

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

จากวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัยที่กำหนดไว้ในบทที่ 1 สามารถนำมากำหนดเป็นวิธีการดำเนินการวิจัย ที่สามารถแยกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ ได้แก่ การฝึกทักษะการสืบค้นข้อมูล การฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัย และการฝึกทักษะการออกแบบการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การฝึกทักษะการสืบค้นข้อมูล

การฝึกทักษะการสืบค้นข้อมูลของนักศึกษาชั้นปีที่ 1, 2 และ 3 ที่เรียนในรายวิชาต่างๆ ที่ผู้วิจัยสอนในภาคเรียนที่ 2/2555 มีจำนวนทั้งสิ้น 8 รายวิชา ได้แก่ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน วิชาอุณหพลศาสตร์ วิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 2 วิชาปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน วิชากฎหมาย มาตรฐานและการควบคุมคุณภาพอาหาร วิชาการประยุกต์สเปกโทรสโกปีทางเคมีอินทรีย์ และวิชาโครงการวิจัยทางเคมี

วิธีการดำเนินงานวิจัยในหัวข้อนี้แยกอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการฝึกทักษะและวิธีการประเมินผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1.1 ขั้นตอนการฝึกทักษะและการประเมินผล

อาจารย์ผู้สอน (คณะผู้วิจัย) ที่สอนรายวิชาที่รับผิดชอบ ร่วมกันออกแบบกลวิธีการสอน เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะการสืบค้น โดยมีการกำหนดหัวข้อสืบค้นที่สอดคล้องกับเนื้อหาและธรรมชาติของรายวิชาที่สอนแก่นักศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 2 หรือ 3 ครั้ง การทำกิจกรรมครั้งแรก อาจารย์ผู้สอน ระบุหัวข้อให้นักศึกษาสืบค้น แต่ไม่ระบุหลักเกณฑ์ของสืบค้นที่ดี หลังจากที่นักศึกษาได้ส่งงานครั้งแรกแล้ว อาจารย์ผู้สอนจึงอธิบายเหตุผลและหลักเกณฑ์การประเมินอย่างละเอียดให้นักศึกษาทราบ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบเกณฑ์การประเมินการสืบค้นจากงานที่นักศึกษานำส่ง ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.1 และตัวอย่างการประเมินผลการฝึกทักษะการสืบค้นแสดงในตารางที่ 3.2

คะแนนเต็มของการประเมินหนึ่งชิ้นงาน คือ 10 คะแนน แยกเป็น 2 ส่วนใหญ่คือ คะแนนผลงานโดยรวม (6 คะแนน) และคะแนนการลงรายการบรรณานุกรม (4 คะแนน) รายละเอียดการประเมินผลงานทั้งสองส่วนมีดังนี้

(1) ภาพรวมของผลงาน คะแนนเต็ม 6 คะแนน แยกพิจารณาผลงานที่นักศึกษานำส่ง 4 ประเด็นหลัก คือ

(1.1) ผลงานมีความสอดคล้องกับหัวเรื่องที่อาจารย์มอบหมายหรือไม่ ประเมินด้วยคะแนน 0 และ 1

- (1.2) ผลงานมีการสรุปเนื้อหาที่ได้จากการสืบค้นได้อย่างถูกต้องหรือไม่ ประเมินด้วยคะแนน 0 และ 1
- (1.3) ส่งงานตรงกำหนดเวลา แสดงถึงความรับผิดชอบต่อการทำงาน ประเมินด้วยคะแนน 0 และ 1
- (1.4) ผลงานมีความสวยงาม มีความเป็นระเบียบ เรียบร้อยหรือไม่ หากใช้นั้น หมายถึงนักศึกษามีความมุ่งมั่นและเอาใจใส่ในการทำงาน ประเมินด้วยคะแนน 0 และ 1
- (1.5) ผลงานมีการบันทึกแหล่งที่มาของข้อมูล ในรูปของเอกสารอ้างอิง ที่จำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ 2 แหล่งขึ้นไปหรือไม่
การประเมินผลงานส่วนนี้คือ 0 คะแนน เมื่อไม่มีการบันทึกแหล่งข้อมูล
1 คะแนน เมื่อแสดงแหล่งข้อมูล 1 แหล่ง
2 คะแนน เมื่อแสดงแหล่งข้อมูลมากกว่า
หรือเท่ากับ 2 แหล่ง

(2) ความถูกต้องของการลงรายการบรรณานุกรม คะแนนเต็ม 4 คะแนน แยกพิจารณาเป็น 1) การพิจารณารายละเอียดขององค์ประกอบของการลงรายการบรรณานุกรม แต่ละแหล่ง ว่ามีองค์ประกอบครบถ้วนหรือไม่ 2) ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่น่าเสนอ และ 3) ความถูกต้องของรูปแบบการลงรายการบรรณานุกรม เกณฑ์การประเมินคะแนนมีรายละเอียดดังนี้

(2.1) องค์ประกอบของการลงรายการบรรณานุกรม มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน องค์ประกอบของการลงรายการบรรณานุกรม มีรายละเอียดแยกตามชนิดของแหล่งข้อมูลที่น่าเสนอ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดไว้ 4 ประเภทคือ 1) แหล่งข้อมูลจากเว็บไซต์ (web) จากสื่อสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้ง่าย เป็นแหล่งข้อมูลที่ใช้งานอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน 2) แหล่งข้อมูลจากหนังสือ 3) แหล่งข้อมูลจากวารสารวิชาการ และ 4) แหล่งข้อมูลจากวิทยานิพนธ์หรือดุษฎีนิพนธ์ รายละเอียดของการประเมินคะแนนแสดงในตารางที่ 3.1 คะแนนองค์ประกอบของการลงรายการบรรณานุกรมของนักศึกษาแต่ละคน เป็นคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินแหล่งข้อมูลทั้งหมดที่นักศึกษานำเสนอ

(2.2) ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล คะแนนเต็ม 1 คะแนน ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้วิเคราะห์จาก องค์ประกอบของการลงรายการบรรณานุกรมแต่ละแหล่งที่น่าเสนอ หากปรากฏองค์ประกอบครบถ้วน เช่นชื่อหนังสือ ผู้แต่ง ปีที่พิมพ์และสำนักพิมพ์ ซึ่งหมายความว่าคะแนนองค์ประกอบของการลงรายการบรรณานุกรมมีค่าเป็น 2 ส่งผลให้คะแนนความน่าเชื่อถือเป็น 1 คะแนน แต่ถ้าคะแนนองค์ประกอบมีค่าน้อยกว่า 2 ก็หมายความว่าแหล่งที่มาไม่น่าเชื่อถือจึงประเมินให้คะแนนความน่าเชื่อถือเป็น 0

(2.3) ความถูกต้องของรูปแบบการลงรายการบรรณานุกรม คะแนนเต็ม 1 คะแนน เนื่องจากรูปแบบการลงรายการบรรณานุกรมที่เป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา มีหลายรูปแบบ อาจารย์ (คณะผู้วิจัย) เป็นผู้นำเสนอรูปแบบที่เป็นไปได้พร้อมอธิบายหลักการ จากนั้นจึงประเมินลักษณะการลงรายการบรรณานุกรมว่าควรเป็น 0 หรือ 1 คะแนน หรือแม้แต่ 0.5 คะแนน ตามดุลยพินิจเพราะในบางกรณีนักศึกษาก็นำเสนอในรูปแบบผสมผสาน ไม่ถูกต้องทั้งหมดแต่ยังคงสามารถสื่อความหมายได้

คะแนนรวมของผลงาน 1 ชิ้น สามารถนำมาประเมินระดับของผลงานโดยใช้มาตราวัดแบบมาตราส่วนประเมินค่า 4 ระดับคือ

คะแนนระหว่าง 0.0 – 4.9 หมายความว่า ผลงานอยู่ในระดับ “ควรปรับปรุง”

คะแนนระหว่าง 5.0 – 6.9 หมายความว่า ผลงานอยู่ในระดับ “พอใช้”

คะแนนระหว่าง 7.0 – 8.9 หมายความว่า ผลงานอยู่ในระดับ “ดี”

คะแนนระหว่าง 9.0 – 10.0 หมายความว่า ผลงานอยู่ในระดับ “ดีมาก”

3.1.2 การประมวลผลการวิจัย

การประเมินผลทักษะการสืบค้นในภาพรวม มีตัวอย่างการประเมินในตารางที่ 3.2 โดยแยกเป็น 4 หัวข้อใหญ่ คือ

(1) ข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ร้อยละของเพศ แยกตามรายวิชา และตามจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่เข้าร่วมกิจกรรม

(2) การประเมินจำนวนแหล่งอ้างอิง โดยแยกพิจารณาจำนวนนักศึกษาที่รายงานจำนวนแหล่งอ้างอิงที่นำเสนอเป็น 0 1 และ มากกว่าหรือเท่ากับ 2 แหล่ง (คิดเป็นร้อยละเทียบกับจำนวนนักศึกษาของแต่ละรายวิชา)

(3) การประเมินการลงรายการบรรณานุกรม แยกพิจารณาเป็น

(3.1) ร้อยละของจำนวนแหล่งอ้างอิง (เทียบกับจำนวนแหล่งอ้างอิงทั้งหมดของแต่ละรายวิชา) ที่มาจากอินเทอร์เน็ตหรือเว็บไซต์ (ใช้อักษรย่อ web) หนังสือ (book) วารสาร (Journal) และวิทยานิพนธ์หรือดุษฎีนิพนธ์ (Thesis)

(3.2) จำนวนองค์ประกอบ ความน่าเชื่อถือ และความถูกต้องของการบรรณานุกรม ผลการประเมินรายบุคคลเป็นคะแนนเฉลี่ยจากเอกสารอ้างอิงทั้งหมดที่นำเสนอ

(3.3) รายละเอียดของการระบุองค์ประกอบของการลงรายการบรรณานุกรม ผลการประเมินเป็นคะแนนเฉลี่ยจากองค์ประกอบสำคัญที่ควรปรากฏ เช่น ชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง หรือปีที่พิมพ์

(4) การประเมินในภาพรวม จากผลรวมของคะแนนเต็ม 10 คะแนน ที่แยกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ภาพรวมของผลงาน และความถูกต้องของแหล่งอ้างอิงที่นักศึกษานำเสนอ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอในรูปคะแนนเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละรายวิชา

(5) การประเมินผลรายบุคคล เป็นการนำนักศึกษาที่มีผลการสืบค้นในการทำกิจกรรมครั้งสุดท้ายในระดับ “ดีมาก” มาวิเคราะห์ว่ามีพัฒนาการมาจากการสืบค้นในครั้งก่อนหน้าในระดับใด ตลอดจนวิเคราะห์ถึงความสำเร็จของการฝึกทักษะของกลุ่มตัวอย่างว่าสามารถนำผลการฝึกทักษะติดตัวไปได้หรือไม่

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การประเมินงานสืบค้น

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
(1) ภาพรวมของผลงาน		
1.1 สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องที่อาจารย์สั่งงานหรือไม่	1	0 คะแนน เมื่อเนื้อหาไม่สอดคล้อง 1 คะแนน เมื่อเนื้อหาสอดคล้อง
1.2 มีบทสรุปหรือไม่	1	0 หรือ 0.5 หรือ 1.0
1.3 ส่งงานตรงกำหนดเวลาหรือไม่	1	0 คะแนน เมื่อส่งงานไม่ตรงเวลา 1 คะแนน เมื่อส่งงานตรงเวลา
1.4 ลักษณะการนำเสนองาน (ความสวยงาม มีระเบียบ แสดงความมุ่งมั่นตั้งใจทำงาน)	1	0 หรือ 0.5 หรือ 1.0
1.5 จำนวนแหล่งอ้างอิง	2	0 คะแนน เมื่อไม่มีการอ้างอิง 1 คะแนน เมื่อระบุแหล่งอ้างอิง 1 แหล่ง 2 คะแนน เมื่อระบุแหล่งอ้างอิงเท่ากับหรือมากกว่า 2 แหล่ง
(2) ความถูกต้องของแหล่งข้อมูล		
2.1 องค์ประกอบของการลงรายการบรรณานุกรม แยกพิจารณาขึ้นกับชนิดของแหล่งข้อมูล ดังนี้	2	
2.1.1 ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต องค์ประกอบสำคัญมี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ชื่อผู้แต่ง หรือหน่วยงาน (2) ชื่อเรื่อง (3) http (4) วันที่ลงข้อมูล และ (5) วันที่สืบค้น		0 คะแนน เมื่อมีเฉพาะ http 1 คะแนน เมื่อมี (3) http และ (1) ชื่อผู้แต่งหรือหน่วยงาน หรือ (2) ชื่อเรื่อง หรือ (4) วันที่ลงข้อมูล หรือ (5) วันที่สืบค้น [รวม 2 รายการ] 2 คะแนน เมื่อมี (3) http และ (1) ชื่อผู้แต่งหรือหน่วยงาน และ (2) ชื่อเรื่อง หรือ (4) วันที่ลงข้อมูล หรือ (5) วันที่สืบค้น [รวมอย่างน้อย 3 รายการ]

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
2.1.2 ข้อมูลจากหนังสือ องค์ประกอบสำคัญมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ชื่อผู้แต่ง (2) ชื่อหนังสือ (3) ปีที่พิมพ์ และ (4) สำนักพิมพ์		0 คะแนน เมื่อไม่ปรากฏชื่อหนังสือ หรือ มีเฉพาะชื่อหนังสือ 1 คะแนน เมื่อมี (2) ชื่อหนังสือ และ (1) ชื่อผู้แต่ง หรือ (3) ปีที่พิมพ์ หรือ (4) สำนักพิมพ์ [รวม 2 รายการ] 2 คะแนน เมื่อมี (2) ชื่อหนังสือ (1) ชื่อผู้แต่ง และ (3) ปีที่พิมพ์ หรือ (4) สำนักพิมพ์ [รวมอย่างน้อย 3 รายการ]
2.1.3 ข้อมูลจากวารสาร องค์ประกอบสำคัญมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ชื่อผู้แต่ง (2) ชื่อเรื่อง (3) ปีที่พิมพ์ และ (4) ชื่อวารสาร		0 คะแนน เมื่อไม่ปรากฏชื่อเรื่อง หรือ มีเฉพาะชื่อเรื่อง 1 คะแนน เมื่อมี (2) ชื่อเรื่อง และ (1) ชื่อผู้แต่ง หรือ (3) ปีที่พิมพ์ หรือ (4) ชื่อวารสาร [รวม 2 รายการ] 2 คะแนน เมื่อมี (2) ชื่อเรื่อง และ (1) ชื่อผู้แต่ง และ (3) ปีที่พิมพ์ หรือ (4) ชื่อวารสาร [รวมอย่างน้อย 3 รายการ]
2.1.4 ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ ดุษฎีนิพนธ์ หรือ รายงานวิจัย องค์ประกอบที่สำคัญมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ชื่อผู้แต่ง (2) ชื่อวิทยานิพนธ์ หรืออื่น ๆ (3) ปีที่พิมพ์ และ (4) สำนักพิมพ์ หรือ มหาวิทยาลัย		0 คะแนน เมื่อไม่ปรากฏชื่อวิทยานิพนธ์ หรือ มีเฉพาะชื่อวิทยานิพนธ์ 1 คะแนน เมื่อมี (2) ชื่อวิทยานิพนธ์ และ (1) ชื่อผู้แต่ง หรือ (3) ปีที่พิมพ์ หรือ (4) สำนักพิมพ์ [รวม 2 รายการ] 2 คะแนน เมื่อมี (2) ชื่อวิทยานิพนธ์ และ (1) ชื่อผู้แต่ง และ (3) ปีที่พิมพ์ หรือ (4) สำนักพิมพ์ [รวมอย่างน้อย 3 รายการ]
2.2 ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล	1	0 คะแนน เมื่อแหล่งข้อมูลนั้นไม่มีคะแนนในข้อ 2.1 น้อยกว่า 2 คะแนน 1 คะแนน เมื่อแหล่งข้อมูลนั้นมีคะแนนการลง รายการบรรณานุกรมข้อ 2.1 เป็น 2 คะแนน
2.3 รูปแบบการลงรายการบรรณานุกรม ถูกต้อง หรือไม่ อาจารย์ผู้ประเมินพิจารณาความ ใกล้เคียงของการเขียนบรรณานุกรมของแต่ละ แหล่ง ตามแบบที่อาจารย์ได้นำเสนอแก่นักศึกษา โดยสามารถตัดสินใจด้วยความยืดหยุ่น หรือ สามารถยึดตามคะแนนของการลงรายการ บรรณานุกรมได้	1	คะแนนเป็นได้ทั้ง 0 หรือ 0.5 หรือ 1.0
คะแนนรวม	10	

หมายเหตุ

1. การลงคะแนนข้อ 2.1 2.2 และ 2.3 เป็นการลงคะแนนกับแหล่งข้อมูลทุกแหล่งที่นักศึกษา
นำเสนอ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการประเมินผลการฝึกทักษะการสืบค้นรายบุคคล

ที่	รายการประเมิน	เต็ม/ เงื่อนไข	นักศึกษา				หมายเหตุ
			A	B	C	D	
1	สอดคล้องกับหัวเรื่อง	1	1	1	1	1	
2	มีบทสรุป	1	1	1	1	1	
3	ตรงเวลา	1	1	1	0	0	
4	นำเสนอ	1	1	1	0	0	
5	จำนวนแหล่งข้อมูล	2	2	2	2	2	
6	องค์ประกอบ	2	1.33	2	1	0.25	เฉลี่ยจาก w1.6,w2.6,w3.6,...,b1.6, b2.6,...
7	ความน่าเชื่อถือ	1	0.33	1	0.33	0	เฉลี่ยจาก w1.7,w2.7,w3.7,...,b1.7, b2.7,...
8	รูปแบบ	1	1	1	0.33	0	เฉลี่ยจาก w1.8,w2.8,w3.8,...,b1.8, b2.8,...
9	รวม	10	8.67	10	5.7	4.3	เฉลี่ยจาก 1-8
10	ระดับ		ดี	ดีมาก	พอใช้	ปรับปรุง	
แหล่งข้อมูลแหล่งที่ ระบุด้วย w, b, J หรือ Th							
11	ชนิดของแหล่งข้อมูล 1		w	w	w	w	
12	ชนิดของแหล่งข้อมูล 2		w	w	w	w	
13	ชนิดของแหล่งข้อมูล 3		w	w	w	w	
14	ชนิดของแหล่งข้อมูล 4			b	w	w	
15	ชนิดของแหล่งข้อมูล 5						
วิเคราะห์คะแนน w/b/J หรือ Th แต่ละแหล่ง							
w1 องค์ประกอบ web ที่ 1							
w1.1	http	0 / 1	1	1	1	1	"0 ไม่ระบุ / 1 ระบุ"
w1.2	Author/organiser	0 / 1	0	1	1	0	
w1.3	Title	0 / 1	1	1	1	0	
w1.4	Post Date	0 / 1	0	0	0	0	
w1.5	Retrieved Date	0 / 1	1	1	1	0	
w1.6	องค์ประกอบ		1	2	2	0	(ดูเงื่อนไขในตารางที่ 3.1)
w1.7	ความน่าเชื่อถือ		0	1	1	0	
w1.8	ความถูกต้อง		1	1	1	0	
w2 องค์ประกอบ web ที่ 2							
w2.1	http	0 / 1	1	1	1	0	"0 ไม่ระบุ / 1 ระบุ"
w2.2	Author/organiser	0 / 1	0	1	0	1	
w2.3	Title	0 / 1	1	1	0	0	
w2.4	PostDate	0 / 1	0	0	0	0	
w2.5	RetrievedDate	0 / 1	1	1	0	0	
w2.6	องค์ประกอบ		1	2	0	0	(ดูเงื่อนไขในตารางที่ 3.1)
w2.7	ความน่าเชื่อถือ		0	1	0	0	
w2.8	ความถูกต้อง		1	1	0	0	

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	เต็ม/ เงื่อนไข	นักศึกษา				หมายเหตุ
			A	B	C	D	
w3	องค์ประกอบ web ที่ 3						
w3.1	http	0 / 1	1	1	1	1	"0 ไม่ระบุ / 1 ระบุ"
w3.2	Author/organiser	0 / 1	0	1	0	0	
w3.3	Title	0 / 1	1	1	0	0	
w3.4	PostDate	0 / 1	1	0	0	0	
w3.5	RetrivedDate	0 / 1	1	1	1	0	
w3.6	องค์ประกอบ		2	2	1	0	(ดูเงื่อนไขในตารางที่ 3.1)
w3.7	ความน่าเชื่อถือ		1	1	0	0	
w3.8	ความถูกต้อง		1	1	0	0	
w4	องค์ประกอบ web ที่ 4						
w4.1	http	0 / 1				1	"0 ไม่ระบุ / 1 ระบุ"
w4.2	Author / Organiser	0 / 1				1	
w4.3	Title	0 / 1				1	
w4.4	Post Date	0 / 1				0	
w4.5	Retrived Date	0 / 1				0	
w4.6	องค์ประกอบ					1	(ดูเงื่อนไขในตารางที่ 3.1)
w4.7	ความน่าเชื่อถือ					0	
w4.8	ความถูกต้อง					0	
b1	องค์ประกอบของ book ที่ 1						
b1.1	Title	0 / 1		1			"0 ไม่ระบุ / 1 ระบุ"
b1.2	Author	0 / 1		1			
b1.3	Year	0 / 1		1			
b1.4	Place	0 / 1		1			
b1.6	องค์ประกอบ			2			(ดูเงื่อนไขในตารางที่ 3.1)
b1.7	ความน่าเชื่อถือ			1			
b1.8	ความถูกต้อง			1			

3.2 การฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัย

การฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัยของนักศึกษาชั้นปีที่ 1, 2, 3 และ 4 ที่เรียนในรายวิชาต่างๆ ที่ผู้วิจัยสอนในภาคเรียนที่ 2/2555 ซึ่งได้แก่ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน วิชากฎหมาย มาตรฐานและการควบคุมคุณภาพอาหาร วิชาการประยุกต์สเปกโทรสโกปีทางเคมีอินทรีย์ วิชาโครงการวิจัยทางเคมี และวิชาสถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางเคมี เพื่อความสะดวกในการเรียกชื่อรายวิชา งานวิจัยนี้จึงได้กำหนดรหัสวิชาแทนรายวิชาและกำหนดตัวเลขด้านหน้าแทนชั้นปีของนักศึกษา ดังนี้ วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน (รหัสวิชา 1A และ 2 A) วิชากฎหมาย มาตรฐานและการควบคุมคุณภาพอาหาร (รหัสวิชา 3E) วิชาการประยุกต์สเปกโทรสโกปีทางเคมีอินทรีย์ (รหัสวิชา 3F) วิชาโครงการวิจัยทางเคมี (รหัสวิชา 3G) และวิชาสถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางเคมี (รหัสวิชา 4H)

3.2.1 ขั้นตอนการฝึกทักษะ

อาจารย์ผู้สอน (คณะผู้วิจัย) ที่สอนรายวิชาดังกล่าวข้างต้น ได้จัดกิจกรรมการพัฒนาทักษะการตั้งโจทย์วิจัยโดยสอดแทรกในรายวิชาต่างๆ โดยมีรูปแบบกิจกรรมในการสอนแตกต่างกันขึ้นกับเนื้อหาและธรรมชาติของรายวิชาที่สอน รวมถึงระดับทักษะของนักศึกษาในแต่ละชั้นปีด้วย โดย แต่ละรายวิชามีรายละเอียดของการจัดกิจกรรมดังนี้

รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน (รหัสวิชา 1A และ 2 A) มีการจัดกิจกรรมการฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัยจำนวน 3 ครั้ง คือ กิจกรรมครั้งที่ 1 อาจารย์ผู้สอนได้สอนวิธีการตั้งโจทย์วิจัยโดยสอดแทรกและเชื่อมโยงกับหัวข้อที่เรียนเรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่น และให้นักศึกษาฝึกตั้งโจทย์วิจัยเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นในประเด็นที่นักศึกษาสนใจ โดยมีหลักเกณฑ์ในการเขียนโจทย์วิจัยดังนี้ คือ ต้องเป็นโจทย์ที่สามารถหาคำตอบได้ด้วยกระบวนการวิจัย ไม่ใช่เพียงแค่ได้คำตอบทันที หรือค้นคว้าหาจากข้อมูลที่มีอยู่ และโจทย์วิจัยที่ดีต้องระบุขอบเขตได้ชัดเจน สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบวิธีการวิจัยได้ ซึ่งสามารถเขียนในรูปของประโยคคำถามหรือประโยคบอกเล่า กิจกรรมครั้งที่ 2 อาจารย์ให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัยในหัวข้อที่สนใจผ่านการเขียนแผนผังความคิด (Mind map) และกิจกรรมครั้งที่ 3 อาจารย์ให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัยในหัวข้อที่สนใจโดยการปรับแก้การเขียนแผนผังความคิดที่ทำในกิจกรรมครั้งที่ 2

รายวิชากฎหมาย มาตรฐานและการควบคุมคุณภาพอาหาร (รหัสวิชา 3E) มีการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัยจำนวน 3 ครั้ง คือ กิจกรรมครั้งที่ 1 อาจารย์ผู้สอนได้ให้ความรู้ พร้อมทั้งอภิปรายร่วมกับนักศึกษา เกี่ยวกับแนวโน้มนวัตกรรมอาหารในปัจจุบัน เช่น อาหารเพื่อสุขภาพ (Healthy food) อาหารอินทรีย์ (Organic food) อาหารบำบัดโรคต่างๆ

เป็นต้น พร้อมทั้งให้ความรู้เกี่ยวกับ กฎหมายและมาตรฐานอาหาร ต่างๆ และให้ความรู้พร้อมกับยกตัวอย่างเกี่ยวกับ โจทย์วิจัย ระดับต่างๆ คือ โจทย์ระดับทั่วไป (General question) โจทย์ระดับเฉพาะเจาะจง (Specific question) และโจทย์ระดับคำถามสำคัญ (Key question) จากนั้นให้นักศึกษาสรุปความรู้ที่ได้รับจากการฟังบรรยายจากอาจารย์ และการอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน แล้วให้นักศึกษาทำใบงาน โดยให้นักศึกษาอธิบายและตอบคำถามตามหัวข้อต่อไปนี้ คือ หัวข้อวิจัย (Research topics) ที่นักศึกษาสนใจคืออะไร ให้นักศึกษายกตัวอย่างโจทย์วิจัยระดับต่างๆ มาระดับละ 1 ตัวอย่าง และโจทย์วิจัยระดับคำถามสำคัญที่นักศึกษาสนใจทำวิจัยคืออะไร กิจกรรมครั้งที่ 2 อาจารย์ได้ทบทวนเกี่ยวกับโจทย์วิจัยระดับต่างๆ และนำผลงานของนักศึกษาจากกิจกรรมครั้งที่ 1 มายกตัวอย่างในห้องเรียน เพื่อให้เกิดการอภิปรายร่วมกัน และอาจารย์ได้ให้นักศึกษาฝึกทำแบบฝึกหัด โดยให้นักศึกษาพิจารณาว่าข้อความในข้อใด เป็นโจทย์วิจัย และเป็นโจทย์วิจัยระดับใด จากนั้นให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการตั้งโจทย์วิจัยระดับต่างๆ จากหัวข้อวิจัยที่นักศึกษาสนใจ และกิจกรรมครั้งที่ 3 อาจารย์ได้คืนใบงานเรื่องการฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัย (ครั้งที่ 2) ให้กับนักศึกษา โดยก่อนหน้านี้อาจารย์ให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคลกับนักศึกษา พร้อมอธิบายเกี่ยวกับการเขียนโจทย์วิจัยระดับต่างๆ และโจทย์วิจัยที่เป็นคำถามสำคัญที่นักศึกษาสนใจเพื่อพัฒนาเป็นโครงร่างวิจัยต่อไป แล้วให้นักศึกษากลับไปแก้ไขตามหัวข้อดังกล่าว และเขียนมาอีกครั้งในใบงานการฝึกทักษะโจทย์วิจัยครั้งที่ 3 นอกจากนี้ในกิจกรรมครั้งที่ 3 อาจารย์ได้สอนโดยการบรรยายเนื้อหาเกี่ยวกับการเขียนโครงร่างวิจัยในหัวข้อต่างๆ คือ หลักการเขียนที่มาและความสำคัญของโจทย์วิจัยที่สามารถเป็นงานวิจัยได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ประโยชน์ของงานวิจัย และเอกสารอ้างอิง จากนั้นให้นักศึกษาเขียนหัวข้อ ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ประโยชน์ของงานวิจัย และเอกสารอ้างอิงจากโจทย์วิจัยที่นักศึกษาได้เขียน และผ่านการประเมินแล้วว่าเป็นโจทย์วิจัยระดับคำถามสำคัญ

รายวิชาการประยุกต์สเปกโทรสโกปีทางเคมีอินทรีย์ (รหัสวิชา 3F) อาจารย์ผู้สอนจัดกิจกรรมการฝึกทักษะตั้งโจทย์วิจัยโดยสอดแทรกและเชื่อมโยงไปในเนื้อหาของรายวิชา จำนวน 3 ครั้ง คือ กิจกรรมครั้งที่ 1 อาจารย์ให้นักศึกษาลองตั้งโจทย์วิจัยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทางเคมี กิจกรรมครั้งที่ 2 อาจารย์ให้นักศึกษาลองตั้งโจทย์วิจัยเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทางเคมีเช่นเดียวกับครั้งที่ 1 และกิจกรรมครั้งที่ 3 อาจารย์ให้นักศึกษาลองตั้งโจทย์วิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์เทคนิคสเปกโทรสโกปีในงานวิจัย

รายวิชาโครงการวิจัยทางเคมี (รหัสวิชา 3G) อาจารย์ผู้สอนให้ความรู้ พร้อมยกตัวอย่างให้กับนักศึกษาในเรื่องของการตั้งโจทย์วิจัย การเขียนโจทย์วิจัย และส่วนประกอบอื่นๆที่ต้องมีในโครงร่างวิจัย รวมถึงจรรยาบรรณของนักวิจัย ซึ่งได้จัดกิจกรรมการฝึกทักษะจำนวน 3 ครั้ง คือ กิจกรรมครั้งที่ 1 ให้นักศึกษาลองตั้งโจทย์วิจัยและเขียนโจทย์วิจัยในหัวข้อที่สนใจ รวมถึงเขียนองค์ประกอบอื่นๆ ที่ต้องมีในโครงร่างวิจัย ได้แก่ ที่มาและความสำคัญของโจทย์วิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ประโยชน์ของงานวิจัย งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเอกสารอ้างอิง กิจกรรมครั้งที่ 2 อาจารย์ตรวจแก้ไขพร้อมคืนชิ้นงานให้กับนักศึกษา จากนั้นอาจารย์และนักศึกษาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน แล้วนักศึกษานำชิ้นงานไปปรับแก้จากชิ้นงานเดิม และทำเช่นเดียวกันในกิจกรรมครั้งที่ 3

รายวิชาสถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางเคมี (รหัสวิชา 4H) อาจารย์ผู้สอนจัดกิจกรรมการฝึกทักษะตั้งโจทย์วิจัยโดยสอดแทรกและเชื่อมโยงไปในเนื้อหาของรายวิชา จำนวน 3 ครั้ง คือ กิจกรรมครั้งที่ 1 อาจารย์ให้นักศึกษาตั้งโจทย์วิจัยจากหัวข้อที่สนใจ กิจกรรมครั้งที่ 2 อาจารย์นำนักศึกษาลงพื้นที่ที่บ้านอนุรักษ์กระต๊อ อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเรียนรู้กระบวนการผลิตกระต๊อ จากนั้นให้นักศึกษาตั้งโจทย์วิจัยทางเคมีจากปัญหาที่พบเห็นจากประสบการณ์จริงที่ได้รับจากการลงพื้นที่ และกิจกรรมครั้งที่ 3 ให้นักศึกษาตั้งโจทย์และเขียนโจทย์วิจัยโดยแก้ไขปรับปรุงจากหัวข้อวิจัยเดิมที่ทำในครั้งที่ 2

ทั้งนี้ทั้ง 4 รายวิชา มีการกำหนดจำนวนครั้งของการจัดกิจกรรม รวม 3 ครั้ง เช่นเดียวกัน เพื่อติดตามพัฒนาการของทักษะการตั้งโจทย์วิจัยของนักศึกษา โดยมีการออกแบบเกณฑ์การประเมินการตั้งโจทย์วิจัยจากงานที่นักศึกษานำส่ง ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.3 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) ลักษณะของโจทย์วิจัย คะแนนเต็ม 2 คะแนน ได้แก่

1.1) เป็นโจทย์วิจัย กล่าวคือเป็นคำถามที่ยังไม่มีคำตอบ หรือไม่สามารถหาคำตอบได้จากตำรา หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว แต่เป็นคำถามที่ต้องใช้ระเบียบวิธีการวิจัยเพื่อให้ได้คำตอบ (1 คะแนน)

1.2) เขียนโจทย์วิจัยได้ กล่าวคือ ใช้ภาษาเขียนได้อย่างถูกต้อง เป็นลักษณะประโยคคำถาม หรือประโยคบอกเล่าที่มีข้อความที่กระชับ สื่อความหมายชัดเจน อ่านเข้าใจได้ง่าย (2 คะแนน)

(2) ระดับของโจทย์วิจัย คะแนนเต็ม 3 คะแนน แยกตามระดับดังนี้

2.1) โจทย์วิจัยระดับทั่วไป (General question) เป็นโจทย์วิจัยที่มีขอบเขตกว้างมาก ไม่สามารถมองเห็นแนวทางการทดลองหรือวิธีการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ว่าควรเป็นลักษณะใด สามารถออกแบบการวิจัยได้หลากหลายขึ้นอยู่กับการตีความของผู้วิจัย (1 คะแนน)

2.2) โจทย์ระดับเฉพาะเจาะจง (Specific question) เป็นโจทย์วิจัยที่มีการกำหนดขอบเขตแคบลงมากขึ้น แต่ยังไม่สามารถบอกแนวทางการวิจัยได้อย่างชัดเจนว่าจะศึกษาอะไร และวัดผลโดยวิธีใด (2 คะแนน)

2.3) โจทย์ระดับคำถามสำคัญ (Key question) เป็นโจทย์วิจัยที่มีขอบเขตชัดเจนลงรายละเอียดในเชิงลึก สามารถกำหนดแนวทางการวิจัยได้อย่างชัดเจน ว่าต้องการศึกษาอะไร (ตัวแปรต้น) วัดผลจากอะไร (ตัวแปรตาม) อย่างไรบ้าง (3 คะแนน)

คะแนนรวมของนักศึกษาที่ได้จากการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง ใช้มาตรวัดแบบมาตราส่วน
ประเมินค่า แบ่งเป็น 4 ระดับคือ

คะแนน	0-2	หมายความว่า	ควรปรับปรุง
คะแนน	3	หมายความว่า	พอใช้
คะแนน	4	หมายความว่า	ดี
คะแนน	5	หมายความว่า	ดีมาก

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินงานตั้งโจทย์วิจัย

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	เกณฑ์การประเมิน
(1) ลักษณะของโจทย์วิจัย		
1.1 เป็นโจทย์วิจัย	1	1 คะแนน เมื่อเป็นโจทย์วิจัย (เป็นคำถามที่ ต้องการคำตอบจากการวิจัย) 0 คะแนน เมื่อไม่เป็นโจทย์วิจัย (เป็นคำถาม ทั่วไปหรือสามารถหาคำตอบได้จากการ สืบค้นข้อมูล)
1.2 เขียนโจทย์วิจัยได้	1	1 คะแนน เมื่อใช้ภาษาเขียนได้อย่างถูกต้อง กระชับ ชัดเจน ไม่ต้องปรับแก้ 0 คะแนน เมื่อใช้ภาษาเขียนไม่ถูกต้อง ไม่กระชับ ไม่ชัดเจน ต้องปรับแก้
(2) ระดับของโจทย์วิจัย		
2.1 โจทย์ระดับทั่วไป (General question)	1	เมื่อเป็นโจทย์วิจัยที่มีขอบเขตกว้างมาก ไม่สามารถมองเห็นแนวทางการทดลองหรือ วิธีการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
2.2 โจทย์ระดับเฉพาะเจาะจง (Specific question)	2	เมื่อเป็นโจทย์วิจัยที่มีการกำหนดขอบเขต แคบลงมากขึ้น แต่ยังไม่สามารถบอก แนวทางการวิจัยได้อย่างชัดเจน
2.3 โจทย์ระดับคำถามสำคัญ (Key question)	3	เมื่อเป็นโจทย์วิจัยที่มีขอบเขตชัดเจน ลง รายละเอียดในเชิงลึก สามารถกำหนด ทางการวิจัยได้อย่างชัดเจน

3.2.2 การประเมินผล

การประเมินผลทักษะการตั้งโจทย์วิจัยในภาพรวม มีตัวอย่างการประเมินในตารางที่ 3.4 โดยแยกเป็น 6 หัวข้อใหญ่ คือ

- (1) ข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ร้อยละของเพศ แยกตามรายวิชาที่ประเมิน
- (2) การประเมินลักษณะของโจทย์วิจัย โดยพิจารณาจากโจทย์ที่นักศึกษาตั้งขึ้นว่าเป็น โจทย์วิจัยหรือไม่ และภาษาเขียนที่ใช้เป็นอย่างไร แสดงเป็นค่าร้อยละเทียบกับจำนวน นักศึกษาของแต่ละรายวิชา
- (3) การประเมินระดับของทักษะการของโจทย์วิจัยของนักศึกษา โดยพิจารณาจากโจทย์ วิจัยที่นักศึกษาตั้งขึ้นว่าอยู่ในระดับโจทย์ระดับทั่วไป ระดับเฉพาะเจาะจง หรือ ระดับคำถาม สำคัญ แสดงเป็นค่าร้อยละเทียบกับจำนวนนักศึกษาของแต่ละรายวิชา
- (4) การประเมินพัฒนาการของระดับโจทย์วิจัยของนักศึกษาเป็นรายบุคคล เป็นการนำ นักศึกษาที่มีผลการตั้งโจทย์วิจัยในการทำกิจกรรมครั้งสุดท้ายในระดับ “คำถามสำคัญ” มาวิเคราะห์ว่ามีพัฒนาการมาจากระดับโจทย์วิจัยในครั้งแรกในระดับใด แสดงเป็นค่าร้อยละ เทียบกับจำนวนนักศึกษาของแต่ละรายวิชา
- (5) การประเมินในภาพรวมของทักษะการตั้งโจทย์วิจัย โดยพิจารณาจากคะแนนรวม ทั้งหมดตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละ รายวิชา
- (6) การประเมินพัฒนาการของทักษะการตั้งโจทย์วิจัยของนักศึกษาเป็นรายบุคคล เป็นการนำนักศึกษาที่มีผลการตั้งโจทย์วิจัยในการทำกิจกรรมครั้งสุดท้ายในระดับ “ดีมาก” มาวิเคราะห์ว่ามีพัฒนาการมาจากการตั้งโจทย์วิจัยในครั้งแรกในระดับใด แสดงเป็นค่าร้อยละ เทียบกับจำนวนนักศึกษาของแต่ละรายวิชา

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการประเมินผลการฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัยแบบรายบุคคล

ลำดับที่	ชื่อ	รายการประเมิน						คะแนนรวม	ระดับทักษะ	
		เป็นโจทย์วิจัย	การเขียน	ระดับโจทย์						
1	A	0	0	0			0		ควรปรับปรุง	
2	B	1	0	1			2		ควรปรับปรุง	
3	C	1	0	2			3		พอใช้	
4	D	1	0	3			4		ดี	
5	E	1	1	1			3		พอใช้	
6	F	1	1	2			4		ดี	
7	G	1	1	3			5		ดีมาก	
จำนวน		0	1	0	4	0	1		ควรปรับปรุง	2
		1	6	1	3	1	2		พอใช้	2
						2	2		ดี	2
						3	2		ดีมาก	1
จำนวนรวม		7	7			7				7
ร้อยละ		0	14	0	43	0	13		ควรปรับปรุง	29
		1	86	1	57	1	29		พอใช้	29
						2	29		ดี	29
						3	29		ดีมาก	13
รวม		100	100			100				100

3.3 การฝึกทักษะการออกแบบการทดลอง

การฝึกทักษะการออกแบบการทดลองของนักศึกษาชั้นปีที่ 1, 2, 3 และ 4 ที่เรียนในรายวิชาต่างๆ ที่ผู้วิจัยสอนในภาคเรียนที่ 2/2555 ซึ่งได้แก่ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน กฎหมายมาตรฐาน และการควบคุมคุณภาพอาหาร โครงการวิจัยทางเคมี และสถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางเคมี ขั้นตอนการฝึกทักษะและการประเมินผลงานของนักศึกษามีดังนี้

3.3.1 ขั้นตอนการฝึกทักษะ

การฝึกทักษะการออกแบบการทดลองของนักศึกษา ประกอบด้วย ทักษะการกำหนดวัตถุประสงค์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดตัวแปร และทักษะการออกแบบตาราง

บันทึกผลการทดลอง โดยทักษะการกำหนดตัวแปร จำแนกเป็น (1) การระบุตัวแปรต้น (2) การระบุตัวแปรตาม (3) การระบุตัวแปรควบคุม (4) การผันแปรค่าหรือชนิดของตัวแปรต้น และ (5) การระบุตัวชีวิตที่ใช้ตรวจสอบตัวแปร

อาจารย์ผู้สอน (คณะผู้วิจัย) ที่สอนรายวิชาดังกล่าวข้างต้น ได้จัดกิจกรรมการพัฒนาทักษะการออกแบบการทดลองโดยสอดแทรกในรายวิชาต่างๆ โดยมีรูปแบบกิจกรรมในการสอนแตกต่างกันขึ้นกับเนื้อหาและธรรมชาติของรายวิชาที่สอน รวมถึงระดับทักษะของนักศึกษาในแต่ละชั้นปีด้วย โดยแต่ละรายวิชามีรายละเอียดของการจัดกิจกรรมดังนี้

รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน (รหัสวิชา 1A และ 2 A) มีการจัดกิจกรรมการออกแบบการทดลองจำนวน 2 ครั้ง คือ กิจกรรมครั้งที่ 1 ผู้สอนได้ให้หลักการเบื้องต้นในการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม จากตัวอย่างสมมติฐานที่ผู้สอนกำหนดเป็นตัวอย่าง จากนั้นได้มอบหมายนักศึกษาคิดประเด็นปัญหาที่ต้องหาคำตอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยการตั้งสมมติฐาน และการกำหนดตัวแปรต่างๆ ให้ครบถ้วน ซึ่งกิจกรรมนี้ได้จัดขึ้นสัปดาห์ที่ 2 ของการจัดการเรียนการสอน ส่วนในกิจกรรมที่ 2 หลังจากที่นักศึกษามีโจทย์วิจัยของตนเองจากกิจกรรมตั้งโจทย์วิจัย (หัวข้อ 3.2) แล้ว ผู้สอนได้กำหนดให้นักศึกษา กำหนดตัวแปรต่างๆ ตามรูปแบบที่ได้ทำมาในกิจกรรมครั้งที่ 1 ซึ่งกิจกรรมที่จัดขึ้นสัปดาห์ที่ 12 ของการจัดการเรียนการสอนห่างจากครั้งแรก 10 สัปดาห์

รายวิชากฎหมาย มาตรฐานและการควบคุมคุณภาพอาหาร (รหัสวิชา 3E) มีการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะการออกแบบการทดลองจำนวน 2 ครั้ง คือ กิจกรรมครั้งที่ 1 อาจารย์ผู้สอนได้ให้ความรู้เบื้องต้นโดยย่อ พร้อมทั้งอภิปรายร่วมกับนักศึกษา เกี่ยวกับปฏิบัติการการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ชนิดและยี่ห้อต่างๆ (Titratable acidity) เปรียบเทียบกับมาตรฐานการผลิตน้ำผลไม้ โดยฝึกปฏิบัติให้นักศึกษากำหนดวัตถุประสงค์และสมมติฐานการทดลอง การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม การผันแปรค่าหรือชนิดของตัวแปรต้น และการระบุตัวชีวิตที่ใช้ตรวจสอบตัวแปรตาม นอกจากนี้ก่อนนักศึกษาลงมือปฏิบัติการทดลอง ได้ให้นักศึกษาออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองด้วย ในกิจกรรมนี้ได้ใช้ปฏิบัติการดังกล่าวในการฝึกปฏิบัติทักษะการออกแบบการทดลอง กิจกรรมครั้งที่ 2 อาจารย์ได้ทบทวนเกี่ยวกับทักษะการออกแบบการทดลอง โดยผู้สอนได้ลงรายละเอียดพร้อมยกตัวอย่างมากขึ้นกว่ากิจกรรมครั้งที่ 1 เกี่ยวกับทักษะการออกแบบการทดลอง และนำผลงานของนักศึกษาจากกิจกรรมครั้งที่ 1 มายกตัวอย่างในห้องเรียน เพื่อให้เกิดการอภิปรายร่วมกัน และอาจารย์ได้ให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติทักษะการออกแบบการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยทักษะการกำหนดตัวแปร และทักษะการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง เป็นครั้งที่ 2 ผ่านบทปฏิบัติการเรื่องการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Formol titration ในตัวอย่างนมประเภทต่างๆ เปรียบกับมาตรฐานการผลิตและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับฉลากโภชนาการของผลิตภัณฑ์

ฝึกปฏิบัติเช่นเดียวกับกิจกรรมที่ 1 และหลังจากนั้น อาจารย์ได้นำผลงานของนักศึกษาจากกิจกรรมครั้งที่ 2 มายกตัวอย่างในห้องเรียน เพื่อให้เกิดการอภิปรายร่วมกันอีกครั้ง

รายวิชาโครงการวิจัยทางเคมี (รหัสวิชา 3G) อาจารย์ผู้สอนให้ความรู้ พร้อมยกตัวอย่างให้กับนักศึกษาในเรื่องของการกำหนดตัวแปร และการออกแบบการทดลอง ซึ่งได้จัดกิจกรรมการฝึกทักษะจำนวน 3 ครั้ง คือ กิจกรรมครั้งที่ 1 ให้นักศึกษาตั้งโจทย์วิจัยในหัวข้อที่สนใจ จากนั้นออกแบบการทดลองโดยการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม รวมถึงเขียนส่วนประกอบอื่นๆที่ต้องมีในโครงร่างวิจัย ได้แก่ ที่มาและความสำคัญของโจทย์วิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ประโยชน์ของงานวิจัย งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเอกสารอ้างอิง กิจกรรมครั้งที่ 2 อาจารย์ตรวจแก้พร้อมคั่นชิ้นงานให้นักศึกษา จากนั้นอาจารย์และนักศึกษาก่อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน แล้วนักศึกษานำชิ้นงานไปปรับแก้จากชิ้นงานเดิม และทำเช่นเดียวกันในกิจกรรมครั้งที่ 3

รายวิชาสถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางเคมี (รหัสวิชา 4H) ผู้สอนจัดกิจกรรมการออกแบบการทดลองควบคู่ไปกับการฝึกทักษะการตั้งโจทย์วิจัย จำนวน 3 ครั้ง คือ กิจกรรมครั้งที่ 1 อาจารย์ให้หลักการเบื้องต้นในการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม แล้วให้นักศึกษากำหนดตัวแปรต่างๆ จากโจทย์วิจัยที่นักศึกษาตั้งขึ้น กิจกรรมครั้งที่ 2 อาจารย์นำนักศึกษาลงพื้นที่ บ้านอนุรักษ์กระดาดสา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ หลังจากนั้นให้นักศึกษาตั้งโจทย์วิจัย พร้อมกับการออกแบบการทดลอง ทั้งนี้การทดลองที่นักศึกษาออกแบบนั้นได้ข้อมูลตัวเลขที่สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติต่างๆ ตามเนื้อหาที่ได้เรียนในรายวิชานี้ด้วย กิจกรรมครั้งที่ 3 ให้นักศึกษาปรับปรุงชิ้นงานการกำหนดตัวแปรและการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองของชิ้นงานในกิจกรรมที่ 2 หลังจากที่ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะ เป็นรายบุคคล

เกณฑ์การประเมินผลทักษะการออกแบบการทดลองจากงานที่นักศึกษานำส่ง ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.5 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

- (1) การกำหนดวัตถุประสงค์ คะแนนเต็ม 1 คะแนน ได้แก่
 - 1.1) สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ได้ถูกต้อง กล่าวคือเป็นข้อความที่บอกจุดประสงค์ (1 คะแนน)
 - 1.2) ไม่สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ได้ถูกต้อง (0 คะแนน)
- (2) การตั้งสมมติฐาน คะแนนเต็ม 1 คะแนน ได้แก่
 - 2.1) สามารถตั้งสมมติฐานได้ กล่าวคือ เป็นข้อความที่บอกแนวทางในการตรวจสอบได้โดยการทดลอง (1 คะแนน)
 - 2.2) ไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ (0 คะแนน)

- (3) การกำหนดตัวแปรต้น คะแนนเต็ม 1 คะแนน ได้แก่
- 3.1) สามารถระบุตัวแปรต้นได้ กล่าวคือ สามารถระบุตัวแปรที่ต้องการศึกษา หรือ ต้องการตรวจสอบได้ (1 คะแนน)
- 3.2) ไม่สามารถระบุตัวแปรต้นได้ (0 คะแนน)
- (4) การกำหนดตัวแปรตาม คะแนนเต็ม 1 คะแนน ได้แก่
- 4.1) สามารถระบุตัวแปรตามได้ กล่าวคือ สามารถระบุตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรต้นได้ (1 คะแนน)
- 4.2) ไม่สามารถระบุตัวแปรตามได้ (0 คะแนน)
- (5) การกำหนดตัวแปรควบคุม คะแนนเต็ม 1 คะแนน ได้แก่
- 5.1) สามารถระบุตัวแปรควบคุมได้ กล่าวคือ สามารถระบุตัวแปรอื่นๆ นอกจาก ตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการศึกษหรือผลการทดลองหรือผลการวิจัยคลาดเคลื่อนได้ (1 คะแนน)
- 5.2) ไม่สามารถระบุตัวแปรควบคุมได้ (0 คะแนน)
- (6) การผันแปรค่าหรือชนิดของตัวแปรต้น คะแนนเต็ม 1 คะแนน ได้แก่
- 6.1) สามารถผันแปรค่าหรือชนิดของตัวแปรต้นได้ (1 คะแนน)
- 6.2) ไม่สามารถผันแปรค่าหรือชนิดของตัวแปรต้นได้ (0 คะแนน)
- (7) การระบุตัวชี้วัดที่ใช้ตรวจสอบตัวแปรตาม คะแนนเต็ม 1 คะแนน ได้แก่
- 7.1) สามารถระบุตัวชี้วัดที่ใช้ตรวจสอบตัวแปรตามได้ (1 คะแนน)
- 7.2) ไม่สามารถระบุตัวชี้วัดที่ใช้ตรวจสอบตัวแปรตามได้ (0 คะแนน)
- (8) การออกแบบตารางบันทึกผล คะแนนเต็ม 1 คะแนน ได้แก่
- 8.1) สามารถออกแบบตารางบันทึกผลได้ (1 คะแนน)
- 8.2) ไม่สามารถออกแบบตารางบันทึกผลได้ (0 คะแนน)

คะแนนรวมของทักษะการออกแบบการทดลองคิดตามจำนวนประเด็นที่ทำการวัด จากนั้นคำนวณเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม

เกณฑ์การประเมินคะแนนเฉลี่ยรายบุคคล มี 4 ระดับ คือ

น้อยกว่าร้อยละ	50	หมายความว่า	ควรปรับปรุง
มากกว่าเท่ากับร้อยละ	60	หมายความว่า	พอใช้
มากกว่าเท่ากับร้อยละ	70	หมายความว่า	ดี
มากกว่าเท่ากับร้อยละ	80	หมายความว่า	ดีมาก

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การประเมินงานทักษะการออกแบบการทดลอง

รายการประเมินทักษะการ ออกแบบการทดลอง	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
(1) การกำหนดวัตถุประสงค์	1	1 คะแนน เมื่อสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ได้ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อไม่สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ได้ถูกต้อง
(2) การตั้งสมมติฐาน	1	1 คะแนน เมื่อสามารถตั้งสมมติฐานได้ 0 คะแนน เมื่อไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้
(3) การกำหนดตัวแปรต้น	1	1 คะแนน เมื่อสามารถระบุตัวแปรต้นได้ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อไม่สามารถระบุตัวแปรต้นได้ถูกต้อง
(4) การกำหนดตัวแปรตาม	1	1 คะแนน เมื่อสามารถระบุตัวแปรตามได้ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อไม่สามารถระบุตัวแปรตามได้ถูกต้อง
(5) การกำหนดตัวแปรควบคุม	1	1 คะแนน เมื่อสามารถระบุตัวแปรควบคุมได้ 0 คะแนน เมื่อไม่สามารถระบุตัวแปรควบคุมได้
(6) การผันแปรค่าหรือชนิดของ ตัวแปรต้น	1	1 คะแนน เมื่อสามารถผันแปรค่าหรือชนิดของ ตัวแปรต้นได้ 0 คะแนน เมื่อไม่สามารถผันแปรค่าหรือชนิดของ ตัวแปรต้นได้
(7) การระบุตัวชี้วัดที่ใช้ ตรวจสอบตัวแปรตาม	1	1 คะแนน เมื่อสามารถระบุตัวชี้วัดที่ใช้ตรวจสอบ ตัวแปรตามได้ 0 คะแนน เมื่อไม่สามารถระบุตัวชี้วัดที่ใช้ ตรวจสอบตัวแปรตามได้
(8) การออกแบบตารางบันทึกผล	1	1 คะแนน เมื่อสามารถออกแบบตารางบันทึก ผลได้ถูกต้อง 0 คะแนน เมื่อไม่สามารถออกแบบตารางบันทึก ผลได้ถูกต้อง

3.3.2 การประเมินผล

การประเมินผลทักษะการออกแบบการทดลองในภาพรวม มีตัวอย่างการประเมินในตารางที่ 3.3 โดยแยกเป็น 2 หัวข้อใหญ่ คือ

- (1) ข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ร้อยละของเพศ แยกตามรายวิชาที่ประเมิน
- (2) การประเมินผลการฝึกทักษะการออกแบบการทดลองในภาพรวมและรายบุคคล ประกอบด้วย
 - 2.1) การประเมินในภาพรวมของทักษะการออกแบบการทดลอง โดยพิจารณาจากคะแนนรวมทั้งหมดตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละรายวิชา
 - 2.2) การประเมินพัฒนาการของระดับทักษะการออกแบบการทดลองของนักศึกษาเป็นรายบุคคล เป็นการนำนักศึกษาที่มีผลการออกแบบการทดลองในการทำกิจกรรมครั้งสุดท้ายในระดับ “ดีมาก” มาวิเคราะห์ว่ามีพัฒนาการมาจากระดับทักษะการออกแบบการทดลองในครั้งแรกในระดับใด แสดงเป็นค่าร้อยละเทียบกับจำนวนนักศึกษาของแต่ละรายวิชา