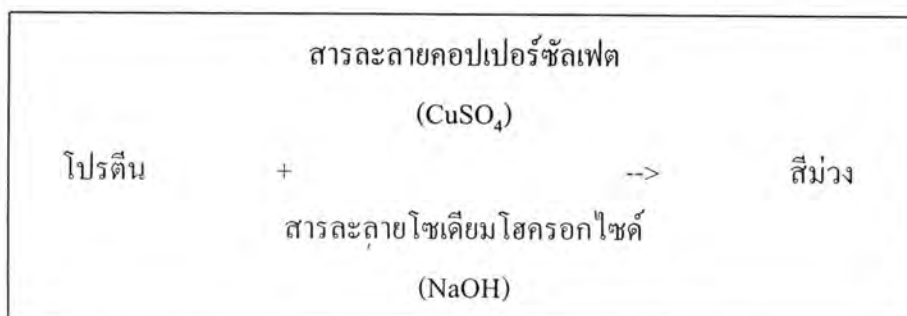
Tubes with Benedicts Reagent
Before boiling



Tubes with Benedicts Reagent
After boiling for 2 minutes

2. การทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน

ถ้าทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีนกับสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แล้วสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง แสดงว่ามีสารอาหารประเภทโปรตีน



3. การทดสอบสารอาหารประเภทไขมัน

- ถ้าทดสอบอาหารประเภทไขมันกับกระดาษขาวโดยการถูกับกระดาษขาว ถ้ากระดาษ โปร่งแสง แสดงว่า อาหารที่นำมาทดสอบมีไขมันเป็นองค์ประกอบ

4. การทดสอบวิตามินซี

การทดสอบวิตามินซี สารอาหารทำได้ตามขั้นตอนดังนี้



1. นำน้ำแปปงูกลงในหลอดทดลองหลอดละ 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. หยดสารละลายไอโอดีน 1 หยดลงในน้ำแปปงู สังกเกิดการเปลี่ยนสี
3. หยดสารละลายวิตามินซี 0.01 เปอร์เซนต์ลงในหลอดทดลองในข้อ 2 นับจำนวน

หยดของสารละลายวิตามิน ที่ทำให้สารละลายสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี บันทึกผล

4. ทดสอบซ้ำข้อ 3 แต่ใช้น้ำผลไม้ชนิดอื่นๆ แทนสารละลายวิตามินซี นับจำนวนหยดของน้ำผลไม้ชนิดนั้นๆ ที่ทำให้สารละลายสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี แล้วบันทึกผล

ตารางแสดงตัวอย่างผลการทดลองการทดสอบวิตามินซี

สารละลาย	จำนวนหยดของสารละลาย
วิตามินซี	7
มะเขือเทศ	5
น้ำส้ม	11

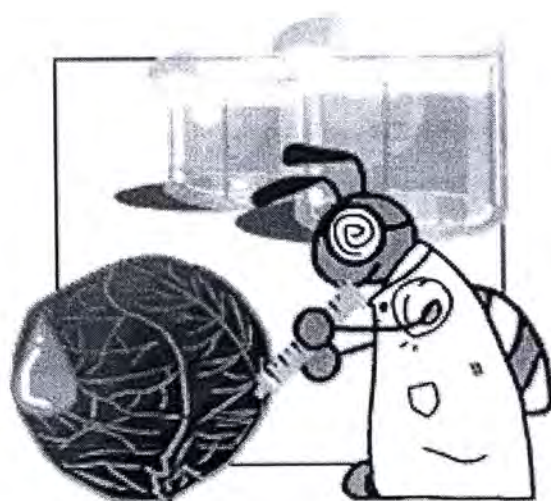
การแปลความหมายจากการทดสอบ

1. สารละลายทุกชนิดที่นำมาทดสอบ จะมีวิตามินซีประกอบอยู่ จึงทำให้สารละลายของน้ำแปปงูกับไอโอดีนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสีได้
2. ใช้เกณฑ์จำนวนหยดของสารละลายวิตามินซี 0.01 เปอร์เซนต์ เป็นข้อมูลพื้นฐานเปรียบเทียบกับวิตามินซีในสารละลายอื่น ทำให้ทราบว่าน้ำมะเขือเทศมีวิตามินซีมากกว่า 0.01 เปอร์เซนต์
3. ถ้าสีน้ำเงินในสารผสมระหว่างน้ำแปปงูและสารละลายไอโอดีนจางหายไป แสดงว่าสารที่สงสัยมีวิตามินซี ในกรณีนี้ถ้าใช้สารที่สงสัยจำนวนน้อยหยด แล้วสามารถทำให้สีน้ำเงินในน้ำแปปงูจางหายไปหมด แสดงว่าสารที่สงสัยมีปริมาณวิตามินซีมาก
4. สามารถเรียงลำดับปริมาณวิตามินซีจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ น้ำมะเขือเทศ > น้ำส้ม

บรรณานุกรม

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2548). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2548). หนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ใบกิจกรรมเรื่องการทดสอบสารอาหาร



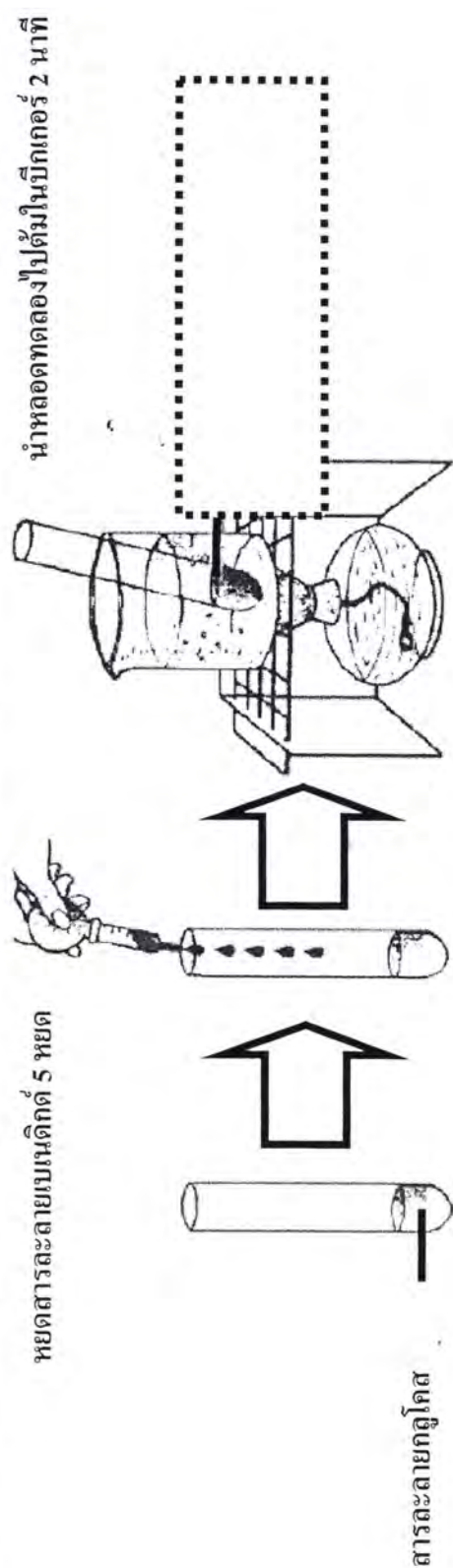
ชื่อ-นามสกุล.....

ชั้น ม. 4/.....

เลขที่.....

ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

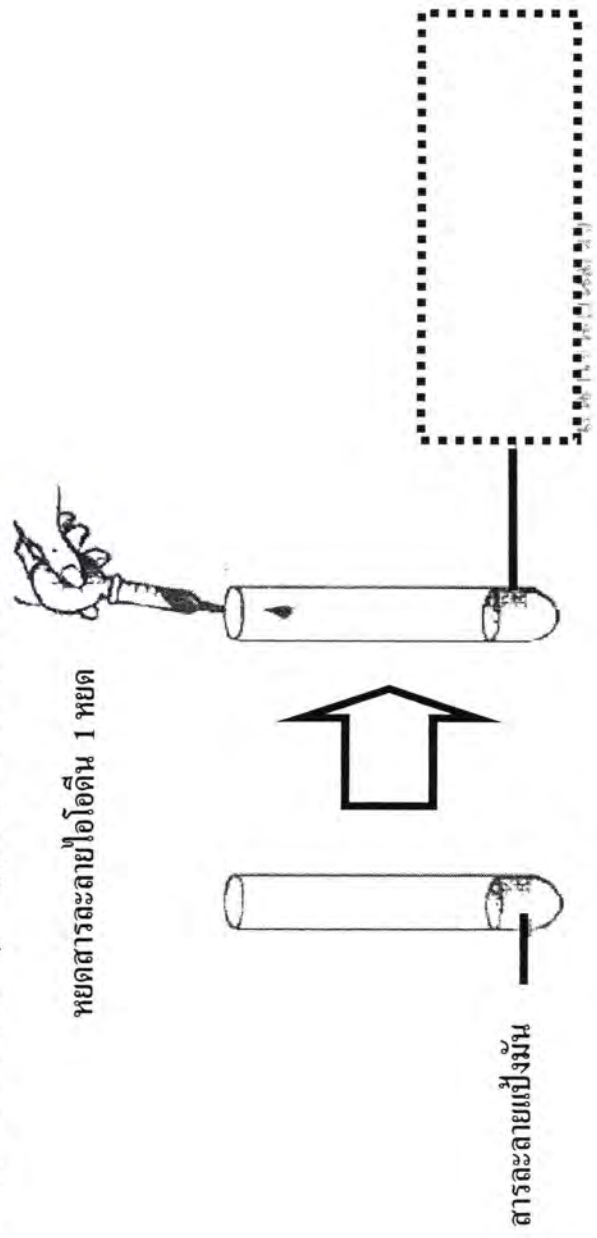
1. การทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต - การทดสอบน้ำตาลโมเลกุลเล็กๆ โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์



ภาพที่ 1 การทดสอบน้ำตาลกลูโคส

สารที่ใช้ทำปฏิกิริยา	ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลอง
ซูโครส + สารละลายเบเนดิกต์ 2 นาที		
กลูโคส + สารละลายเบเนดิกต์ 2 นาที		

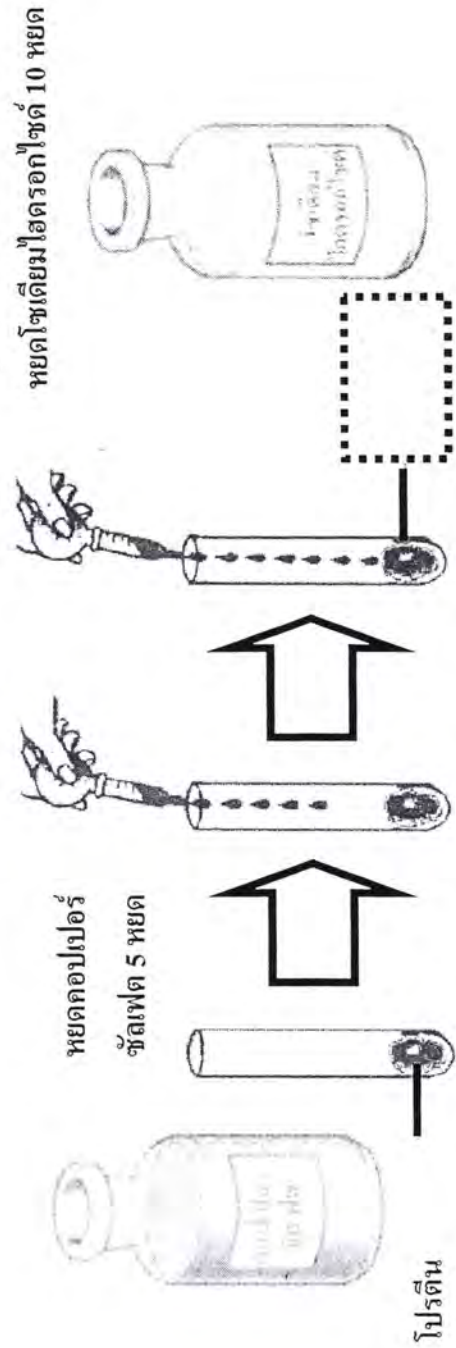
- การทดสอบสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ (แป้ง) โดยใช้สารละลายไอโอดีน



ภาพที่ 2 การทดสอบแป้ง

สารที่ใช้ทำปฏิกิริยา	ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลอง
น้ำแป้ง + สารละลายไอโอดีน →		
มันฝรั่งบด + สารละลายไอโอดีน →		

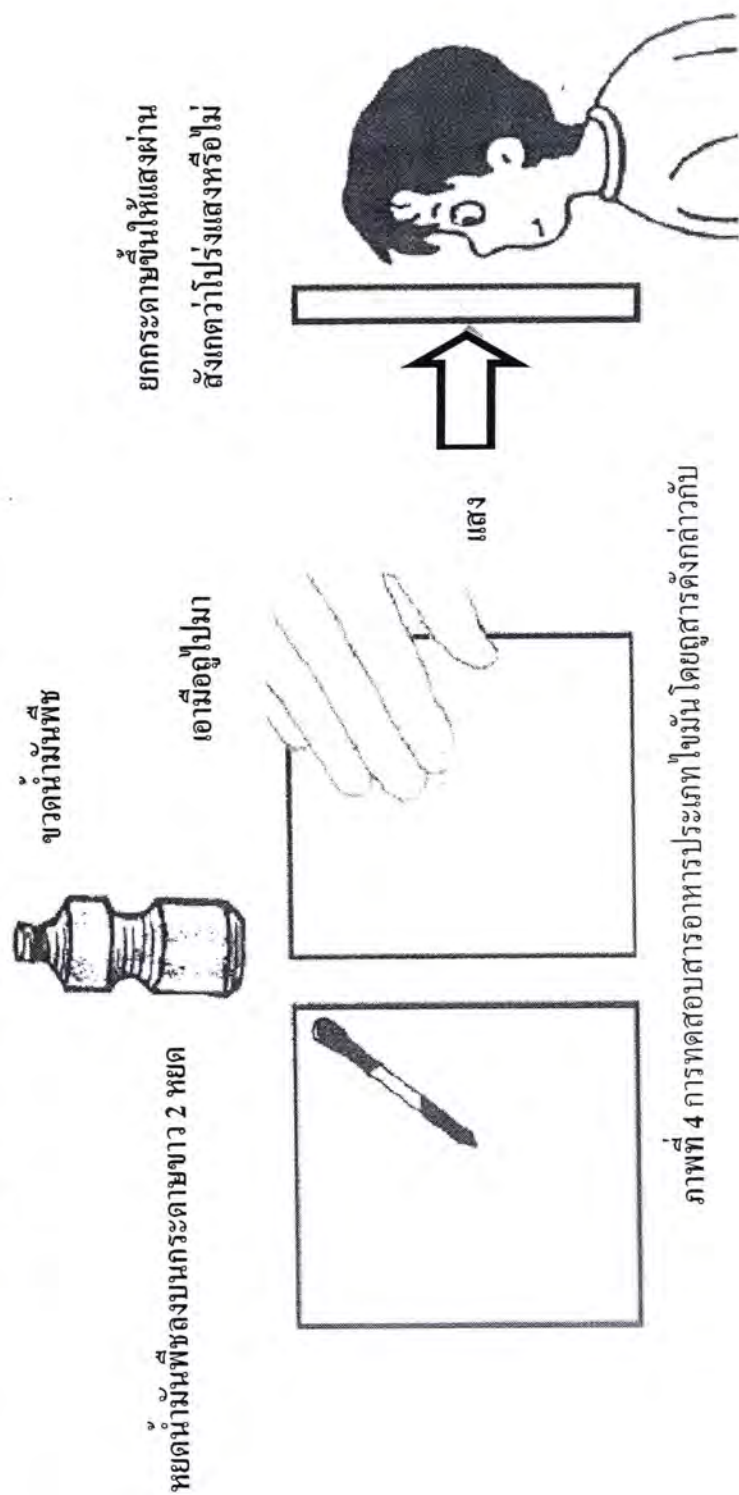
2. การทดสอบสารอาหารประเภทโปรตีน โดยใช้วิธีการทดสอบแบบไบยูเรต (biuret test) ซึ่งเป็นสารละลายที่ประกอบด้วยคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)



ภาพที่ 3 การทดสอบโปรตีนด้วยวิธีไบยูเรต

สารที่ใช้ทำปฏิกิริยา	ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลอง
อาหารประเภทโปรตีน (นํ้านม) + สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) และ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) →		

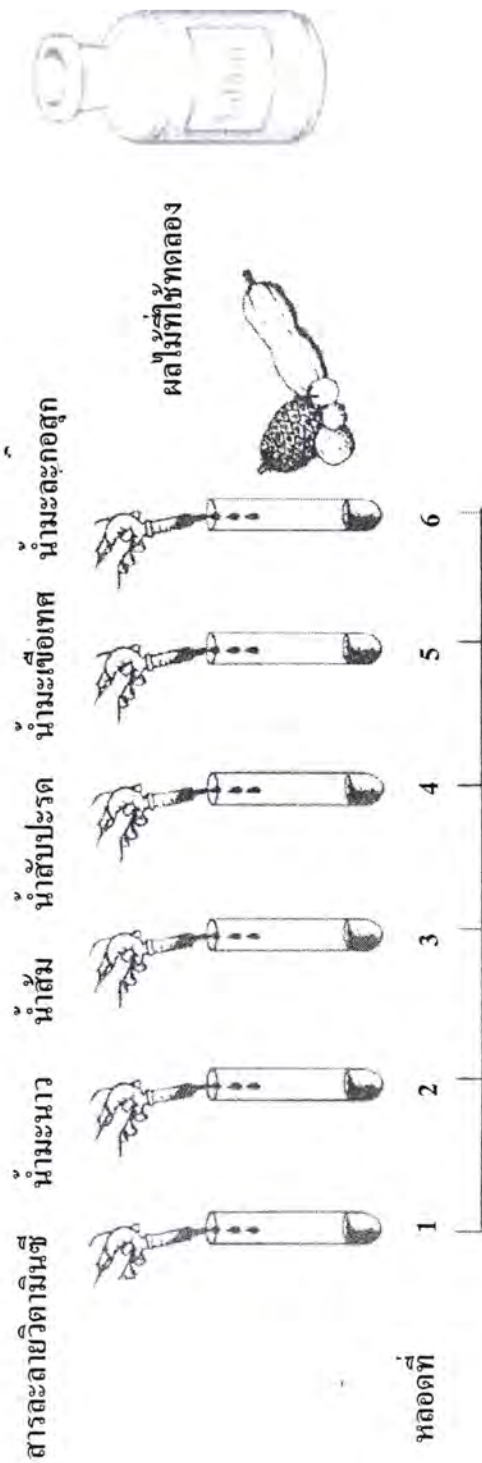
3. การทดสอบสารอาหารประเภทไขมัน ทำได้โดยนำสารที่ต้องการทดสอบดูกับกระดาษ แล้วมองผ่านรอยดู



ผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

4. การทดสอบวิตามินซี ทำได้โดยหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำแฉ่งสุกจะได้สารผสมสีน้ำเงิน จากนั้นนำสารที่สงสัยว่ามีวิตามินซีมาหยดในสารผสมดังกล่าว ถ้าสีน้ำเงินในสารผสมระหว่างน้ำแฉ่งสุกและสารละลายไอโอดีนจางหายไป แสดงว่าสารที่สงสัยมีวิตามินซี ในกรณีนี้ถ้าใช้สารที่สงสัยจำนวนน้อยหยด แล้วสามารถทำให้สีน้ำเงินในน้ำแฉ่งจางหายไปหมด แสดงว่าสารที่สงสัยมีปริมาณวิตามินซีมาก



น้ำแฉ่งสุกที่หยดสารละลายไอโอดีน

ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆ

ผลการทดลอง.....

สรุปผลการทดลอง.....

ใบงานวิชาชีววิทยาเรื่องการทดสอบสารอาหาร



ชื่อ-นามสกุล.....

ชั้น ม. 4/.....

เลขที่.....

ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องการทดสอบสารอาหาร		1
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา	
	ชื่อ-สกุล	เลขที่

(10 คะแนน)

ครูนำอาหารตัวอย่าง (ข้าวราดแกง) มาให้นักเรียนสังเกต และถามหาประเด็นปัญหาว่า
 “อาหารชนิดนี้มีสารอาหารประเภทใดบ้าง ทราบได้อย่างไร และมีวิธีการทดสอบอย่างไร”
 โดยครูให้นักเรียนออกแบบการทดสอบสารอาหาร

ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องการทดสอบสารอาหาร		2
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา	
	ชื่อ-สกุล	เลขที่
ชั้น		

--

ใบงานที่ 1 เรื่องการระบุประเด็นปัญหาเรื่องการทดสอบสารอาหาร		1
	รายวิชา ว 31241 ชีววิทยา	
	ชื่อ-สกุล	เลขที่
		ชั้น

(7 คะแนน)

1. ในการทดสอบวิตามินซีมีวิธีการทดสอบอย่างไร.....

จงตอบคำถาม ข้อ 2-6 การทดสอบสารอาหารต่อไปนี้ต้องใช้สารใด และผลที่ออกมาเป็นอย่างไร

2. น้ำตาลซูโครส.....

3. ขนมน้ำเงิน.....

4. ไข่ขาว.....

5. น้ำเสาวรส.....

6. น้ำมันพืช.....

7. จากการทำการทดสอบสารอาหารประเภทต่างๆ ผลจากการทดสอบพบว่า

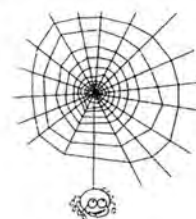
สาร 1 เกิดตะกอนสีแดงอิฐเมื่อหยดสารละลายเบเนดิกต์

สาร 2 ทำให้กระดาษโปร่งแสง

สาร 3 เกิดสีม่วงเมื่อหยดสารละลายไบยูเรต

นักเรียนคิดว่า

สาร 1 คือ..... สาร 2 คือ..... สาร 3 คือ.....



แบบประเมินการนำเสนอผลงานในชั้นเรียน

ชื่อ/ กลุ่ม.....

เรื่อง.....เวลาที่ใช้.....นาที

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1	บุคลิกภาพ ถ้อยคำ และการพูดจา					
2	สื่อประกอบการนำเสนอ					
3	ความเข้าใจเนื้อหาและการถ่ายทอดองค์ความรู้					
4	การรักษาเวลา					
5	การแก้ปัญหา และการตอบคำถาม					
รวมคะแนน						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น)

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

หมายเหตุ	เกณฑ์การประเมิน ต้องได้ 20 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน		
	5 คะแนน	หมายถึง	ปฏิบัติได้ดีมาก
	4 คะแนน	หมายถึง	ปฏิบัติได้ดี
	3 คะแนน	หมายถึง	ปฏิบัติได้ปานกลาง
	2 คะแนน	หมายถึง	ปฏิบัติพอใช้
	1 คะแนน	หมายถึง	ต้องปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกัน

เลขที่	ความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้					ความร่วมมือในการปฏิบัติงาน					การตั้งใจทำงาน					ความรับผิดชอบ					การแสดงและรับฟังความคิดเห็น					รวม	$\bar{X}$	แปลผล
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1			
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												



ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวพรินทร์ ชุกกลีน)
...../...../.....

หมายเหตุ	เกณฑ์การประเมินตามระดับพฤติกรรมดังนี้
	ระดับพฤติกรรม 5 หมายถึง มากที่สุด
	ระดับพฤติกรรม 4 หมายถึง มาก
	ระดับพฤติกรรม 3 หมายถึง ปานกลาง
	ระดับพฤติกรรม 2 หมายถึง น้อย
	ระดับพฤติกรรม 1 หมายถึง น้อยที่สุด

แปลผลการประเมินตามระดับพฤติกรรมดังนี้
ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 อยู่ในระดับ มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 อยู่ในระดับ มาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 อยู่ในระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 อยู่ในระดับ น้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 อยู่ในระดับ น้อย

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

การทดสอบสารอาหาร

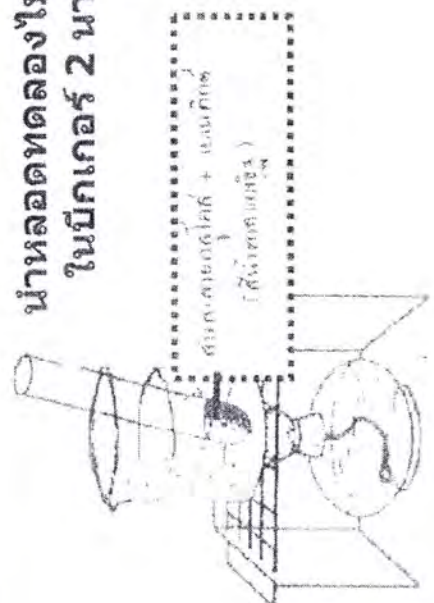
1. การทดสอบการโบปไฮโดรต - การทดสอบน้ำตาลโมลกุลเล็กๆ โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์

**นำหลอดทดลองไปต้ม
ในบีกเกอร์ 2 นาที**

**หยดสารละลาย
เบเนดิกต์ 5 หยด**



**สารละลาย
กลูโคส**



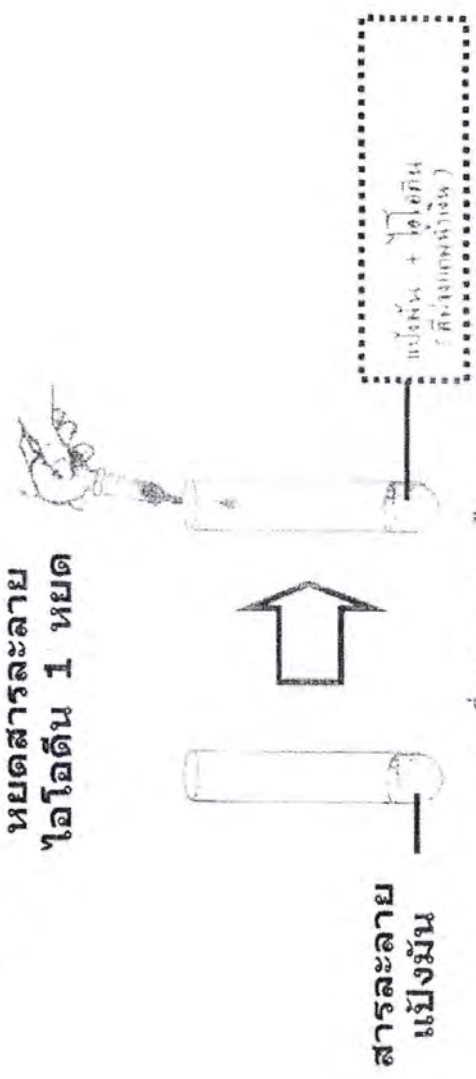
ภาพที่ 1 การทดสอบน้ำตาลกลูโคส

สารที่ใช้ทำปฏิกิริยา	ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลอง
ซูโครส + สารละลายเบเนดิกต์ $\xrightarrow{\Delta}$	ไม่เกิดสีใหม่ มีเพียงสีน้ำตาลแดง	สารละลายเบเนดิกต์ไม่ส่งผลกระทบต่อสีของน้ำตาลโมลกุลเล็กได้
กลูโคส + สารละลายเบเนดิกต์ $\xrightarrow{\Delta}$	เกิดสีใหม่ที่มีน้ำตาลแดงเข้มขึ้น (สีส้มแดง)	สารละลายเบเนดิกต์สามารถใช้ในการตรวจสอบน้ำตาลโมลกุลเล็กได้ โดยอิงตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเมื่อเบเนดิกต์ทำปฏิกิริยา

ชื่อ..... น.ส..... วิชา..... ชั้น..... เลขที่.....

- การทดสอบคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลใหญ่ (แป้ง) โดยใช้สารละลายไอโอดีน

หดยาสารละลายไอโอดีน 1 หยด

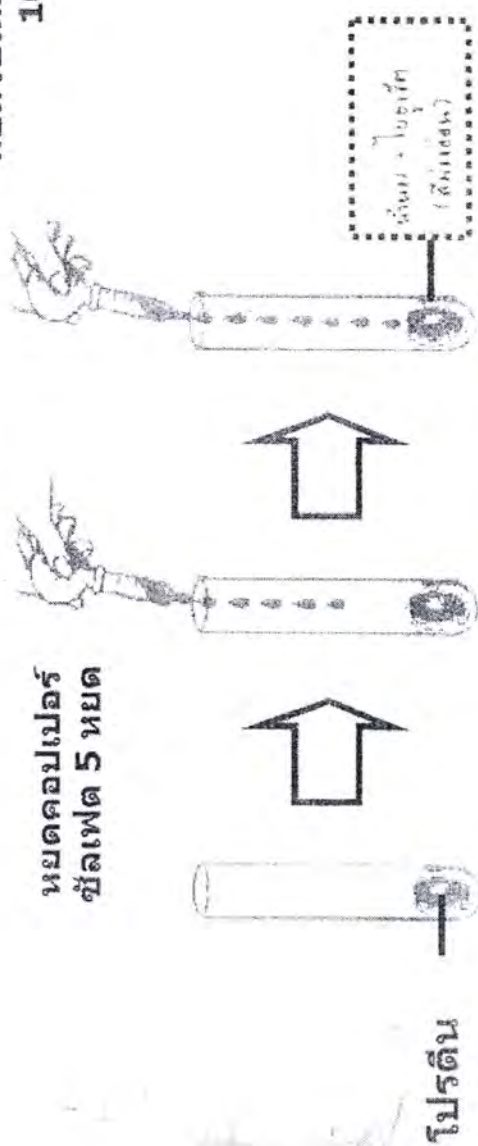


ภาพที่ 2 การทดสอบแป้ง

สารที่ใช้ทำปฏิกิริยา	ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลอง
น้ำแป้ง + สารละลายไอโอดีน	เปลี่ยนสีเป็นอมม่วงเข้ม	เกิดปฏิกิริยาเฉพาะกับแป้ง โดยเปลี่ยนสีจากน้ำเงินอมม่วงเข้มเป็นสีน้ำตาลอมม่วงเข้ม
มันฝรั่งบด + สารละลายไอโอดีน	เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม	แป้ง ซึ่งพบในมันฝรั่งบดเปลี่ยนสีจากน้ำเงินอมม่วงเข้มเป็นสีน้ำเงินเข้ม

2. การทดสอบโปรตีน โดยวิธีไบยูเรต (biuret test) ไบยูเรตเป็นสารละลายที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนและไฮดรอกไซด์

หยดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 หยด



ภาพที่ 3 การทดสอบโปรตีนด้วยวิธีไบยูเรต

สารที่ใช้ทำปฏิกิริยา	ผลการทดลอง	สรุปผลการทดลอง
อาหารประเภทโปรตีน (นํานม) + สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตและ โซเดียมไฮดรอกไซด์	จากน้ำเหลือง นํานมเป็นสีน้ำเงิน	เกิดของสารละลายโปรตีน ($\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$) ได้ สีน้ำเงินจากโปรตีน จะทำให้เปลี่ยนเป็นสีม่วง

3. การทดสอบไขมัน ทำได้โดยนำสารที่ต้องการทดสอบดูกับกระดาษ แก้วกรองผ่านรอย



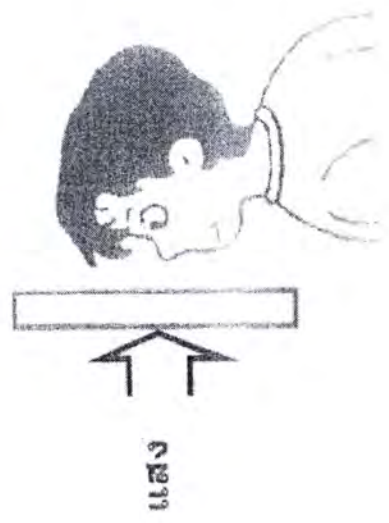
**หยดน้ำมันพืชลงบน
กระดาษขาว 2 หยด**



ขูดน้ำมันพืช

เอามือลูไปมา

ยกกระดาษขึ้นให้
แสงผ่าน สังเกตว่า
โปร่งแสงหรือไม่



ภาพที่ 4 การทดสอบไขมันโดยดูสารกับกระดาษ

ผลการทดลอง
สรุปผลการทดลอง
.....
.....

ภาคที่ ๑
เรื่อง ๑๒๕

ชื่อ วิชา ชั้น เลขที่

4. การทดสอบความทนทาน ทำให้โดยหยดสารละลายไอโอดีนลงในน้ำเป็นวงกลมจะได้สารผสมที่มีสีเข้ม จากนั้นนำสารที่ส่งด้วยวิธีบดในสารผสมดังกล่าว ถ้าสีเข้มขึ้นในสารผสมระหว่างน้ำแป้งสุกและสารละลายไอโอดีนจากหลายไป แสดงว่าสารที่ส่งด้วยวิธีบดนี้ใช้ในการที่ส่งคือ ปริมาณน้อยหยด แล้วสามารถทำให้สีเข้มขึ้นในน้ำแป้งสุก แสดงว่าสารที่ส่งนี้มีปริมาณวิตามินซีมาก

สารละลาย วิตามินซี น้ำมะนาว น้ำส้ม น้ำมะเขือเทศ น้ำมะละกอสุก

หลอดที่	1	2	3	4	5	6	ผลไม้ที่ใช้ทดลอง
สี	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล	สีน้ำตาล	
ความเข้ม	เข้ม	เข้ม	เข้ม	เข้ม	เข้ม	เข้ม	

น้ำแป้งสุกที่หมดสารละลายไอโอดีน

ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผลไม้ชนิดต่างๆ

ผลการทดลอง
สรุปผลการทดลอง
ข้อสังเกต
ข้อเสนอแนะ
ชื่อผู้ทำ เลขที่
ชื่อครู เลขที่

ตารางที่ 6 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์ (IOC) วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		1	2	3	4	5		
1	ความชัดเจนของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมทั้ง 3 ลักษณะ (ด้านความรู้ กระบวนการ เจตคติ)	+1	-1	0	+1	+1	3	0.6
2	ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	กิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	0	+1	0	+1	+1	3	0.6
4	ขั้นตอนวิธีการในรูปแบบการสอนและวิธีสอนมีความชัดเจน สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
5	สื่อการสอนเหมาะสม สัมพันธ์กับเนื้อหาของผู้เรียน	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
6	วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้อง เหมาะสม
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้อง เหมาะสม
 -1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่สอดคล้อง ไม่เหมาะสม

แบบตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

.....
คำชี้แจง โปรด ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านที่เห็นว่าเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมตาม
รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ และเมื่อท่านเห็นว่าไม่เหมาะสม โปรดให้ข้อเสนอแนะ

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		ไม่สอดคล้อง (1-)	ไม่พอ (0)	สอดคล้อง (1)	
1	ความชัดเจนของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมทั้ง 3 ลักษณะ (ด้านความรู้ กระบวนการเจตคติ)				
2	ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
3	กิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์				
4	ขั้นตอนวิธีการในรูปแบบการสอนและวิธีสอนมีความชัดเจน สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน				
5	สื่อการสอนเหมาะสมสัมพันธ์กับเนื้อหาของผู้เรียน				
6	วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

แบบตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คำชี้แจง โปรด ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านที่เห็นว่าเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมตาม
รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ และเมื่อท่านเห็นว่าไม่เหมาะสม โปรดให้
ข้อเสนอแนะ

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		ไม่สอดคล้อง (-1)	ไม่พอ (0)	สอดคล้อง (1)	
1	ความชัดเจนของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ครอบคลุมทั้ง 3 ลักษณะ (ด้านความรู้ กระบวนการ เจตคติ)			✓	
2	ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง			✓	
3	กิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์		✓		100% ไม่พอ
4	ขั้นตอนวิธีการในรูปแบบการสอนและวิธีสอนมีความ ชัดเจน สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน			✓	
5	สื่อการสอนเหมาะสม สัมพันธ์กับเนื้อหาของผู้เรียน			✓	
6	วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้			✓	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น)

แบบตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คำชี้แจง โปรด ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านที่เห็นว่าเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมตาม
รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ และเมื่อท่านเห็นว่าไม่เหมาะสม โปรดให้
ข้อเสนอแนะ

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		ไม่สอดคล้อง (-1)	ไม่แน่ใจ (0)	สอดคล้อง (1)	
1	ความชัดเจนของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ครอบคลุมทั้ง 3 ลักษณะ (ด้านความรู้ กระบวนการ เจตคติ)	✓			เพิ่มเติม จุดประสงค์ A, P ชัดเจน
2	ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ที่กล่าวถึง			✓	ระบุ ตัววัด
3	กิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์			✓	
4	ขั้นตอนวิธีการในรูปแบบการสอนและวิธีสอนมีความ ชัดเจน สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน			✓	เพิ่มเติม: เรื่องรูปแบบ / เทคนิคการสอน วิธีวัดผลและทวนสอบ ผลการเรียนรู้ไม่ชัดเจน
5	สื่อการสอนเหมาะสม สัมพันธ์กับเนื้อหาของผู้เรียน			✓	เพิ่มเติม: สื่อให้มีความน่าสนใจ วัสดุวัสดุมีลักษณะไม่เด่นชัด ไม่ดึงดูดความสนใจ
6	วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้			✓	* วิธีประเมินสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ระบุมา แต่จุดประสงค์ที่ระบุ ยังไม่ครอบคลุม A, P

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น)

1. ตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ ตรงกับที่ระบุไว้ เป็นส่วนแรก

แล้วไปบอกครู, สื่ออื่นๆ เป็นสื่อที่สอดคล้องกับเนื้อหา

แบบตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิน

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คำชี้แจง โปรด ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านที่เห็นว่าเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมตาม
รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ และเมื่อท่านเห็นว่าไม่เหมาะสม โปรดให้
ข้อเสนอแนะ

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		ไม่สอดคล้อง (-1)	ไม่แน่ใจ (0)	สอดคล้อง (1)	
1	ความชัดเจนของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ครอบคลุมทั้ง 3 ลักษณะ (ด้านความรู้ กระบวนการ เจตคติ)		✓		เขียนชัดเจน มีรูปภาพประกอบ เข้าใจง่าย และสอดคล้องกับ เนื้อหา
2	ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง			✓	ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
3	กิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์		✓		กิจกรรมสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์
4	ขั้นตอนวิธีการในรูปแบบการสอนและวิธีสอนมีความ ชัดเจน สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน		✓		ชัดเจน
5	สื่อการสอนเหมาะสม สัมพันธ์กับเนื้อหาของผู้เรียน		✓		สื่อการสอนเหมาะสม สัมพันธ์กับเนื้อหาของผู้เรียน
6	วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้			✓	หลากหลายสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้

ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ
ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน
(นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิน)

แบบตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คำชี้แจง โปรด ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านที่เห็นว่าเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมตาม
รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ และเมื่อท่านเห็นว่าไม่เหมาะสม โปรดให้
ข้อเสนอแนะ

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		ไม่สอดคล้อง (-1)	ไม่พอ (0)	สอดคล้อง (1)	
1	ความชัดเจนของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ครอบคลุมทั้ง 3 ลักษณะ (ด้านความรู้ กระบวนการ เจตคติ)			✓	
2	ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง			✓	
3	กิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์			✓	
4	ขั้นตอนวิธีการในรูปแบบการสอนและวิธีสอนมีความ ชัดเจน สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน			✓	
5	สื่อการสอนเหมาะสม สัมพันธ์กับเนื้อหาของผู้เรียน				
6	วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้			✓	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

แบบตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

คำชี้แจง โปรด ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านที่เห็นว่าเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมตาม
 รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ และเมื่อท่านเห็นว่า ไม่เหมาะสม โปรดให้
 ข้อเสนอแนะ

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		ไม่สอดคล้อง (-1)	ไม่เกิด (0)	สอดคล้อง (1)	
1	ความชัดเจนของการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ครอบคลุมทั้ง 3 ลักษณะ (ด้านความรู้ กระบวนการ เจตคติ)		✓		สาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ การวัดผล การประเมินผล 1.4, 1.5
2	ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง		✓		เนื้อหาสาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์ เนื้อหาสาระที่ ๑ วิทยาศาสตร์
3	กิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์			✓	
4	ขั้นตอนวิธีการในรูปแบบการสอนและวิธีสอนมีความ ชัดเจน สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน			✓	
5	สื่อการสอนเหมาะสม สัมพันธ์กับเนื้อหาของผู้เรียน			✓	
6	วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้			✓	

ขอไว้ด้วยไปทบทวนตนเองด้วย

ลงชื่อ

ผู้ประเมิน
 (นายวิชา จิตตนาถ)
 30/ก.ย./53

ภาคผนวก ก

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- คะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบต่อไปนี้กำหนดให้เป็นสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 4 ข้อให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วกากบาท (X) ทับข้อ ก ข ค หรือ ง ลงในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบมีจำนวน 5 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ เวลา 30 นาที

สถานการณ์ที่ 1 จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1-4



การดื่มน้ำเย็นจัด จะทำให้สดชื่น แต่ทราบหรือไม่ว่า การดื่มน้ำเย็นจัด จะลดขีดความสามารถของสมองลงได้ และไม่ดีต่อสุขภาพร่างกาย

วารสารนิวไซเอนทิสต์ ได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยของทีมนักวิจัยแห่งมหาวิทยาลัยบริสตอลในอังกฤษ พบว่า คนที่ดื่มน้ำเย็นจัดในยามที่ร่างกาย ไม่ได้เกิดความรู้สึกกระหายน้ำทำให้ขีดความสามารถในการทำงานของ สมองลด ลงไปทันที โดยน้ำเย็นจัดเพียงแก้วเดียวก็มากพอที่จะทำให้ สมรรถภาพทางจิตใจของบางคนลดลงไปถึง 15%

1. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้
 - ก. การกระหายน้ำ
 - ข. การดื่มน้ำที่เย็นจัด
 - ค. ความสามารถในการทำงานของสมอง
 - ง. สมรรถภาพทางจิตใจ
2. สาเหตุของสถานการณ์นี้คืออะไร
 - ก. การดื่มน้ำที่เย็นจัด
 - ข. ความรู้สึกกระหาย
 - ค. ความสามารถของสมองลงได้
 - ง. ไม่ดีต่อสุขภาพร่างกาย
3. จากปัญหาที่เกิดขึ้นมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร
 - ก. ไม่ควรดื่มน้ำที่เย็นจัด
 - ข. ควรดื่มน้ำเย็นจัดเมื่อร่างกายรู้สึกกระหายน้ำ
 - ค. ควรดื่มน้ำเย็นจัดตลอดเวลา ไม่ต้องรอให้ร่างกายรู้สึกกระหาย
 - ง. ควรดื่มน้ำที่อุณหภูมิปกติ สลับกับการดื่มน้ำที่เย็นจัด
4. จากวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 3 นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร
 - ก. ร่างกายไม่สดชื่น ไม่กระปรี้กระเปร่าเหมือนเดิม
 - ข. จะเกิดการกระหายน้ำอยู่ตลอดเวลา
 - ค. สมองมีการทำงานได้ตามปกติ จนถึงดีขึ้น
 - ง. สมรรถภาพทางจิตใจลดลง

สถานการณ์ที่ 2 จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 5-8

อาหารเช้าคือมื้อที่สำคัญที่สุดต่อสุขภาพร่างกาย สังคมปัจจุบันนี้เกือบ 80% ที่คนส่วนใหญ่ มิได้ให้ความสำคัญกับอาหารเช้า เนื่องจากต้องเร่งรีบแข่งกับเวลาเพื่อไปเรียนหรือไปทำงาน หรือ ทำกิจกรรมอื่นๆ คนไทยเราจะให้ความสำคัญกับอาหารเย็น เน้นว่าเป็นมื้อที่ต้องรับประทานอาหาร หนักๆ มากกว่ามื้อกลางวัน ส่วนมื้อเช้านั้นบางคนข้ามไป บางคนก็ดื่มกาแฟเพียง 1 แก้วเท่านั้น สังเกตให้ดีจะพบว่า คุณจะรู้สึกไม่สดชื่น กระปรี้กระเปร่า ถ้าเมื่อเช้าคุณ ไม่ได้ให้สารอาหารที่ร่างกาย ต้องการ คือ อาหารโปรตีนสูงและไขมันอย่างเพียงพอ อาหารเช้าที่หนักเกินไปก็เป็นเรื่องที่ไม่ ถูกต้อง ร่างกายต้องการเพียงสารอาหารที่ครบถ้วนในปริมาณไม่มากนัก เพื่อที่คุณจะได้มีกำลัง วังชา สมองปลอดโปร่ง กระปรี้กระเปร่า พลังงานจะอยู่ในร่างกายคุณเป็นเวลานานและทำให้คุณ ไม่หิวบอยถ้าได้รับประทานอาหารเช้าที่ดีต่อสุขภาพร่างกาย อาหารเย็นไม่ควรเป็นมื้อหนักสำหรับคุณ เพราะคุณอาจยังไม่รู้สึกหิวในมื้อเช้า

5. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้
 - ก. การรับประทานอาหารเช้าหนักเกินไป
 - ข. การไม่รับประทานอาหารเช้า
 - ค. การทำกิจกรรมต่างๆ ที่เร่งรีบ
 - ง. ไม่สดชื่น กระปรี้กระเปร่า
6. สาเหตุของสถานการณ์นี้คืออะไร
 - ก. การขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย
 - ข. ไม่มีเวลาเพียงพอที่จะรับประทานอาหารเช้า
 - ค. การเกิดอาการหิวบอย
 - ง. การให้ความสำคัญกับอาหารเย็นมากเกินไป
7. จากปัญหาที่เกิดขึ้นมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร
 - ก. ควรเลือกรับประทานเฉพาะอาหารที่ให้พลังงานมากๆ ในช่วงเช้า
 - ข. ควรรับประทานอาหารเช้า
 - ค. งดการรับประทานอาหารเช้า
 - ง. รับประทานอาหารเช้าตลอดเวลาที่รู้สึกหิว
8. จากวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 7 นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหาจะเป็นอย่างไร
 - ก. ร่างกายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น
 - ข. ไม่เกิดการหิวบอย เพราะรับประทานอาหารเช้าตลอดเวลา
 - ค. ไม่อ้วน เพราะงดการรับประทานอาหารเช้า
 - ง. ง่วงนอน ร่างกายไม่สดชื่น กระปรี้กระเปร่า

สถานการณ์ที่ 3 จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 9-12

ลดน้ำตาล เพื่อสุขภาพที่ดี ระยะนี้สถานการณ์ “น้ำตาล” ก็หวนกลับมามีประเด็น “ราคาแพง” อีกครั้ง ซึ่งก็ส่งผลกระทบต่อเป็นลูกโซ่ถึงเรื่องต้นทุนการประกอบอาหาร ถึงเรื่องราคาอาหารการกินของคนไทย อย่างไรก็ตาม ผลต่อเนื่องเรื่องนี้อาจจะไม่กระทบกับชีวิตคนไทยมากนัก หากคนไทยส่วนใหญ่ “ลดหวาน” “อ่อนรสหวาน” สำหรับอาหารการกินต่างๆ มีผลดี คือ ถึงแม้ว่าน้ำตาลแพงก็ไม่กระทบ และที่สำคัญ “ดีต่อสุขภาพ”

9. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. ควรลดปริมาณในการรับประทานน้ำตาล
- ค. โรคต่างๆ ที่ตามมาจากการบริโภคน้ำตาล

- ข. น้ำตาลมีราคาแพง
- ง. การรับประทานน้ำตาลที่ผิดวิธี

10. สาเหตุของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. อาหารมีราคาแพง
- ค. การเกิดโรคอ้วนทั้งในเด็ก และผู้ใหญ่

- ข. การรับประทานน้ำตาลมากเกินไป
- ง. เป็นค่านิยมหรือความเชื่อ

11. จากปัญหาที่เกิดขึ้นมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. ควรเลือกซื้อน้ำตาลที่มีราคาไม่แพง
- ข. เลือกรับประทานอาหารที่มีราคาถูก
- ค. ลดปริมาณการรับประทานน้ำตาลให้น้อยลง
- ง. รับประทานอาหารอาหารชนิดอื่น แทนการรับประทานน้ำตาล

12. จากวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 11 นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหจะเป็นอย่างไร

- ก. ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย
- ข. ได้อาหารที่มีคุณภาพ ราคาไม่แพง
- ค. ไม่อ้วน เพราะงดการรับประทานน้ำตาล
- ง. สุขภาพร่างกายดีขึ้น เนื่องจากการควบคุมปริมาณน้ำตาล



สถานการณ์ที่ 4 จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13-16

จากข้อมูลของ สสส. ซึ่งมีการวางแผนงานรณรงค์เพื่อเด็กไทยไม่กินหวาน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ระบุว่า ปัจจุบันน้ำตาลแฝงอยู่ในอาหารแทบทุกชนิด ในกลุ่มเด็กที่บริโภคน้ำตาลมากเกินไปก็จะมีปัญหามาก เช่น ฟันผุ โรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ ซึ่งพฤติกรรมการกินหรือนิสัยการบริโภคจะถูกปลูกฝังตั้งแต่ในวัยเด็กและติดตัวไปจนโตเป็นผู้ใหญ่ ทั้งนี้เด็กไทยในปัจจุบันบริโภคน้ำตาลเฉลี่ย 20 ช้อนชาต่อวัน ขณะที่หลักการบริโภคน้ำตาลไม่ควรเกิน 6 ช้อนชาต่อวัน “เด็กไทย ดินนิสัยกินหวาน บางบ้านเลี้ยงลูกด้วยนมรสหวาน และจากสถิติก็พบว่าคุณแม่สมัยใหม่ที่มีบุตรหลานอายุต่ำกว่า 3 ขวบ ร้อยละ 65 นิยมป้อนอาหารเสริมสำเร็จรูปซึ่งมีส่วนผสมของน้ำตาล” ซึ่งถ้าหากเราปลูกฝังให้ลูกหลาน กินอาหารหวานให้พอดีกับความต้องการของร่างกาย ก็จะเป็นผลดีต่อสุขภาพของเรา ทำให้ไม่เป็น โรคอ้วน ฟันผุ หรือ โรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ

13. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. การที่น้ำตาลแฝงอยู่ในอาหารแทบทุกชนิด
- ข. การป้อนอาหารเสริมสำเร็จรูป
- ค. โรคที่พบในเด็ก เนื่องจากการบริโภคน้ำตาล เช่น โรคอ้วน
- ง. การบริโภคน้ำตาลที่มากเกินไปของเด็ก

14. สาเหตุของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. การขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย
- ข. การเลือกรับประทานอาหาร
- ค. พ่อแม่ปลูกฝัง และส่งเสริมให้ลูกกินหวาน
- ง. เด็กรับประทานอาหารมากเกินไป

15. จากปัญหาที่เกิดขึ้นมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. ควรรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่
- ข. พ่อแม่ควรให้ลูกกินอาหารหวานให้พอดีกับความต้องการของร่างกาย
- ค. จำกัดการรับประทานอาหารของเด็ก
- ง. งดการรับประทานน้ำตาล

16. จากวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 15 นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหจะเป็นอย่างไร

- ก. เด็กๆ มีสุขภาพดีขึ้น ไม่ก่อให้เกิดโรคต่างๆ
- ข. ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย
- ค. ไม่อ้วน
- ง. เกิดการหิวบ่อย

สถานการณ์ที่ 5 จงอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 17-20

เด็กไทยโดยเฉพาะในชนบทที่ห่างไกลเทคโนโลยีมีภาวะการขาดอาหารสูงถึงร้อยละ 20 (วัดจากน้ำหนักตามเกณฑ์อายุ) และเน้นอนการขาดอาหาร โดยเฉพาะการขาดโปรตีน (protein malnutrition) ส่งผลต่อพัฒนาการ และการเจริญเติบโตในเด็ก อย่างไรก็ตามในบางครอบครัวมีทั้งคนที่น้ำหนักมากเกินไป และน้ำหนักน้อยเกินไป ซึ่งภาวะดังกล่าวเรียกว่า “Nutrition Paradox” ซึ่งพบได้มากขึ้น โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา โดยเชื่อว่าเกิดจากการได้รับอาหารที่ไม่เหมาะสม กล่าวคือได้อาหารที่มีพลังงานเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย แต่มีคุณค่าทางอาหารที่ไม่เหมาะสม ส่งผลต่อภาวะอ้วน ในทางกลับกันส่งผลต่อเด็กที่อยู่ในวัยกำลังเจริญเติบโตโดยอาจทำให้ผอม หรือตัวเตี้ยตามมา

การส่งเสริมให้เด็กได้รับประทานอาหาร และโภชนาการที่เหมาะสมในช่วงนี้ นับเป็นโอกาสเดียวเนื่องจากเป็นช่วงที่เด็กสามารถเจริญเติบโต และพัฒนาการได้เต็มศักยภาพตามพันธุกรรม โดยเฉพาะการเจริญเติบโตของความสูง การปล่อยเวลาให้ล่วงพ้นวัยนี้ไปแล้ว แม้จะใช้ความพยายามที่จะส่งเสริมให้เด็กมีการเจริญเติบโตของส่วนสูงเพิ่มขึ้นด้วยวิธีการใดก็ตามพบว่า ให้ผลน้อยมาก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงมาก

17. ข้อใดเป็นปัญหาของสถานการณ์นี้

- ก. ความล้าหลังของเทคโนโลยีในชนบท
- ค. การมีพัฒนาการช้า

- ข. การขาดสารอาหารประเภทโปรตีน
- ง. ปัญหาของประเทศกำลังพัฒนา

18. สาเหตุของสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. การขาดแคลนอาหาร
- ค. การเลือกรับประทานอาหาร

- ข. การได้รับสารอาหารที่ไม่เหมาะสม
- ง. การอ้วน หรือผอมจนเกินไป

19. จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

- ก. ในการรับประทานอาหารควรคำนึงถึงคุณค่าทางอาหาร
- ข. เปลี่ยนพฤติกรรมในการรับประทานอาหาร
- ค. ควบคุมการรับประทานอาหาร
- ง. รับประทานอาหารให้ครบทั้ง 5 หมู่

20. จากวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 19 นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จากการแก้ปัญหจะเป็นอย่างไร

- ก. มีการเจริญเติบโต และพัฒนาการที่สมบูรณ์
- ค. มีสุขนิสัยที่ดีขึ้นในการรับประทานอาหาร

- ข. ไม่เกิดภาวะการขาดแคลนอาหาร
- ง. รู้ถึงวิธีการในการดูแลร่างกาย

เฉลย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาชีววิทยา

เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต จำนวน 20 ข้อ

-
- | | |
|-------|-------|
| 1. ข | 11. ค |
| 2. ก | 12. ง |
| 3. ก | 13. ง |
| 4. ค | 14. ค |
| 5. ข | 15. ก |
| 6. ข | 16. ข |
| 7. ข | 17. ข |
| 8. ก | 18. ข |
| 9. ก | 19. ก |
| 10. ข | 20. ก |

ตารางที่ 7 แสดงคะแนนทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (20 คะแนน)

ลำดับที่ คะแนน	คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์		ลำดับที่ คะแนน	คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	
	คะแนนที่ได้	ร้อยละของคะแนน		คะแนนที่ได้	ร้อยละของคะแนน
1	16	80.00	21	15	75.00
2	18	90.00	22	17	85.00
3	17	85.00	23	19	95.00
4	18	90.00	24	18	90.00
5	17	85.00	25	16	80.00
6	14	70.00	26	18	90.00
7	17	85.00	27	15	75.00
8	16	80.00	28	17	85.00
9	19	95.00	29	18	90.00
10	18	90.00	30	18	90.00
11	17	85.00	31	14	70.00
12	18	90.00	32	16	80.00
13	18	90.00	33	17	85.00
14	16	80.00	34	16	80.00
15	16	80.00	35	14	70.00
16	17	85.00	36	18	90.00
17	18	90.00	37	15	75.00
18	14	70.00	38	17	85.00
19	16	80.00	39	15	75.00
20	18	90.00	40	17	85.00
คะแนนเฉลี่ย	16.70		คิดเป็น ร้อยละ	83.50	
จำนวน นักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75	36			90	

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหของ
นักเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4

พฤติกรรม	ข้อที่	จำนวน (ข้อ)
การระบุปัญหา	1, 5, 9, 13, 17	5
วิเคราะห์ปัญหา	2, 6, 10, 14, 18	5
เสนอวิธีแก้ปัญหา	3, 7, 11, 15, 19	5
ตรวจสอบผลลัพธ์	4, 8, 12, 16, 20	5
รวม		20

ตารางที่ 9 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) วิชาชีววิทยา เรื่องเคมี
พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		1	2	3	4	5		
1. การระบุปัญหา	1	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
	5	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2. การวิเคราะห์ปัญหา	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3. การเสนอวิธีแก้ปัญหา	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	15	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
	19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	อำนาจจำแนก (r)
1	0.71	0.60
2	0.79	0.40
3	0.55	0.50
4	0.65	0.30
5	0.71	0.60
6	0.61	0.50
7	0.79	0.50
8	0.72	0.40
9	0.68	0.40
10	0.34	0.50
11	0.21	0.30
12	0.58	0.20
13	0.66	0.30
14	0.76	0.50
15	0.61	0.50
16	0.72	0.30
17	0.34	0.70
18	0.37	0.50
19	0.68	0.40
20	0.66	0.50

ความเชื่อมั่น (KR-20) = 0.84

ค่าความยากง่าย 0.21 - 0.79

ค่าอำนาจจำแนก 0.20 - 0.70

ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยานี้ จำนวน 40 ข้อ เวลา 40 นาที
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบที่มี 4 ตัวเลือก คือ ก. ข. ค. และ ง. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. เอนไซม์ทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 45°C
- ข. เมื่อปริมาณของเอนไซม์และสารตั้งต้นเพิ่มมากขึ้น โอกาสที่จะเกิดการจับตัวของเอนไซม์และสารตั้งต้นก็จะมากขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น
- ค. เอนไซม์สามารถเปลี่ยนไปตามสารตั้งต้นที่เข้ามาทำปฏิกิริยาได้
- ง. pH optimum ของเอนไซม์ ประมาณ 6-8

2. เหตุที่เราไม่ถือน้ำดีเป็นเอนไซม์

- ก. น้ำดีไม่ทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้น
- ข. ปฏิกิริยาน้ำดีกับสารตั้งต้น ไม่มีน้ำเข้าร่วมด้วยในปฏิกิริยา
- ค. เมื่อน้ำดีทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้นแล้ว น้ำดีมีการเปลี่ยนแปลงไป
- ง. ปฏิกิริยาระหว่างน้ำดีกับสารตั้งต้นไม่ให้พลังงานออกมา

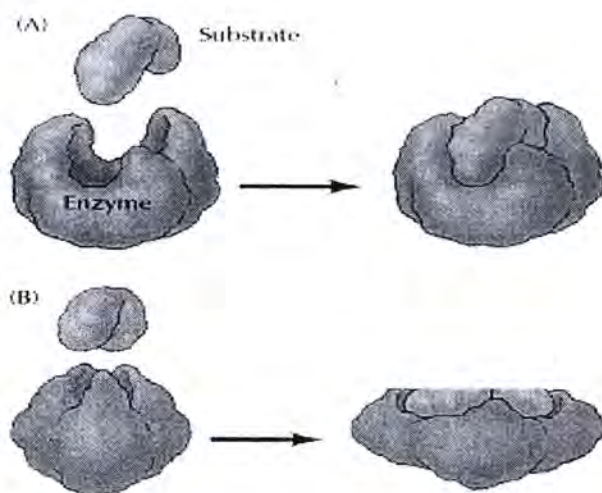
3. ในการทดลองใช้เอนไซม์ย่อยสารชนิดหนึ่งที่อุณหภูมิต่างกันปรากฏผลดังนี้

หลอดที่ 1	อุณหภูมิ	เวลาที่ใช้อย่อยสาร
1	20°C	15 นาที
2	30°C	6 นาที
3	40°C	3 นาที
4	50°C	ไม่เปลี่ยนแปลง

การทดลองนี้สรุปผลสำคัญได้อย่างไร

- ก. เอนไซม์ย่อยสารได้ช้าที่สุดที่อุณหภูมิ 20°C
- ข. เอนไซม์ย่อยสารได้ช้าที่สุดที่อุณหภูมิประมาณ 50°C
- ค. เอนไซม์สลายตัวที่อุณหภูมิ 40°C
- ง. เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิประมาณ 40°C

4. จากภาพแบบจำลองเอนไซม์ (A) และ (B) มีความเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร



- ก. เหมือนกัน เพราะเป็นแบบจำลองเอนไซม์ ซึ่งเอนไซม์จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างบริเวณแอคทีฟไซต์เพื่อรองรับสารตั้งต้นที่เข้ามา
- ข. เหมือนกัน เพราะ (A) และ (B) ต่างมีเอนไซม์ที่สามารถจับกับสารตั้งต้นได้อย่างจำเพาะ
- ค. ต่างกัน เพราะ (A) เอนไซม์และสารตั้งต้นต้องมีความจำเพาะ ส่วน (B) เอนไซม์มีโครงสร้างที่ยืดหยุ่น โดยแอคทีฟไซต์จะถูกปรับแต่งให้สารตั้งต้นเหมาะสมที่จะสามารถทำปฏิกิริยากับเอนไซม์
- ง. ต่างกัน เพราะ (A) เอนไซม์ไม่จำเป็นต้องมีความจำเพาะเจาะจงกับสารตั้งต้น และไม่มีการเปลี่ยนโครงสร้าง เมื่อทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้น ส่วน (B) เอนไซม์สามารถรวมตัวกับสารอื่นที่มีรูปร่างคล้ายสารตั้งต้นได้ แต่ไม่มีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น

5. จากสมการ $E + I + S \longrightarrow EI + S$

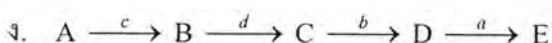
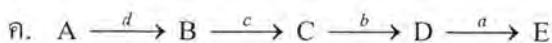
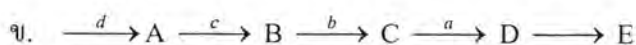
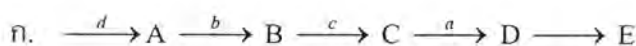
กำหนดให้ E = enzyme, I = inhibitor, S = substrate ปฏิกริยาดังข้างต้นนี้แสดง

- ก. กลไกการยับยั้งเอนไซม์
- ข. กลไกการทำงานของเอนไซม์
- ค. การแบ่งปฏิกิริยาเคมีด้วยเอนไซม์
- ง. การรวมตัวของเอนไซม์กับสารตั้งต้น

6. ในการทดลองเกี่ยวกับการหายใจของเซลล์สัตว์ในหลอดทดลอง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสารตามลำดับดังนี้ $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ เมื่อทำให้เกิดการขาดเอนไซม์จะมีปริมาณสารเพิ่มขึ้นตามตาราง

หลอดที่	ขาดเอนไซม์	ปริมาณสารที่เพิ่มขึ้น
1	A	D
2	B	C
3	C	B
4	d	A

ลำดับการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารควรเป็นไปตามข้อใด



7. ข้อใดกล่าวถึง พลังงานในสิ่งมีชีวิต ได้ถูกต้อง

1. พลังงานกระตุ้นเป็นพลังงานที่โมเลกุลสารตั้งต้นได้รับเพิ่มเติมเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี
2. ปฏิกิริยาคายพลังงานเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้สารผลิตภัณฑ์มีพลังงานอิสระน้อยกว่าสารตั้งต้น
3. ตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น โดยเร่งการสลายพันธะของสารตั้งต้น
4. เอนไซม์เร่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยไม่มีการใช้พลังงานกระตุ้น

ก. 1, 3

ข. 2, 4

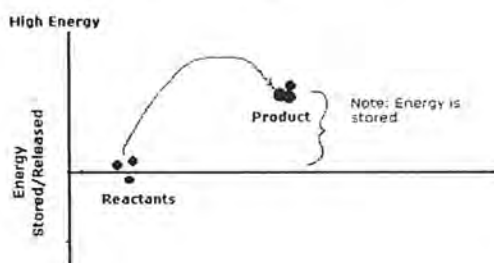
ค. 1, 2, 3

ง. 1, 2, 3, 4

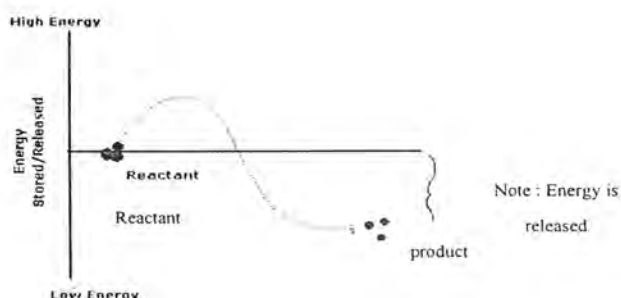
8. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. แคตาบอลิซึม เป็นกระบวนการย่อยสลาย เช่น การสังเคราะห์โปรตีน
- ข. แอนาบอลิซึม เป็นกระบวนการย่อยสลาย เช่น การหายใจ
- ค. แคตาบอลิซึม เป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงสาร โมเลกุลใหญ่ให้เล็กลง
- ง. แอนาบอลิซึม เช่น การย่อยสลายอาหาร

9. จากภาพ 2 ปฏิกิริยานี้ ข้อใดถูกต้อง



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2

1. ปฏิกิริยาที่ 1 คือ ปฏิกิริยาคูดพลังงาน
2. ปฏิกิริยาที่ 2 คือ ปฏิกิริยาคายพลังงาน
3. ปฏิกิริยาที่ 1 พลังงานของ product < reactant
4. ปฏิกิริยาที่ 2 พลังงานของ product > reactant

ก. 1, 2

ข. 2, 3

ค. 1, 3

ง. 2, 4

10. ข้อใด ไม่ได้ เป็นสาเหตุของการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. มีการชนกันของอนุภาคของสารตั้งต้น
- ข. อนุภาคของสารต้องชนกันในตำแหน่งและทิศทางที่เหมาะสม
- ค. เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ยากมากหรืออาจไม่เกิดเองเลย
- ง. อนุภาคที่ชนกันต้องมีพลังงานมากพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

11. ข้อใดกล่าวถึง E_A ไม่ถูกต้อง

- ก. Activation energy
- ข. พลังงานต่ำสุดที่ใช้กระตุ้นให้สารที่จะทำปฏิกิริยากันเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพที่จะทำปฏิกิริยาได้
- ค. พลังงานสูงสุดที่ใช้กระตุ้นให้สารที่จะทำปฏิกิริยากันเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพที่จะทำปฏิกิริยาได้
- ง. ในสิ่งมีชีวิตสามารถลด E_A ได้ด้วยเอนไซม์

12. ข้อใดกล่าวถึง สารอินทรีย์ ได้ถูกต้อง

- 1. สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก โครงสร้างไม่ซับซ้อน
- 2. จำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
- 3. เป็นกลุ่มของสารที่ให้พลังงานกับสิ่งมีชีวิต
- 4. ตัวอย่างเช่น น้ำ แร่ธาตุต่างๆ และแก๊สออกซิเจน

ก. 1, 2

ข. 3, 4

ค. 1, 4

ง. 1, 3

13. ข้อใดกล่าวถึง คุณสมบัติของน้ำ ได้ถูกต้อง

- 1. น้ำช่วยในการลำเลียงสารอาหารต่างๆ แก๊ส ฮอร์โมน และของเสียต่างๆ
- 2. น้ำเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว
- 3. น้ำเกิดจากการยึดเหนี่ยวด้วยพันธะโควาเลนต์ระหว่างอะตอมของ H และ O
- 4. น้ำสามารถแตกตัวเป็น H^+ กับ OH^- ได้
- 5. น้ำสามารถแตกตัวได้รวมทั้งเป็นตัวทำละลายที่ดี

ก. 1, 2, 3

ข. 2, 3, 4

ค. 1, 4, 5

ง. 1, 2, 4

14. นายช้อยชาวเขาจากจังหวัดแพร่เป็นโรคคอพอก (goiter) แพทย์ควรแนะนำให้ นายช้อยรับประทานอาหารพวกใด

ก. ปลาไส้ตัน

ข. สาหร่ายสีเขียว

ค. ถั่ว

ง. กุ้งก้ามกราม

15. ข้อใดกล่าวถึง ความหมายของสารอินทรีย์ ได้ถูกต้อง

- 1. เป็นสารที่มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลัก
- 2. พบได้ทั้งในสิ่งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิต
- 3. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนทุกชนิดเป็นสารอินทรีย์
- 4. สามารถจำแนกสารชีวโมเลกุลได้โดยดูที่หมู่ฟังก์ชันของโมเลกุล

ก. 1, 2, 4

ข. 2, 3, 4

ค. 1, 3, 4

ง. 1, 2, 3

16. สารในข้อใดจัดเป็นสารชีวโมเลกุล

1. คาร์โบไฮเดรต

2. น้ำ

3. กรดนิวคลีอิก

4. โปรตีน

5. แร่ธาตุ

6. ไขมัน

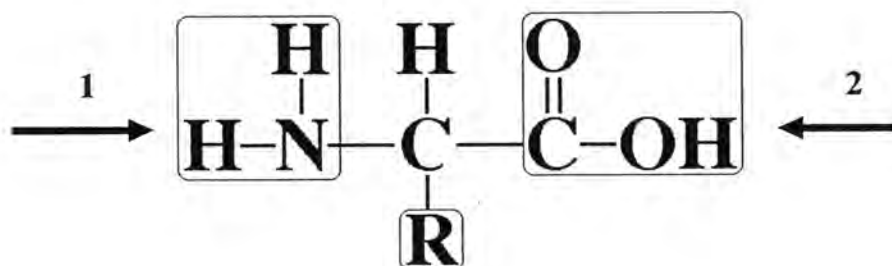
ก. 1, 2, 4

ข. 2, 3, 6

ค. 1, 3, 4, 6

ง. 1, 2, 3, 4, 5, 6

17. ตำแหน่งที่ถูกศรชี้ หมายเลข 1 และ 2 คือหมู่ฟังก์ชันใด



ก. หมู่อะมิโน, หมู่คาร์บอกซิล

ข. หมู่ไฮดรอกซิล, หมู่อะมิโน

ค. หมู่ซัลไฮดริล, หมู่ฟอสเฟต

ง. หมู่ R, หมู่คาร์บอกซิล

18. ข้อใดกล่าวถึง ลักษณะของคาร์โบไฮเดรต ไม่ถูกต้อง

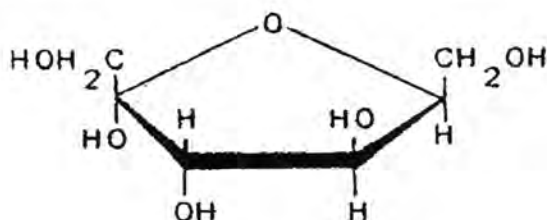
ก. อัตราส่วนระหว่าง H: O เป็น 2: 1

ข. ประกอบด้วยธาตุ C, H, O และ S

ค. เป็นสารที่ให้พลังงานในชีวิตประจำวัน

ง. น้ำตาลที่พบในธรรมชาติมีคาร์บอนตั้งแต่ 3 อะตอมขึ้นไป

19. ข้อใดกล่าวถึง โครงสร้างดังภาพนี้ ไม่ถูกต้อง



1. เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเช่นเดียวกับน้ำตาลไรโบส

2. ถ้ามีการรวมตัวกับกลูโคสจะเป็นแหล่งอาหารของพืช

3. สามารถพบได้ในนม ข้าวโพด น้ำผึ้ง

ก. 1

ข. 2, 3

ค. 1, 3

ง. 3

20. จากสูตรทั่วไปของน้ำตาล $C_6H_{12}O_6$ กับ $C_{12}H_{22}O_{11}$ เหมือนหรือต่างกัน อย่างไร
- ต่างกัน $C_6H_{12}O_6$ พบในน้ำตาลทราย ส่วน $C_{12}H_{22}O_{11}$ พบในน้ำตาลอุน
 - ต่างกัน $C_6H_{12}O_6$ คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ส่วน $C_{12}H_{22}O_{11}$ คือ น้ำตาลโมเลกุลคู่
 - เหมือนกัน $C_6H_{12}O_6$ และ $C_{12}H_{22}O_{11}$ เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วจะได้น้ำออกมา 1 โมเลกุล
 - เหมือนกัน $C_6H_{12}O_6$ และ $C_{12}H_{22}O_{11}$ มีสูตรโครงสร้างแบบหกเหลี่ยมทั้งหมด
21. พอลิแซ็กคาไรด์ชนิดใดต่างจากพวก
- ไคทิน
 - เพกติน
 - อะไมโลส
 - เซลลูโลส
22. ข้อใดกล่าวถึง หน้าที่และความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตต่อสิ่งมีชีวิต ได้ถูกต้อง
- แป้ง เป็นแหล่งอาหารสะสมที่พบในสัตว์
 - เซลลูโลสเป็นสารอินทรีย์ที่พบมากที่สุดในโลก ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของผนังเซลล์พืช
 - ไกลโคเจน เป็นโพลีแซ็กคาไรด์ที่เก็บไว้ในเซลล์ของพืช
 - เมื่อเรารับประทานเปลือกกุ้งจะได้รับคาร์โบไฮเดรตประเภทเพกติน
23. โดยทั่วไปโปรตีนแตกต่างจากไขมันและคาร์โบไฮเดรตอย่างไร
- ให้พลังงานมากกว่าในจำนวนกรัมเท่าๆ กัน
 - มีวิตามินสะสมอยู่ในโมเลกุลมากกว่า
 - ชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักมีจำนวนมากกว่า
 - เมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมี จะเรียกปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเหมือนกับไขมันแต่เรียกต่างกับคาร์โบไฮเดรต
24. เด็กชายหนึ่งอายุ 3 ปี ซึ่งเป็นเด็กที่มีพัฒนาการช้า แพทย์จึงวินิจฉัยว่า เด็กชายหนึ่งขาดสารอาหารประเภทโปรตีน แพทย์จึงแนะนำให้เด็กชายหนึ่งรับประทานกรดอะมิโน ถ้านักเรียนแพทย์จะแนะนำให้เด็กชายหนึ่งรับประทานกรดอะมิโนตัวใด
- ไอโซลิวซีน, กรดแอสปาดิก
 - อะละนีน, ทรีปโตเฟน
 - แอสปารากีน, ลิวซีน
 - อาร์จินีน, ฮิสติดีน
25. กำหนดสาร: $H_2NCH_2CONHCH_2CONHCH_2COOH$ สารนี้มีกรดอะมิโนกี่โมเลกุล
- 1
 - 2
 - 3
 - 4

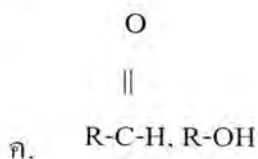
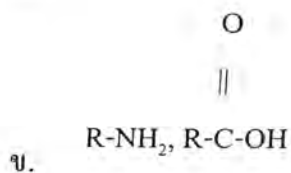
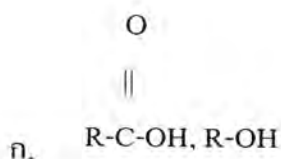
26. ข้อใดกล่าวถึง **ไขมัน ไม่ถูกต้อง**

- ก. สามารถละลายได้ดีในอีเทอร์ เบนซีน คลอโรฟอร์ม และเอทานอล
- ข. ประกอบด้วยธาตุ C, H และ O แต่มีอัตราส่วนจำนวนอะตอมของ H: O ไม่เท่ากับ 2: 1
- ค. กรดไขมันอิ่มตัว มีการจับกันของอะตอมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยว ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัว มีบางพันธะระหว่างอะตอมของการจับกันเป็นพันธะคู่ หรือพันธะสาม
- ง. กรดไขมันอิ่มตัวได้จากไขมันของพืช ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวได้จากสัตว์

27. ข้อใดกล่าวถึง **อนุพันธ์ของไขมัน ถูกต้อง**

- ก. เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างเหมือนกับไขมัน
- ข. มีสมบัติทางเคมีเหมือนไขมัน
- ค. ละลายได้ในแอลกอฮอล์
- ง. สเตอรอยด์จัดเป็นอนุพันธ์ของไขมัน สเตอรอยด์ที่พบทั่วไป คือ โกรทฮอร์โมน

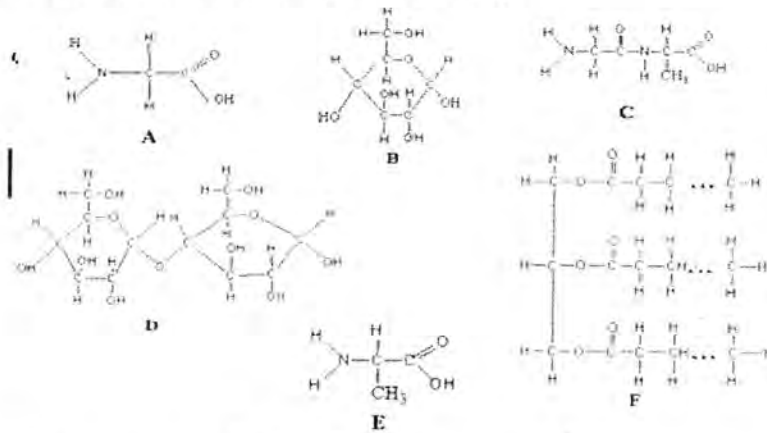
28. ครูจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนต่อแผ่นภาพโครงสร้างของไขมัน จากภาพนักเรียนคิดว่า โครงสร้างของไขมัน น่าจะตรงกับข้อใด



29. กรดไขมัน 21 โมเลกุล สร้างเป็นไขมันชนิดไตรกลีเซอไรด์ จะได้กี่โมเลกุล และต้องใช้กลีเซอรอลเท่าไร

- ก. ได้ 3 โมเลกุล ใช้กลีเซอรอล 7 โมเลกุล
- ข. ได้ 7 โมเลกุล ใช้กลีเซอรอล 7 โมเลกุล
- ค. ได้ 21 โมเลกุล ใช้กลีเซอรอล 7 โมเลกุล
- ง. ได้ 7 โมเลกุล ใช้กลีเซอรอล 21 โมเลกุล

30. อาหารชนิดใดที่มีเปอร์เซ็นต์ของโมเลกุล F ในภาพสูงสุด



ก. ขนหมู

ข. ผักคะน้า

ค. น้ำตาล

ง. เนย

31. ข้อใดกล่าวถึง นิวคลีโอไทด์ ได้ถูกต้อง

1. นิวคลีโอไทด์ ประกอบด้วย หมู่ฟอสเฟต น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม และเบสที่มีในโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
2. ส่วนของ backbone คือ ส่วนของเบสและน้ำตาล
3. เบสที่มีในโตรเจนเป็นองค์ประกอบ คือ พิวรีน และไพริมิดีน
4. ในส่วนของเบสนั้น A จะจับกับ T ด้วยพันธะสาม ส่วน C จะจับกับ G ด้วยพันธะสอง

ก. 1, 2

ข. 2, 3

ค. 2, 4

ง. 1, 3

32. ข้อใดคือความแตกต่างระหว่าง DNA และ RNA

	DNA	RNA
1.	Deoxyribose	Ribose
2.	U, T, C, G	A, T, C, G
3.	พบอยู่ทั่วไปในเซลล์	ส่วนใหญ่พบในนิวเคลียส
4.	มี 2 สาย	มี 1 สาย

ก. 1, 2

ข. 2, 3

ค. 1, 4

ง. 1, 2, 3

33. ข้อใดกล่าวถึง วิตามิน ได้ถูกต้อง

1. วิตามินเป็นสารที่ให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต
2. วิตามินเป็นสารที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยแต่ขาดไม่ได้
3. ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินได้
4. วิตามิน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์การละลาย

ก. 1, 2

ข. 2, 4

ค. 1, 3

ง. 1, 4

34. ข้อแตกต่างระหว่างวิตามินที่ละลายในน้ำ และวิตามินที่ละลายในไขมัน คือ

ข้อ	วิตามินที่ละลายในน้ำ	วิตามินที่ละลายในไขมัน
ก.	คงทนไม่สลายตัว	ไม่คงทนสลายตัวได้ง่าย
ข.	จำเป็นต้องได้รับจากอาหารทุกวัน	ไม่จำเป็นต้องได้รับจากอาหารทุกวัน
ค.	A, D, E, K	B, C
ง.	การขาดจะแสดงอาการผิดปกติช้า	การขาดจะแสดงอาการผิดปกติเร็ว

35. ลักษณะผิดปกติในข้อใดบ่งบอกว่าเป็นการขาดวิตามิน ดังแสดงในตารางได้ถูกต้อง

ก. ตาฝ้าฟางในเวลากลางคืน

ข. โรคกระดูกอ่อน

ค. โรคปากนกกระชอก

ง. โรคลักปิดลักเปิด

จ. ผิวหนังหยาบแห้งมีสีคล้ำ

	ขาด A	ขาด C	ขาด B ₂	ขาด B ₅	ขาด D
1.	ก	ง	ค	จ	ข
2.	ค	จ	ก	ข	ง
3.	จ	ค	ข	ง	จ
4.	ง	จ	ค	ก	ข

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

36. เมื่อทำการทดสอบน้ำมะนาวด้วยแถบทดสอบน้ำตาลในคนที่ เป็นโรคเบาหวานจะไม่เปลี่ยนสี แต่เมื่อไปทดสอบด้วยน้ำยาเบเนดิกต์จะเปลี่ยนไปเป็นสีเขียว ข้อใดเป็นคำตอบที่ได้จากการทดสอบน้ำตาลในน้ำมะนาว

ก. น้ำมะนาวมีฟรักโทส

ข. น้ำมะนาวมีซูโครส

ค. น้ำมะนาวมีกลูโคส

ง. น้ำมะนาวไม่มีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

37. ในการทดสอบสาร A B C ได้ผลดังนี้

สาร A ทดสอบกับ CuSO_4 ใน NaOH ได้สีม่วง

สาร B ทดสอบกับเบเนดิกต์ ได้สีส้ม

สาร C ทดสอบกับสารละลายไอโอดีน ไม่เปลี่ยนแปลง

สาร A B C น่าจะเป็นสารใดตามลำดับ

ก. ไข่ขาว อะซิตาลดีไฮด์ แป้ง

ข. กรดอะมิโน น้ำตาลทราย ไข่ขาว

ค. นมถั่วเหลือง กลูโคส น้ำตาลทราย

ง. โปรตีน แป้ง น้ำตาลทราย

38. ในการทดสอบสาร A B C ได้ผลดังนี้

สาร A กระดาษโปร่งแสง

สาร B ทดสอบกับเบเนดิกต์ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

สาร C ทดสอบกับสารละลายไอโอดีน ได้สีม่วง

สาร A B C น่าจะเป็นสารใดตามลำดับ

ก. มันหมู น้ำตาลทราย เพกติน

ข. กรดอะมิโน กลูโคส น้ำตาลทราย

ค. นมถั่วเหลือง เซลลูโลส แป้ง

ง. ไขมัน มะม่วงกวน น้ำ

39. อาหารจานใดให้ค่าพลังงานสูงสุดและจานใดเหมาะสมสำหรับลดน้ำหนักตัวตามลำดับ

อาหารจาน	สัดส่วนของอาหาร (กรัม)		
	ไขมัน	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต
1	20	350	120
2	30	400	10
3	60	200	165
4	80	250	200

ก. 1, 3

ข. 3, 1

ค. 1, 2

ง. 4, 2

40. กล้วยหนัก 100 กรัม มีคาร์โบไฮเดรต 20 กรัม ไขมัน 0.5 กรัม และโปรตีน 1 กรัม ถ้ากินกล้วย

250 กรัม จะได้พลังงานคาร์โบไฮเดรตกี่กิโลแคลอรี

ก. 50 กิโลแคลอรี

ข. 100 กิโลแคลอรี

ค. 175 กิโลแคลอรี

ง. 200 กิโลแคลอรี

เฉลย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา
เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต จำนวน 40 ข้อ

- | | |
|-------|-------|
| 1. ค | 21. ง |
| 2. ค | 22. ค |
| 3. ก | 23. ก |
| 4. ข | 24. ข |
| 5. ง | 25. ก |
| 6. ข | 26. ง |
| 7. ข | 27. ง |
| 8. ค | 28. ค |
| 9. ง | 29. ก |
| 10. ก | 30. ค |
| 11. ค | 31. ก |
| 12. ง | 32. ง |
| 13. ค | 33. ค |
| 14. ง | 34. ง |
| 15. ก | 35. ค |
| 16. ข | 36. ค |
| 17. ง | 37. ก |
| 18. ค | 38. ค |
| 19. ข | 39. ค |
| 20. ก | 40. ก |

ตารางที่ 11 แสดงคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (40 คะแนน)

ลำดับที่ คะแนน	คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์		ลำดับที่ คะแนน	คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	
	คะแนนที่ได้	ร้อยละของคะแนน		คะแนนที่ได้	ร้อยละของคะแนน
1	33	82.50	80	31	77.50
2	28	70.00	90	29	72.50
3	35	87.50	85	38	95.00
4	31	77.50	90	31	77.50
5	28	70.00	85	37	92.50
6	30	75.00	70	33	82.50
7	32	80.00	85	31	77.50
8	30	75.00	80	34	85.00
9	25	62.50	95	30	75.00
10	28	70.00	90	31	77.50
11	30	75.00	85	33	82.50
12	32	80.00	90	32	80.00
13	35	87.50	90	28	70.00
14	30	75.00	80	38	95.00
15	32	80.00	80	31	77.50
16	37	92.50	85	37	92.50
17	28	70.00	90	29	72.50
18	27	67.50	70	32	80.00
19	30	75.00	80	35	87.50
20	33	82.50	90	34	85.00
คะแนนเฉลี่ย	31.70		คิดเป็น ร้อยละ	79.08	
จำนวน นักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 75	31			77.50	

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	ระดับพฤติกรรม (ข้อ)				รวมจำนวนข้อ
			ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	และประเมิน	
1. เอนไซม์	1. อธิบายความหมายและลักษณะทั่วไปของเอนไซม์ได้	2	-	1 (1)	-	-	6
	2. อธิบายสมบัติเอนไซม์ได้		-	2 (2,3)	-	-	
	3. อธิบายสมมติฐานที่เป็นกลไกในการเกิดเอนไซม์-สับสเตรตคอมเพลกซ์		-	-	-	1 (4)	
	4. อธิบายเกี่ยวกับการยับยั้งเอนไซม์		-	2 (5, 6)	-	-	
2. ปฏิกริยาภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต	5. อธิบายปฏิกริยาเคมีภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้	2	-	2 (7,8)	-	-	5
	6. จำแนกประเภทของปฏิกริยาเคมีภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้		-	1 (9)	-	-	
	7. อธิบายลักษณะและการเกิดปฏิกริยาภายในเซลล์ได้		-	2 (10, 11)	-	-	
3. สารอินทรีย์และสารอินทรีย์	8. อธิบายความหมายของสารอินทรีย์ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้	2	-	2 (12, 13)	-	-	6
	9. อธิบายถึงความสำคัญของสารอินทรีย์ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้		-	-	1 (14)	-	

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	ระดับพฤติกรรม (ข้อ)				รวม จำนวน ข้อ
			จำแนก เนื้อหา	จำแนก เนื้อหา	จำแนก เนื้อหา	จำแนก เนื้อหา	
3. สารอินทรีย์และสารอินทรีย์ (ต่อ)	10. อธิบายความหมายของสารอินทรีย์ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต		-	1 (15)	-	-	
	11. ยกตัวอย่างสารชีวโมเลกุลที่พบในสิ่งมีชีวิตได้		-	1 (16)	-	-	
	12. ระบุหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์บางชนิดได้		-	1 (17)	-	-	
4. คาร์โบไฮเดรต	13. อธิบายความหมายของคาร์โบไฮเดรตได้	2	-	1 (18)	-	-	6
	14. อธิบายชนิดของคาร์โบไฮเดรตได้		1 (19)	-	-	1 (20)	
	15. ระบุแหล่งของคาร์โบไฮเดรต		-	-	-	1 (21)	
	16. อธิบายหน้าที่และความสำคัญของคาร์โบไฮเดรตต่อสิ่งมีชีวิตได้		1 (22)	-	-	-	
5. โปรตีน	17. อธิบายความหมายหรือลักษณะสำคัญของโปรตีนได้	1	-	-	-	1 (23)	3
	18. อธิบายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของกรดอะมิโน		-	-	1 (24)	-	
	19. อธิบายสูตรโครงสร้างทั่วไปของกรดอะมิโนได้		-	-	1 (25)	-	

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	ระดับพฤติกรรม (ข้อ)				รวมจำนวนข้อ
			ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
6. ไขมัน (ต่อ)	20. อธิบายความหมายหรือลักษณะสำคัญของไขมันได้	2	-	2 (26,27)	-	-	5
	21. อธิบายสูตรโครงสร้างทั่วไปของไขมันได้		-	1 (28)	-	-	
	22. นำความรู้ที่ได้จากเรื่องไขมันไปใช้ในชีวิตประจำวัน		-	1 (29)	1 (30)	-	
7. กรดนิวคลีอิกและวิตามิน	23. อธิบายความหมายและลักษณะสำคัญของกรดนิวคลีอิกได้	2	-	1 (31)	-	-	5
	24. แบ่งกลุ่มและจัดประเภทของกรดนิวคลีอิกได้		-	-	-	1 (32)	
	25. อธิบายความหมายของวิตามินได้		-	1 (33)	-	-	
	26. แบ่งกลุ่มและจัดประเภทของวิตามิน		-	-	-	1 (34)	
	27. อธิบายได้ว่าวิตามินมีหน้าที่และความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต		-	1 (35)	-	-	
8. การทดสอบสารอาหาร	28. อธิบายเกี่ยวกับการทดสอบสารอาหารและการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจากการทดลองของสารอาหารประเภท	2	-	1 (36)	2 (37, 38)	-	5

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	ระดับพฤติกรรม (ข้อ)				รวม จำนวน ข้อ
			จำแนกผู้เรียน	จำแนกเวลา	จำแนกผู้เรียน	จำแนกเวลา	
8. การทดสอบสารอาหาร (ต่อ)	คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และวิตามิน						
	29. นำความรู้ที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้		-	-	2 (39, 40)	-	
รวม		15	2	24	8	6	40

ตารางที่ 13 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		1	2	3	4	5		
1. อธิบายความหมายและลักษณะทั่วไปของเอนไซม์ได้	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2. อธิบายสมบัติเอนไซม์ได้	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3. อธิบายสมมติฐานที่เป็นกลไกในการเกิดเอนไซม์ - สับสเตรตคอมเพลกซ์	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4. อธิบายเกี่ยวกับการยับยั้งเอนไซม์	5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	6	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
5. อธิบายปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้	7	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
6. จำแนกประเภทของปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7. อธิบายลักษณะและการเกิดปฏิกิริยาภายในเซลล์ได้	10	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
	11	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
8. อธิบายความหมายของสารอินทรีย์ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้	12	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
	13	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
9. อธิบายถึงความสำคัญของสารอินทรีย์ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10. อธิบายความหมายของสารอินทรีย์ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้	15	+1	-1	0	+1	+1	2	0.4*
11. ยกตัวอย่างสารชีวโมเลกุลที่พบในสิ่งมีชีวิตได้	16	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6

ตารางที่ 13 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) วิชาชีววิทยา เรื่องเคมี
พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		1	2	3	4	5		
12. ระบุหมู่ฟังก์ชันของสารอินทรีย์บางชนิดได้	17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13. อธิบายความหมายของคาร์โบไฮเดรตได้	18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14. อธิบายชนิดของคาร์โบไฮเดรตได้	19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	20	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
15. ระบุแหล่งของคาร์โบไฮเดรตชนิดต่างๆ ได้	21	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
17. อธิบายความหมายหรือลักษณะสำคัญของโปรตีนได้	23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
18. อธิบายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของกรดอะมิโนได้	24	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
19. อธิบายสูตรโครงสร้างทั่วไปของกรดอะมิโนได้	25	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
20. อธิบายความหมายหรือลักษณะสำคัญของไขมันได้	26	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
	27	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
21. อธิบายสูตรโครงสร้างทั่วไปของไขมันได้	28	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
	29	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
22. นำความรู้ที่ได้จากเรื่องไขมันไปใช้ในชีวิตประจำวัน	30	0	+1	0	0	+1	2	0.4*
23. อธิบายความหมายและลักษณะสำคัญของกรดนิวคลีอิกได้	31	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
24. แบ่งกลุ่มและจัดประเภทของกรดนิวคลีอิกได้	32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 13 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) วิชาชีววิทยา เรื่องเคมี
พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
		1	2	3	4	5		
25. อธิบายความหมายของวิตามินได้	33	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
26. แบ่งกลุ่มและจัดประเภทของวิตามิน	34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
27. อธิบายได้ว่าวิตามินมีหน้าที่ และ ความสำคัญอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต	35	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
28. อธิบายเกี่ยวกับการทดสอบสารอาหาร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการ ทดลองของสารอาหารประเภท คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และวิตามิน	36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
29. นำความรู้ที่ได้จากการทดลองไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	40	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8

หมายเหตุ

* หมายถึง ค่า IOC ที่ไม่ผ่านการตรวจพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปรับปรุงตาม
คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว

ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	อำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	อำนาจจำแนก (r)
1	0.53	0.40	21	0.50	0.30
2	0.55	0.50	22	0.58	0.30
3	0.63	0.60	23	0.68	0.40
4	0.66	0.60	24	0.68	0.30
5	0.42	0.40	25	0.58	0.50
6	0.58	0.40	26	0.39	0.60
7	0.63	0.30	27	0.45	0.40
8	0.53	0.30	28	0.61	0.70
9	0.53	0.60	29	0.32	0.40
10	0.61	0.70	30	0.61	0.50
11	0.39	0.40	31	0.74	0.40
12	0.32	0.50	32	0.42	0.60
13	0.32	0.30	33	0.37	0.60
14	0.47	0.40	34	0.37	0.40
15	0.58	0.50	35	0.58	0.40
16	0.53	0.30	36	0.32	0.30
17	0.53	0.30	37	0.53	0.20
18	0.29	0.40	38	0.42	0.40
19	0.53	0.60	39	0.58	0.50
20	0.61	0.40	40	0.42	0.50

ความเชื่อมั่น (KR-20) = 0.85

ค่าความยากง่าย 0.29 - 0.74

ค่าอำนาจจำแนก 0.30 - 0.70

ภาคผนวก จ

- แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- การหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดเกี่ยวกับความรู้สึก ความคิดเห็น ความพึงพอใจ ความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ โดยมีข้อความให้นักเรียนอ่านเพื่อแสดงความรู้สึก หรือความคิดเห็น ความรู้สึกชอบ ไม่ชอบเหมือนกับข้อความที่กำหนดให้หรือไม่และมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งคำตอบของนักเรียน แต่ละคนไม่มีถูก หรือผิด เพราะนักเรียนแต่ละคนย่อมมีความรู้สึก และความคิดเห็นที่ไม่เหมือนกัน ขอให้นักเรียนทุกคนตอบแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของตนเองให้มากที่สุด

มาตราส่วนที่กำหนดให้มีดังต่อไปนี้

ข้อความเชิงนิมาน (ทางบวก)

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน

ข้อความเชิงนิเสธ (ทางลบ)

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	1	คะแนน
เห็นด้วย	ให้	2	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ให้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้	4	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้	5	คะแนน

ในข้อหนึ่งๆ จะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 5 ช่อง ขอให้ให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อ เมื่อเห็นว่าตรงกับความคิดเห็น หรือตรงกับความรู้สึกที่ตัวเองชอบ ให้ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องคำตอบที่ต้องการหลังข้อความที่ตนเองได้พิจารณาแล้ว

ตัวอย่าง

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง
01. ฉันชอบ และอยากจะเรียนวิทยาศาสตร์			✓		
02. รู้สึกว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต	✓				

ขอให้นักเรียนจงพยายามตอบให้ตรงกับความรู้สึก หรือความคิดเห็นที่แท้จริงให้มากที่สุด คำตอบจะไม่กระทบต่อผลการเรียนของนักเรียน ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง
1. รู้สึกสนุกสนานกับกิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์ (+)					
2. การทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าเบื่อหน่าย (-)					
3. รู้สึกชอบวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (+)					
4. ข้าพเจ้าไม่เข้าใจเลยว่าทำไมบางคนจึงเสียเวลาไปสนุกกับวิทยาศาสตร์ (-)					
5. การเรียนวิทยาศาสตร์ ช่วยให้เกิดความคิดแปลกใหม่ ทำให้เรากล้าคิด กล้าแสดงออกมากขึ้น (+)					
6. รู้สึกว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ยาก และอยู่ไกลตัว (-)					
7. วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และสามารถนำไปใช้ได้ (+)					
8. ข้าพเจ้ารู้สึกว่าไม่ได้รับความสนใจจากครูวิทยาศาสตร์ เมื่อนำปัญหาวิทยาศาสตร์ไปปรึกษาครู (-)					
9. รู้สึกว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ ทำให้เราอยากรู้อยากเห็นในเรื่องปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ (+)					
10. การเรียนวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน (-)					
11. การแสดงทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความรู้สึกที่ท้าทายความคิด อยากรทดลอง อยากค้นคว้าหาความจริง (+)					

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง
12. บิดามารดาของข้าพเจ้าไม่เคยสนใจว่าข้าพเจ้าจะเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดีเพียงใด ขอแต่เพียงให้สอบผ่านก็พอแล้ว (-)					
13. มีความรู้สึกว่าวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต (+)					
14. ในอนาคตการทำงานของข้าพเจ้าไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เลย (-)					
15. การเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนได้มีโอกาส แสดงความคิดเห็นของตนเองและได้ร่วมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นด้วย (+)					
16. ฉันหวังว่าจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อย หลังจากเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แล้ว (-)					
17. รู้สึกว่าชอบคำตอบที่หลากหลาย และความยืดหยุ่นได้ของปัญหา มากกว่าคำตอบเดียว และตายตัว (+)					
18. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่แย่ที่สุดสำหรับข้าพเจ้า (-)					
19. รู้สึกพอใจในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดได้อย่างต่อเนื่อง จากง่ายไปหายาก (+)					
20. วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับผู้ชายมากกว่าผู้หญิง (-)					
21. รู้สึกว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราว หรือสิ่งที่สามารถพิสูจน์ได้ (+)					
22. ข้าพเจ้าไม่มีความสุขเลยในการร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ (-)					



เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง
23. ได้รับความรู้ และประโยชน์จากการร่วม กิจกรรมการแสดงผลงานทางวิทยาศาสตร์ (+)					
24. หลักการ และทฤษฎีต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่แน่นอนตายตัว เปลี่ยนแปลงไม่ได้ (-)					
25. มีความพึงพอใจ อนาคตอยากจะทำประกอบ อาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (+)					
26. ข้าพเจ้ารู้สึกทุกข์ใจ และลำบากใจ หากได้รับ คัดเลือกเป็นตัวแทนในการแข่งขันกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์ (-)					
27. รู้สึกว่าทุกๆ สิ่งไม่แน่นอนตายตัวย่อมมีการ เปลี่ยนแปลงได้ (+)					
28. ข้าพเจ้าไม่อยากเป็นหัวหน้ากลุ่มในการ ทำงานกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (-)					
29. รู้สึกว่าตัวเองมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน วิทยาศาสตร์ (+)					
30. ข้าพเจ้าอยากใช้เวลาในแต่ละกิจกรรมหมด ไปเร็ว (-)					
31. นักเรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไป และอยากเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น (+)					
32. การเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ไม่ช่วยให้ข้าพเจ้าเกิด ความคิดแปลกใหม่เลย (-)					

ตารางที่ 15 แสดงคะแนนทดสอบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	97	145	21	98	141
2	99	145	22	83	138
3	99	143	23	91	140
4	88	145	24	93	160
5	107	143	25	85	138
6	96	149	26	98	147
7	80	147	27	98	160
8	106	145	28	104	141
9	82	144	29	75	145
10	90	144	30	106	160
11	92	148	31	83	144
12	89	145	32	104	148
13	86	146	33	82	142
14	87	145	34	106	145
15	101	160	35	94	141
16	93	141	36	100	137
17	80	155	37	104	156
18	97	145	38	101	152
19	89	139	39	87	139
20	95	147	40	102	137

	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ค่าเฉลี่ย	93.68	163.85
S.D.	8.56	6.80
Min	90.94	96.41
Max	161.67	166.03

ตารางที่ 16 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์ (IOC) วิชาชีววิทยา เรื่องเคมี
พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	คะแนนความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	1	2	3	4	5		
1. รู้สึกสนุกสนานกับกิจกรรมการแสดงทาง วิทยาศาสตร์ (+)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2. การทดลองทางวิทยาศาสตร์น่าเบื่อหน่าย (-)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3. รู้สึกชอบวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (+)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4. เข้าใจไม่เข้าใจเลยว่าทำไมบางคนจึงเสียเวลา ไปสนุกกับวิทยาศาสตร์ (-)	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
5. การเรียนวิทยาศาสตร์ ช่วยให้เกิดความคิดแปลก ใหม่ ทำให้เรากล้าคิด กล้าแสดงออกมากขึ้น (+)	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
6. รู้สึกว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องยากและอยู่ไกลตัว (-)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7. วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว มีความเกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน และสามารถนำไปใช้ได้ (+)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8. เข้าใจรู้สึกว่าไม่ได้รับความสนใจจากครู วิทยาศาสตร์ เมื่อนำปัญหาวิทยาศาสตร์ไปปรึกษา ครู (-)	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
9. รู้สึกว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ ทำให้ เราอยากรู้อยากเห็นในเรื่องปรากฏการณ์ธรรมชาติ ต่างๆ (+)	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
10. การเรียนวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับการ ดำเนินชีวิตประจำวัน (-)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
11. การแสดงทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความรู้สึก ที่ท้าทายความคิด อยากรทดลอง อยากค้นคว้าหา ความจริง (+)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 16 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์ (IOC) วิชาชีววิทยา เรื่องเคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	1	2	3	4	5		
12. บิดามารดาของข้าพเจ้าไม่เคยสนใจว่าข้าพเจ้าจะเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดีเพียงใด ขอแต่เพียงให้สอบผ่านก็พอแล้ว (-)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13. มีความรู้สึกว้าวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต (+)	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
14. ในอนาคตการทำงานของข้าพเจ้าไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เลย (-)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
15. การเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนได้มีโอกาส แสดงความคิดเห็นของตนเองและได้ร่วมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่นด้วย (+)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
16. ฉันหวังว่าจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อย หลังจากเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แล้ว (-)	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
17. รู้สึกว่าชอบคำตอบที่หลากหลาย และความยืดหยุ่นได้ของปัญหา มากกว่าคำตอบเดียว และตายตัว (+)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
18. วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่แย่ที่สุดสำหรับข้าพเจ้า (-)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
19. รู้สึกพอใจในการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ซึ่งจัดได้อย่างต่อเนื่อง จากง่ายไปหายาก (+)	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
20. วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับผู้ชายมากกว่าผู้หญิง (-)	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8

ตารางที่ 16 แสดงค่าความสอดคล้องระหว่างแบบวัดกับจุดประสงค์ (IOC) วิชาชีววิทยา เรื่องเคมี
พื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	คะแนนความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC
	1	2	3	4	5		
21. รู้สึกว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราว หรือสิ่งที่สามารถพิสูจน์ได้ (+)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
22. ข้าพเจ้าไม่มีความสุขเลยในการร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ (-)	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
23. ได้รับความรู้ และประโยชน์จากการร่วมกิจกรรมการแสดงการสาธิตทางวิทยาศาสตร์ (+)	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
24. หลักการ และทฤษฎีต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่แน่นอนตายตัว เปลี่ยนแปลงไม่ได้ (-)	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
25. มีความพึงพอใจ อนาคตอยากประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (+)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
26. ข้าพเจ้ารู้สึกทุกข์ใจ และลำบากใจ หากได้รับคัดเลือกเป็นตัวแทนในการแข่งขันกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ (-)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
27. รู้สึกว่าทุกสิ่งที่ไม่แน่นอนตายตัวย่อมมีการเปลี่ยนแปลงได้ (+)	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6
28. ข้าพเจ้าไม่อยากเป็นหัวหน้ากลุ่มในการทำงานกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ (-)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
29. รู้สึกว่าตัวเองมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนวิทยาศาสตร์ (+)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
30. ข้าพเจ้าอยากให้เวลาทำกิจกรรมหมดไปเร็ว (-)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
31. นักเรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไป และอยากเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น (+)	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
32. การเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ไม่ช่วยให้ข้าพเจ้าเกิดความคิดแปลกใหม่เลย (-)	+1	-1	+1	+1	+1	3	0.6

ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	อำนาจจำแนก (r)
1	0.29	17	0.31
2	0.31	18	0.27
3	0.31	19	0.61
4	0.33	20	0.61
5	0.40	21	0.47
6	0.44	22	0.45
7	0.44	23	0.30
8	0.40	24	0.40
9	0.36	25	0.31
10	0.33	26	0.43
11	0.65	27	0.43
12	0.44	28	0.40
13	0.36	29	0.45
14	0.38	30	0.35
15	0.33	31	0.44
16	0.32	32	0.48

ความเชื่อมั่น (KR-20) = 0.87

ค่าอำนาจจำแนก 0.27 - 0.65

ภาคผนวก ก

- แบบบันทึกประจำวันของผู้วิจัย
- ตัวอย่างแบบบันทึกประจำวันของผู้วิจัย

แบบบันทึกประจำวันของครู

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning: PBL) สาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สอนโดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....จำนวน.....

จัดกิจกรรมการเรียนรู้วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง แบบบันทึกประจำวันของครู เป็นแบบบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปประกอบการพิจารณา ปรับปรุง แก้ไข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1. ขั้นตอนกำหนดปัญหา

[illegible]

2. ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา

[illegible]

3. ขั้นตอนในการศึกษาค้นคว้า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตอนการระดมความรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ขั้นสรุปองค์ความรู้และประเมินค่าคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. แนะนำเสนอและประเมินผลงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อสังเกตอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น)

ผู้จัดการเรียนรู้

ตัวอย่างแบบบันทึกประจำวันของผู้วิจัย

แบบบันทึกประจำวันของครู

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning: PBL)

ตารางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สอนโดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ๖ เรื่อง การดำรงชีพอย่างพอเพียง จำนวน ๒ คาบ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้วันที่.....เดือน.....ปี พ.ศ. ๒๕๕๔

คำชี้แจง แบบบันทึกประจำวันของครู เป็นแบบบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปประกอบการพิจารณา ปรับปรุง แก้ไข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1. ขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. Identifikasi Masalah
 2. Pengumpulan Data
 3. Penyusunan Laporan
 4. Pengujian
 5. Penyimpulan
 6. Pengulangan
 7. Pengulangan
 8. Pengulangan
 9. Pengulangan
 10. Pengulangan
 11. Pengulangan
 12. Pengulangan
 13. Pengulangan
 14. Pengulangan
 15. Pengulangan
 16. Pengulangan
 17. Pengulangan
 18. Pengulangan
 19. Pengulangan
 20. Pengulangan
 21. Pengulangan
 22. Pengulangan
 23. Pengulangan
 24. Pengulangan
 25. Pengulangan
 26. Pengulangan
 27. Pengulangan
 28. Pengulangan
 29. Pengulangan
 30. Pengulangan
 31. Pengulangan
 32. Pengulangan
 33. Pengulangan
 34. Pengulangan
 35. Pengulangan
 36. Pengulangan
 37. Pengulangan
 38. Pengulangan
 39. Pengulangan
 40. Pengulangan
 41. Pengulangan
 42. Pengulangan
 43. Pengulangan
 44. Pengulangan
 45. Pengulangan
 46. Pengulangan
 47. Pengulangan
 48. Pengulangan
 49. Pengulangan
 50. Pengulangan
 51. Pengulangan
 52. Pengulangan
 53. Pengulangan
 54. Pengulangan
 55. Pengulangan
 56. Pengulangan
 57. Pengulangan
 58. Pengulangan
 59. Pengulangan
 60. Pengulangan
 61. Pengulangan
 62. Pengulangan
 63. Pengulangan
 64. Pengulangan
 65. Pengulangan
 66. Pengulangan
 67. Pengulangan
 68. Pengulangan
 69. Pengulangan
 70. Pengulangan
 71. Pengulangan
 72. Pengulangan
 73. Pengulangan
 74. Pengulangan
 75. Pengulangan
 76. Pengulangan
 77. Pengulangan
 78. Pengulangan
 79. Pengulangan
 80. Pengulangan
 81. Pengulangan
 82. Pengulangan
 83. Pengulangan
 84. Pengulangan
 85. Pengulangan
 86. Pengulangan
 87. Pengulangan
 88. Pengulangan
 89. Pengulangan
 90. Pengulangan
 91. Pengulangan
 92. Pengulangan
 93. Pengulangan
 94. Pengulangan
 95. Pengulangan
 96. Pengulangan
 97. Pengulangan
 98. Pengulangan
 99. Pengulangan
 100. Pengulangan

2. ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา

1. အခြေခံအားဖြင့် မြန်မာနိုင်ငံတော်၏ အဓိက
 နယ်လေးခုမှာ မြန်မာနိုင်ငံတော်၏ အဓိက
 နယ်လေးခုမှာ မြန်မာနိုင်ငံတော်၏ အဓိက

3. ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนทุกคนควรจดบันทึกขั้นตอนการค้นคว้า และควรจดรายละเอียดของข้อค้นพบที่ได้จากขั้นตอนการค้นคว้า " ใช้เวลาช่วงนี้ให้เต็มที่จนกว่าพอใจ " (อาจปรึกษากับครูตามใจชอบ) นักเรียนจากทุกกลุ่มควรเลือก 1 เรื่องที่ตนเองสนใจมากที่สุด (อาจเลือกจากหัวข้อที่ตนเองสนใจ) แล้วนำเสนอต่อที่ประชุมครูและนักเรียน โดยครูควรให้คำแนะนำและชี้แจงข้อสงสัยของนักเรียน ครูควรเน้นย้ำว่าขั้นตอนการค้นคว้าครั้งนี้เป็นการฝึกฝนทักษะการคิดค้นคว้า ไม่ใช่การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครูควรเน้นย้ำว่าขั้นตอนการค้นคว้าครั้งนี้เป็นการฝึกฝนทักษะการคิดค้นคว้า ไม่ใช่การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครูควรเน้นย้ำว่าขั้นตอนการค้นคว้าครั้งนี้เป็นการฝึกฝนทักษะการคิดค้นคว้า ไม่ใช่การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ขั้นถ่ายทอดความรู้

นักเรียนทุกคนควรนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากขั้นตอนการค้นคว้า (ใช้เวลานี้ให้เต็มที่จนกว่าพอใจ) (อาจปรึกษากับครูตามใจชอบ) นักเรียนจากทุกกลุ่มควรเลือก 1 เรื่องที่ตนเองสนใจมากที่สุด (อาจเลือกจากหัวข้อที่ตนเองสนใจ) แล้วนำเสนอต่อที่ประชุมครูและนักเรียน โดยครูควรให้คำแนะนำและชี้แจงข้อสงสัยของนักเรียน ครูควรเน้นย้ำว่าขั้นตอนการค้นคว้าครั้งนี้เป็นการฝึกฝนทักษะการคิดค้นคว้า ไม่ใช่การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. ขั้นสรุปองค์ความรู้และประเมินค่าคำตอบ

นักเรียนทุกคนควรนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากขั้นตอนการค้นคว้า (ใช้เวลานี้ให้เต็มที่จนกว่าพอใจ) (อาจปรึกษากับครูตามใจชอบ) นักเรียนจากทุกกลุ่มควรเลือก 1 เรื่องที่ตนเองสนใจมากที่สุด (อาจเลือกจากหัวข้อที่ตนเองสนใจ) แล้วนำเสนอต่อที่ประชุมครูและนักเรียน โดยครูควรให้คำแนะนำและชี้แจงข้อสงสัยของนักเรียน ครูควรเน้นย้ำว่าขั้นตอนการค้นคว้าครั้งนี้เป็นการฝึกฝนทักษะการคิดค้นคว้า ไม่ใช่การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. ขั้มนำเสนอและประเมินผลงาน

คัดลอกและคัดลอกข้อมูลในการออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยดำเนินการ
คัดลอกออกมา 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 6, 7, 8 และ 9 คัดลอกและคัดลอก
งานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้
คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้
คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้

ข้อสังเกตอื่นๆ

ในการคัดลอกข้อมูลต่างๆ ล้วนรับจาก คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้
คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้
คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้
คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้
คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้
คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้
คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้
คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้ คัดลอกและคัดลอกงานที่ตนเองได้

ลงชื่อ.....

(นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น)

ผู้จัดการเรียนรู้

ภาคผนวก ข

- แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูโดยผู้ร่วมวิจัย
- ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูโดยผู้ร่วมวิจัย

2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ชั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ขั้นสังเคราะห์ความรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ขั้นสรุปองค์ความรู้และประเมินค่าคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ช้้นนำเสนอและประเมินผลงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวรัตติกาล ท้วมบัว)

ผู้ร่วมวิจัย

ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูโดยผู้ร่วมวิจัย

แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู

โรงเรียน.....พระปฐมวิทยาลัย.....
 สังเกตครั้งที่ 2 วันที่ 16 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2553
 เรื่องที่สอน ปฏิบัติการวัดค่าแรงโน้มถ่วงโดยใช้ลูกตุ้ม ม.4/3 จำนวน 2 ชั่วโมง
 ครูผู้สอน นางสาว พิธีจันทร์ ชูกสิมสังเกตที่ 525
 โรงเรียน พระปฐมวิทยาลัย

1. แบบสังเกตการสอนของครูฉบับนี้ ใช้สำหรับสังเกตการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครูผู้สอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมี 6 ขั้นตอน
2. ขอให้ผู้สังเกตพิจารณาการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครู พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดการสังเกตในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอน
3. ขอให้ผู้สังเกตให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ของครู รวมทั้งการใช้คำถามของครู คำถาม-คำตอบของนักเรียน

ข้อสังเกต

1. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ขั้นกำหนดปัญหา

ครูใช้สื่อประกอบและอธิบาย เช่น รูปภาพ คลิปตามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ และให้นักเรียนช่วยกันหาข้อมูลเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วง นักเรียนเกิดอาการงงสงสัยไม่เข้าใจ

2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ครูใช้สื่อคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนติดตาม และให้นักเรียน
ร่วมกันทำใบงานที่ครูได้จัดเตรียมไว้ให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วย
กันทำงานเพื่อนำคำตอบ

3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้รับมอบหมายกับครูเปิดดูปฏิทินตาม
ในปฏิทินได้ทำ โดยครูมีประเด็นชวนให้คิดต่าง ๆ จนกระทั่งการ
นักเรียนสังเกตข้อใจ และข้อใจเพื่อในสิ่งที่ครูอธิบาย นักเรียนแต่ละ
กลุ่มแบ่งหน้าที่ทำใบงานกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดี ครูคอยสังเกตและ
ติดตามให้นักเรียนเข้าใจตามข้อสงสัย จนกระทั่งการ

4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ขั้นสังเคราะห์ความรู้

นักเรียนในแต่ละกลุ่ม ร่วมกันอภิปราย เพื่อหาคำตอบ และ
ออกแบบ-ประดิษฐ์โมเดลสรุปผล จากความรู้ที่ได้อภิปราย
จากครูผู้สอน

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ขั้นสรุปองค์ความรู้และประเมินค่าคำตอบ

นำสิ่งที่นักเรียน นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันตรวจสอบข้อสงสัย
ที่ได้ เพื่อหาข้อสรุปและนำเสนอให้นักเรียน

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ชำนาญเสนอและประเมินผลงาน

นักเรียนที่ได้จบ การวัดผลได้ 0.00 จากจำนวน 4 กลุ่ม
นักเรียนที่เรียนได้ 0.00 ได้จบการวัดผล 0.00 ได้จบการวัดผล 0.00
ที่ไม่ได้เรียน 0.00 จากการวัดผล 0.00 ได้จบการวัดผล 0.00
การวัดผลได้ 0.00 จากการวัดผล 0.00 ได้จบการวัดผล 0.00
จาก 0.00 ได้จบการวัดผล 0.00 ได้จบการวัดผล 0.00

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

- ควรปรับปรุงวิธีการที่ กระบวนการเรียน ได้มีการวัดผล
หรือ วิธีการที่ กระบวนการเรียน ได้มีการวัดผล
- เวลาในการเรียน การเรียนต่าง ๆ หลังจากได้ปรับปรุง
แบบที่ 1 แล้ว 0.00 ได้จบการวัดผล 0.00 ได้จบการวัดผล 0.00

ลงชื่อ..... อติพร ทวีชัย

(นางสาวรัตติกาล ทวีชัย)

ผู้ร่วมวิจัย

ภาคผนวก ข

- แบบสัมภาษณ์นักเรียน
- ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning: PBL)

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สอนโดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง จำนวน.....

จัดกิจกรรมการเรียนรู้วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

คำชี้แจง , ให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริงขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปประกอบการพิจารณา ปรับปรุง แก้ไข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป ไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน

1. ในการเรียนชั่วโมงนี้นักเรียนชอบหรือไม่ เพราะเหตุใด

- ☐ ชอบ เพราะ.....
-
- ☐ ไม่ชอบ เพราะ.....
-

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้ นักเรียนคิดว่าเป็นอย่างไร

- ☐ กิจกรรมที่ชอบ คือ.....
- เพราะ.....
- ☐ กิจกรรมที่ไม่ชอบ คือ.....
- เพราะ.....

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างไร

- ☐ ขั้นตอนกิจกรรมที่ชอบ คือ.....
- เพราะ.....
- ☐ ขั้นตอนกิจกรรมที่ไม่ชอบ คือ.....
- เพราะ.....

4. สื่อการเรียนการสอนเป็นอย่างไร

☐ สื่อการเรียนการสอนที่ชอบ คือ.....

เพราะ.....

☐ สื่อการเรียนการสอนที่ไม่ชอบ คือ.....

เพราะ.....

5. ขณะปฏิบัติการสอนครูอธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมชัดเจนหรือไม่

☐ ชัดเจน ในกิจกรรม.....

☐ ไม่ชัดเจน ในกิจกรรม.....

ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning: PBL)

ตารางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สอนโดย นางสาวพัชรินทร์ ชุกถิ่น
แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... 8 เรื่อง..... การทดลองค่าคงที่ของแก๊ส..... จำนวน..... 2 ชั่วโมง
จัดกิจกรรมการเรียนรู้วันที่..... 18 เดือน..... สิงหาคม..... พ.ศ..... 2564

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริงขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไป
ประกอบการพิจารณา ปรับปรุง แก้ไข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป
ให้มีผลต่อคะแนนของนักเรียน

1. ในการเรียนชั่วโมงนี้นักเรียนชอบหรือไม่ เพราะเหตุใด

- ☒ ชอบ เพราะ..... ได้ทำอาหาร " ข้าวต้มปลาหมึก " แล้วให้นักเรียนช่วยกันชิม
..... และนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำอาหารให้คนอื่นชิม ทำให้เด็กได้เรียนรู้และ
..... ไม่ชอบ เพราะ.....
.....

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้ นักเรียนคิดว่าเป็นอย่างไร

- ☒ กิจกรรมที่ชอบ คือ..... การทดลอง
..... เพราะ..... ได้เห็นและได้สัมผัสกับของจริง ได้ทดลองให้คนอื่นชิม
..... กิจกรรมที่ไม่ชอบ คือ.....
..... เพราะ.....

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างไร

- ☒ ขั้นตอนกิจกรรมที่ชอบ คือ..... การตั้งคำถามให้นักเรียน
..... เพราะ..... เด็กได้มีส่วนร่วมในการทำอาหารให้คนอื่นชิม และได้ชิมอาหารที่
..... ขั้นตอนกิจกรรมที่ไม่ชอบ คือ.....
..... เพราะ.....

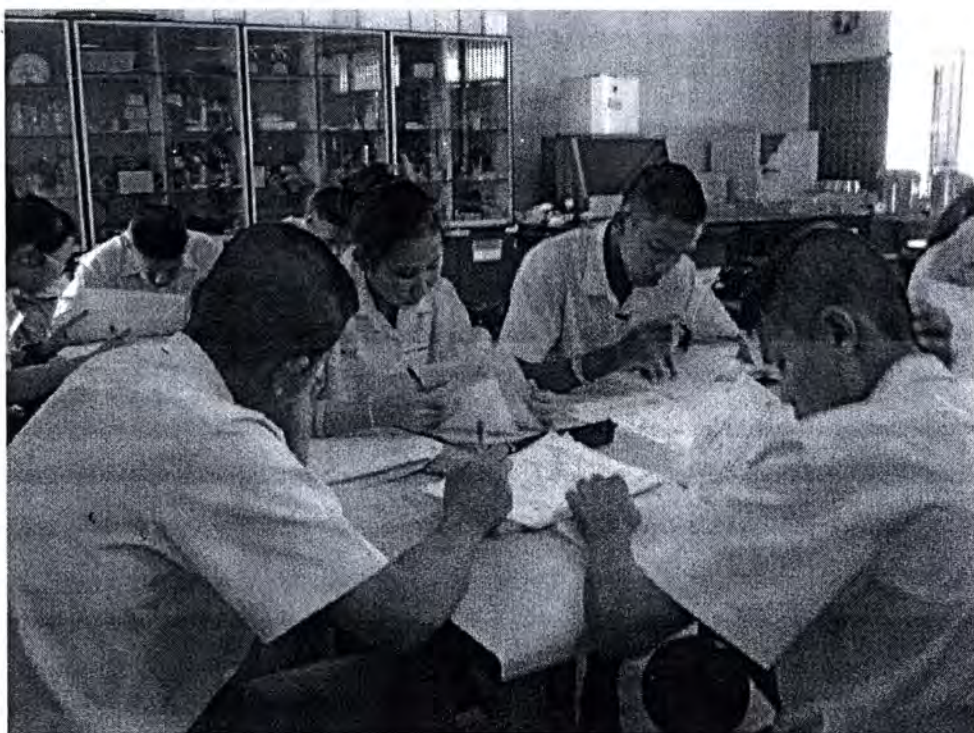
4. สื่อการเรียนการสอนเป็นอย่างไร

- ☒ สื่อการเรียนการสอนที่ชอบ คือ.....ในอาชีพ.....ในงาน.....
 เพราะ.....มีลักษณะที่.....ภาพที่.....ชัดเจน.....น่าสนใจ.....
- ☐ สื่อการเรียนการสอนที่ไม่ชอบ คือ.....
 เพราะ.....

5. ขณะปฏิบัติการสอนครูอธิบายขั้นตอนในการทำกิจกรรมชัดเจนหรือไม่

- ☒ ชัดเจน ในกิจกรรม.....ลักษณะ.....
- ☐ ไม่ชัดเจน ในกิจกรรม.....

ภาคผนวก ฅ
ประมวลภาพกิจกรรม



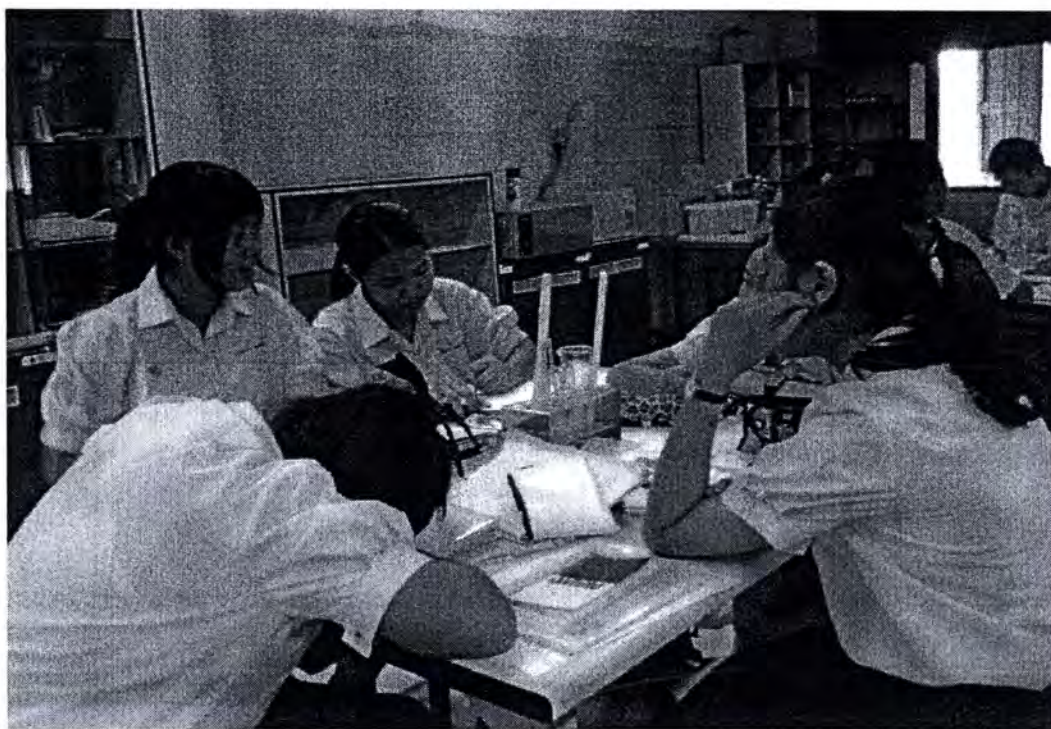
กิจกรรมขั้นกำหนดปัญหา



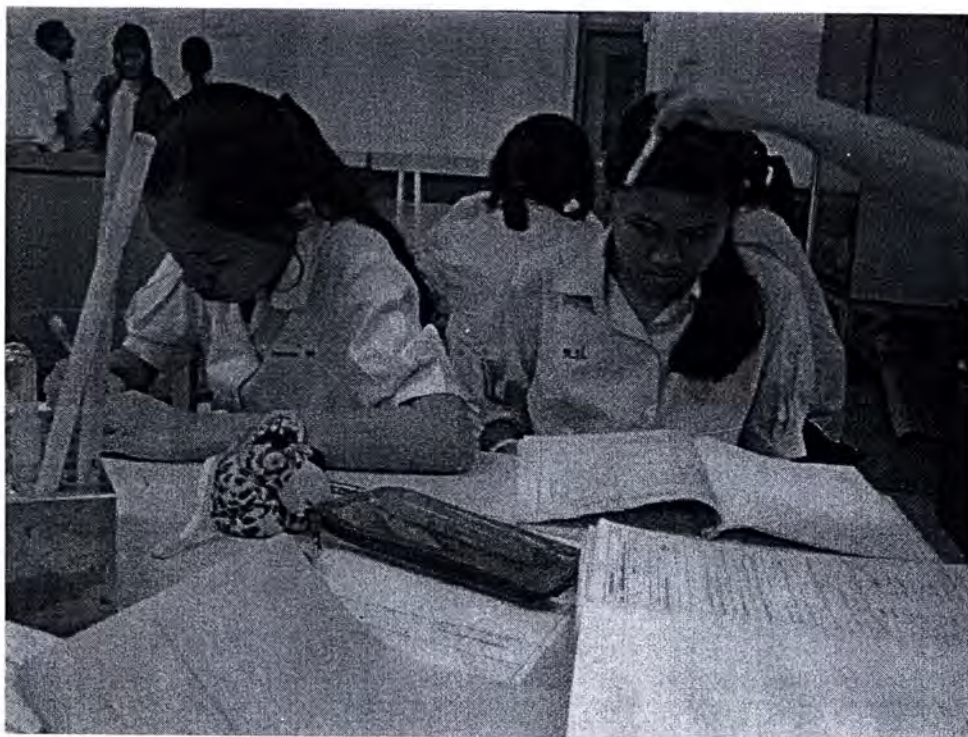
กิจกรรมขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา



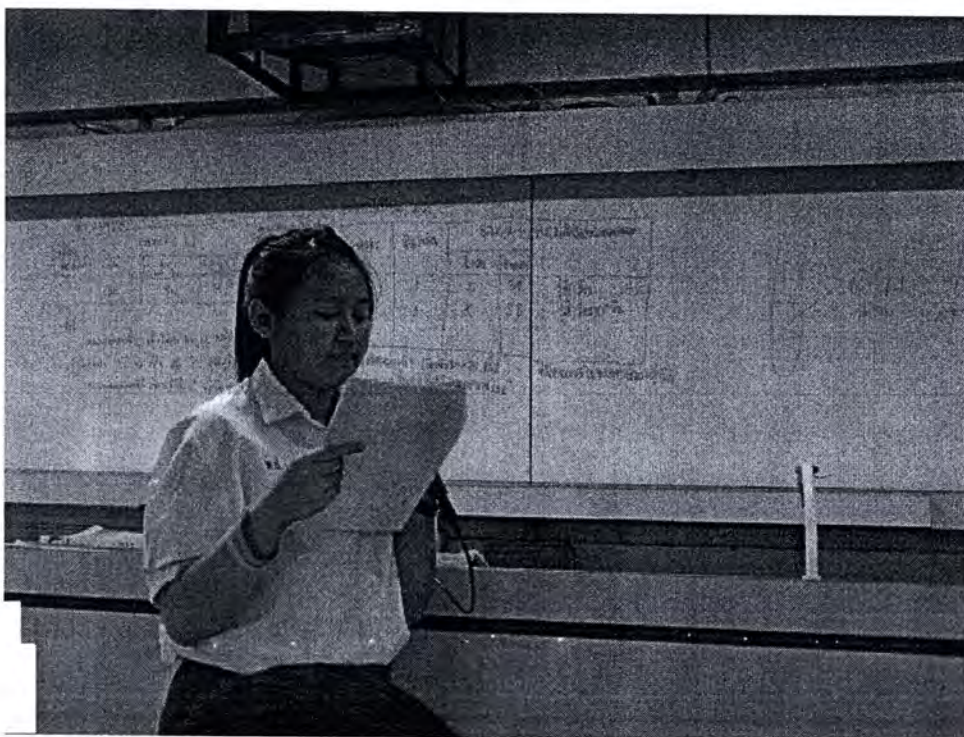
กิจกรรมขั้นการดำเนินการศึกษาค้นคว้า



กิจกรรมขั้นสังเคราะห์ความรู้



กิจกรรมขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ



กิจกรรมขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน



ประวัติผู้เขียน

นางสาวพัชรินทร์ ชุกกลิ่น เกิดเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พุทธศักราช 2526 ณ บ้านเลขที่ 281 ซอยนาสร้าง 2 ตำบลนครปฐม อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2549 ปัจจุบัน รัับราชการครู ตำแหน่ง ครู อันดับ คศ.1 โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9

