OBE.3 รายละเอียดของรายวิชา (AUN-QA)

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสและชื่อรายวิชา

รหัสวิชา : 4022205

ภาษาไทย : การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2

ภาษาอังกฤษ : Instrumental Methods of Chemical Analysis II

2. คำอธิบายรายวิชา (Course Description)

(ภาษาไทย) ความรู้ด้านเครื่องมือวิเคราะห์ทางโครมาโทกราฟี แมสสเปกโทรเมตรี การวิเคราะห์ด้วยโครมาโทกราฟีของเหลว การวิเคราะห์ด้วยโครมาโทกราฟีของเหลว/แมสสเปกโทรเมตรี การวิเคราะห์ด้วยแก๊สโครมาโทกราฟี การวิเคราะห์ด้วยแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโทรเมตรี ปฏิบัติการวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ธรรมชาติด้วยโครมาโทกราฟีของเหลวและแก๊สโครมาโทกราฟี

(ภาษาอังกฤษ) Fundamental of analytical instruments in chromatography; mass spectrometry; liquid chromatography analysis; liquid chromatography/mass spectrometry analysis; gas chromatography analysis; gas chromatography/mass spectrometry analysis; laboratory of liquid chromatography and gas chromatography for natural product samples

3. จำนวนหน่วยกิต 3(2-3-4)

4. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีประยุกต์และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2568) ประเภทของรายวิชา: หมวดวิชาเฉพาะ วิชาเฉพาะด้าน กลุ่มวิชาเคมีประยุกต์ (วิชาบังคับ)

5. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา และอาจารย์ผู้สอน

ชื่อ – สกุล	วุฒิการศึกษา	จำนวนชั่วโมง	ภาระงาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัญญา มณีทอง	ปร.ด. (เคมี)	25	สอนสัปดาห์ที่ 1–5
รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์	ปร.ด. (เคมีอุตสาหกรรม)	25	สอนสัปดาห์ที่ 6–11
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด	วท.ม. (เคมี)	25	สอนสัปดาห์ที่ 12–16

6. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน

6.1 ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 2

6.2 จำนวนผู้เรียน .... คน จำนวน 1 หมู่เรียน

7. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) -

8. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) -

9. รายวิชาบูรณาการ (Integrated Course) -

10. สิ่งที่ปรับปรุงแก้ไขจากการสอนครั้งที่ผ่านมา -

11. วันที่คณะกรรมการรายวิชาให้ความเห็นชอบ 16 ตุลาคม 2569

12. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด 16 ตุลาคม 2569

หมวดที่ 2 ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา
(Course-level Learning Outcomes: CLOs)

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรที่สอดคล้องกับรายวิชา

โครงสร้างหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2568 กำหนดให้วิชาการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2 เป็นวิชาบังคับในกลุ่มวิชาเคมีประยุกต์ จัดสอนในชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2 ต่อเนื่องจากรายวิชาการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 1 เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจในหลักการและการใช้เครื่องมือทางโครมาโทกราฟีและแมสสเปกโทรเมตรี ตลอดจนทักษะปฏิบัติการวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ธรรมชาติด้วยแก๊สโครมาโทกราฟีและโครมาโทกราฟีของเหลว ซึ่งเป็นเทคนิคหลักในการตรวจสอบเอกลักษณ์และหาปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ โดยมีความสอดคล้องและกระจายความรับผิดชอบสู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLOs Map) ดังนี้

ตารางที่ 1: ความสัมพันธ์ระหว่างรายวิชา และ ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLOs)

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (CLOs)	ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLOs) ที่สอดคล้อง	มาตรฐานผลการเรียนรู้ (KSEC)
CLO 1: อธิบายหลักการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือทางโครมาโทกราฟีได้อย่างถูกต้อง	PLO 4 : อธิบาย แนวคิด ทฤษฎี และหลักพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเคมีได้อย่างถูกต้อง	ด้านความรู้ (Knowledge)
CLO 2: ปฏิบัติการตามแผนการทดลองด้วยเครื่องมือทางโครมาโทกราฟีได้อย่างถูกต้อง	PLO 6 : แสดงออกถึงการมีทักษะปฏิบัติการทางเคมีประยุกต์และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ โดยคำนึงถึงความปลอดภัยทั้งในห้องปฏิบัติการ	ด้านทักษะ (Skills)

	หรือการทำงานจริงผ่านประสบการณ์สหกิจศึกษาในสถานประกอบการ	
CLO 3: ตระหนักถึงความมีระเบียบวินัย ซื่อสัตย์ เคารพในสิทธิของผู้อื่น	PLO 7 : แสดงออกถึงการมีคุณธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย เคารพในสิทธิของผู้อื่น และมีความซื่อสัตย์ในการวิเคราะห์ วิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ	ด้านจริยธรรม (Ethics)
CLO 4: แสดงออกถึงความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	PLO 8 : แสดงออกถึงการเป็นผู้มีความสามารถในการแปรรูปสารจากธรรมชาติ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน สามารถทำงานเป็นทีม มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม	ด้านลักษณะบุคคล (Character)

รหัสวิชา/ชื่อรายวิชา	**ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLOs)**							
	PLO 1	PLO 2	PLO 3	PLO 4	PLO 5	PLO 6	PLO 7	PLO 8
4022205 การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2				●		●	○	○

2. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา(CLOs)

เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในรายวิชา สามารถ (CLOs)

รหัสวิชา/ชื่อรายวิชา	**ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา(CLOs)**	PLO 1	PLO 2	PLO 3	PLO 4	PLO 5	PLO 6	PLO 7	PLO 8
4022205 การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2	CLO 1: อธิบายหลักการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือทางโครมาโทกราฟีได้อย่างถูกต้อง				●				
	CLO 2: ปฏิบัติการตามแผนการทดลองด้วยเครื่องมือทางโครมาโทกราฟีได้อย่างถูกต้อง						●		
	CLO 3: ตระหนักถึงความมีระเบียบวินัย ซื่อสัตย์ เคารพในสิทธิของผู้อื่น							○	
	CLO 4: แสดงออกถึงความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย								○

หมวดที่ 3 แผนการสอนและการประเมินผล วิชาการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2

1. แผนการสอน กำหนดการสอน

สัปดาห์ที่	CLO	หัวข้อเรื่อง/รายละเอียด	จำนวน ชม.		วัตถุประสงค์รายหัวข้อ (Lesson Learning Outcome; LLO)	การจัดกระบวนการเรียนรู้/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
			กิจกรรมในชั้นเรียน	ฝึกปฏิบัติ			
สัปดาห์ที่ 1	CLO1, CLO2, CLO3	**ปฐมนิเทศรายวิชาและความรู้ด้านเครื่องมือวิเคราะห์ทางโครมาโทกราฟี** - ชี้แจงเนื้อหา เกณฑ์การวัดผล และ CLOs - หลักการแยกและการจำแนกประเภทของโครมาโทกราฟี - พารามิเตอร์ทางโครมาโทกราฟี: เวลารีเทนชัน รีเทนชันแฟกเตอร์ จำนวนเพลตทางทฤษฎี และค่าการแยก (Resolution) สมการแวนดีมเตอร์ ปฏิบัติการ: การแยกสารด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี	2	3	อธิบายหลักการแยกและคำนวณพารามิเตอร์ทางโครมาโทกราฟีได้ถูกต้อง และปฏิบัติการ: การแยกสารด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ **สื่อที่ใช้:** เอกสารประกอบการสอน สื่อนำเสนอ คู่มือปฏิบัติการ **การประเมินผล:** สอบย่อย รายงานผลการทดลอง	ผศ.ดร.ศรัญญา มณีทอง
สัปดาห์ที่ 2	CLO1, CLO2	**แก๊สโครมาโทกราฟี: องค์ประกอบของเครื่องมือ** - แก๊สพา ระบบฉีดสาร (Split/Splitless) คอลัมน์แบบแพ็กและแบบแคพิลลารี เฟสคงที่ และการโปรแกรมอุณหภูมิ - ตัวตรวจวัด FID, TCD และ ECD ปฏิบัติการ: การเตรียมตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยสำหรับการวิเคราะห์ได้ถูกต้อง	2	3	อธิบายองค์ประกอบและหน้าที่ของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ และเตรียมตัวอย่างน้ำมันหอมระเหยสำหรับการวิเคราะห์ได้ถูกต้อง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ **สื่อที่ใช้:** เอกสารประกอบการสอน คู่มือปฏิบัติการ **การประเมินผล:** รายงานผลการทดลอง	ผศ.ดร.ศรัญญา มณีทอง
สัปดาห์ที่ 3	CLO1, CLO2, CLO3	**การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยแก๊สโครมาโทกราฟี** - การระบุสารด้วยเวลารีเทนชันและดัชนีรีเทนชัน (Kovats retention index)	2	3	ระบุและหาปริมาณสารด้วยแก๊สโครมาโทกราฟี และรายงานผลการวิเคราะห์ได้ถูกต้องตามความเป็นจริง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ **สื่อที่ใช้:** คู่มือปฏิบัติการ เครื่อง GC-FID	ผศ.ดร.ศรัญญา มณีทอง

สัปดาห์ที่	CLO	หัวข้อเรื่อง/รายละเอียด	จำนวน ชม.		วัตถุประสงค์รายหัวข้อ (Lesson Learning Outcome; LLO)	การจัดกระบวนการเรียนรู้/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
			กิจกรรมในชั้นเรียน	ฝึกปฏิบัติ			
		- การสร้างกราฟมาตรฐานแบบ External standard และ Internal standard - การเตรียมตัวอย่าง: Headspace ปฏิบัติการ: วิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยด้วย GC-FID				**การประเมินผล:** รายงานผลการทดลองสอบย่อย	
สัปดาห์ที่ 4	CLO1, CLO2	**การประยุกต์ GC กับผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ** - การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย ในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ปฏิบัติการ: แปลผลข้อมูล GC ของน้ำมันหอมระเหย	2	3	ประยุกต์ใช้ GC ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ และนำเสนอผลการแปลข้อมูลได้อย่างถูกต้อง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ (งานกลุ่ม) **สื่อที่ใช้:** ข้อมูล GC ตัวอย่าง **การประเมินผล:** รายงานกลุ่มและแบบทดสอบย่อยช่วงที่ 1	ผศ.ดร.ศรัญญา มณีทอง
สัปดาห์ที่ 5	CLO1, CLO2, CLO4	**การประยุกต์ GC กับผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ** (ต่อ) - การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย ในผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ปฏิบัติการ: แปลผลข้อมูล GC ของน้ำมันหอมระเหย (ต่อ)	2	3	ประยุกต์ใช้ GC ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ และนำเสนอผลการแปลข้อมูลได้อย่างถูกต้อง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ (งานกลุ่ม) **สื่อที่ใช้:** ข้อมูล GC ตัวอย่าง **การประเมินผล:** รายงานกลุ่มและแบบทดสอบย่อยช่วงที่ 2	ผศ.ดร.ศรัญญา มณีทอง
สัปดาห์ที่ 6	CLO1, CLO2	**แมสสเปกโทรเมตรี 1: หลักการและองค์ประกอบของเครื่องมือ** - แหล่งกำเนิดไอออน: EI, CI, ESI, APCI และ MALDI - เครื่องวิเคราะห์มวล: Quadrupole, Ion trap, Time-of-flight และ Orbitrap และตัวตรวจวัด ฝึกปฏิบัติ: ฝึกแปลผลแมสสเปกตรัม หามวลต่อประจุของไอออนโมเลกุลและรูปแบบไอโซโทป (เนื่องจากไม่มีเครื่องแมสสเปกโทรมิเตอร์ให้ฝึกปฏิบัติ)	2	3	อธิบายหลักการและองค์ประกอบของแมสสเปกโทรมิเตอร์ และระบุไอออนโมเลกุลจากแมสสเปกตรัมได้ถูกต้อง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกแปลข้อมูลสเปกตรัม **สื่อที่ใช้:** เอกสารประกอบการสอน แมสสเปกตรัมจากฐานข้อมูล NIST และ MassBank **การประเมินผล:** แบบฝึกหัดการแปลผลแมสสเปกตรัม	รศ.ดร.คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์

สัปดาห์ที่	CLO	หัวข้อเรื่อง/รายละเอียด	จำนวน ชม.		วัตถุประสงค์รายหัวข้อ (Lesson Learning Outcome; LLO)	การจัดกระบวนการเรียนรู้/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
			กิจกรรมในชั้นเรียน	ฝึกปฏิบัติ			
สัปดาห์ที่ 7	CLO1, CLO2, CLO3	**แมสสเปกโทรเมตรี 2: การแปลผลและการประยุกต์** - รูปแบบการแตกตัวของโมเลกุลแมสสเปกโทรเมตรีความละเอียดสูง และ MS/MS - การประยุกต์แมสสเปกโทรเมตรีในการระบุสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ฝึกปฏิบัติ: ฝึกแปลผลแบบการแตกตัวและระบุโครงสร้างสารจากแมสสเปกตรัม	2	3	แปลรูปแบบการแตกตัวจากแมสสเปกตรัมเพื่อระบุโครงสร้างสารได้ถูกต้อง และรายงานผลการแปลอย่างซื่อสัตย์	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกแปลข้อมูลสเปกตรัม **สื่อที่ใช้:** เอกสารประกอบการสอน แมสสเปกตรัมสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติจากฐานข้อมูล **การประเมินผล:** แบบฝึกหัดการแปลผลและแบบสังเกตพฤติกรรม	รศ.ดร.คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์
สัปดาห์ที่ 8	CLO1, CLO2	ทดสอบกลางภาค			วัดและประเมินผลด้านความรู้และการแปลผลข้อมูลจากเครื่องมือ ตามข้อกำหนดของ CLO1–CLO2 (เนื้อหาสัปดาห์ที่ 1–7: โครมาโทกราฟี GC GC-MS และแมสสเปกโทรเมตรี)	**TLA:** การทดสอบ **สื่อที่ใช้:** ข้อสอบแบบเลือกตอบ เขียนตอบ และโจทย์แปลผลข้อมูลจากเครื่องมือ **การประเมินผล:** แบบเฉลย	ผศ.ดร.ศรัญญา / รศ.ดร.คงศักดิ์
สัปดาห์ที่ 9	CLO1, CLO2	**เคมีไฟฟ้า 1: หลักการและโพเทนชิโอเมตรี** - เซลล์ไฟฟ้าเคมี ศักย์ไฟฟ้าขั้วไฟฟ้า และสมการเนิร์นสต์ - ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง ขั้วไฟฟ้าบ่งชี้ และขั้วไฟฟ้าเลือกไอออน (ISE) ปฏิบัติการ: การวิเคราะห์ค่า ความเป็นกรด-เบส ของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายด้วย เครื่อง pH มิเตอร์	2	3	อธิบายหลักการเซลล์ไฟฟ้าเคมี ศักย์ไฟฟ้าขั้วไฟฟ้า ชนิดและรูปแบบของขั้วไฟฟ้า ปฏิบัติการวิเคราะห์ค่า pH ของสารละลาย	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ **สื่อที่ใช้:** เอกสารประกอบการสอน คู่มือปฏิบัติการ pH meter และขั้วไฟฟ้า **การประเมินผล:** รายงานผลการทดลองและแบบประเมินทักษะปฏิบัติการ	รศ.ดร.คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์
สัปดาห์ที่ 10		อธิบายหลักการของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโพเทนชิโอเมตรี การไทเทรตแบบโพเทนชิโอเมตรีเพื่อหาปริมาณกรดในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (เช่น น้ำผลไม้ น้ำส้มสายชูหมัก)	2	3	อธิบายหลักการ โพเทนชิโอเมตรี และหาจุดยุติจากการไทเทรตแบบโพเทนชิโอเมตรีได้ถูกต้อง ปฏิบัติการการไทเทรตแบบโพเทนชิโอเมตรีและหาจุดยุติ ได้ถูกต้อง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์ และการฝึกปฏิบัติการ	

สัปดาห์ที่	CLO	หัวข้อเรื่อง/รายละเอียด	จำนวน ชม.		วัตถุประสงค์รายหัวข้อ (Lesson Learning Outcome; LLO)	การจัดกระบวนการเรียนรู้/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
			กิจกรรมในชั้นเรียน	ฝึกปฏิบัติ			
						สื่อที่ใช้: คู่มือปฏิบัติการ คู่มือการใช้งานและเครื่อง Auto titrator น้ำและเครื่องดื่ม การประเมินผล: รายงานผลการทดลองและแบบประเมินทักษะปฏิบัติการ	
สัปดาห์ที่ 11	CLO1, CLO2	**เคมีไฟฟ้า 2: คอนดักโทเมตรี** - หลักการการนำไฟฟ้าของสารละลาย และการไทเทรตแบบคอนดักโทเมตรี ปฏิบัติการ: วัดค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำและเครื่องดื่มจากธรรมชาติ ด้วยเครื่องคอนดักโทมิเตอร์	2	3	อธิบายหลักการคอนดักโทเมตรี และปฏิบัติการวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องคอนดักโทมิเตอร์ และการแปลผลได้อย่างถูกต้อง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ **สื่อที่ใช้:** คู่มือปฏิบัติการ เคู่มือการใช้งานและครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าตัวอย่างน้ำและเครื่องดื่ม **การประเมินผล:** รายงานผลการทดลองและแบบประเมินทักษะปฏิบัติการ	รศ.ดร.คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์
สัปดาห์ที่ 12	CLO1, CLO2	**โครมาโทกราฟีของเหลว: หลักการ** - ประเภทของโครมาโทกราฟีของเหลว: เฟสปกติ เฟสย้อนกลับ การแลกเปลี่ยนไอออน และการแยกตามขนาด - เฟสเคลื่อนที่ การชะแบบ Isocratic และ Gradient ปฏิบัติการ: การเตรียมตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานสำหรับ HPLC (การกรอง)	2	3	อธิบายหลักการและประเภทของโครมาโทกราฟีของเหลว และเตรียมตัวอย่างสำหรับ HPLC ได้ถูกต้อง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ **สื่อที่ใช้:** เอกสารประกอบการสอน คู่มือปฏิบัติการ ชุดกรองและ SPE **การประเมินผล:** รายงานผลการทดลองและแบบประเมินทักษะปฏิบัติการ	ผศ.ธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด
สัปดาห์ที่ 13	CLO1, CLO2, CLO3	**เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC)** - ปั๊ม ระบบฉีดสาร คอลัมน์ และตัวตรวจวัด (UV-Vis, DAD, Fluorescence, RI) ปฏิบัติการ: ฝึกใช้เครื่อง และโปรแกรมในเครื่อง HPLC	2	3	อธิบายองค์ประกอบของเครื่อง HPLC แลใช้เครื่องมือร่วมกันอย่างมีระเบียบ	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ **สื่อที่ใช้:** คู่มือปฏิบัติการ เครื่อง HPLC **การประเมินผล:** รายงานผลการทดลองแบบประเมินทักษะปฏิบัติการและแบบสังเกตพฤติกรรม	ผศ.ธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด

สัปดาห์ที่	CLO	หัวข้อเรื่อง/รายละเอียด	จำนวน ชม.		วัตถุประสงค์รายหัวข้อ (Lesson Learning Outcome; LLO)	การจัดกระบวนการเรียนรู้/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
			กิจกรรมในชั้นเรียน	ฝึกปฏิบัติ			
สัปดาห์ที่ 14	CLO1, CLO2	**การวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วย HPLC และการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี** - กราฟมาตรฐาน ความเป็นเส้นตรง LOD LOQ ความเที่ยง และร้อยละการคืนกลับ ปฏิบัติการ หาปริมาณคาเฟอีนในชาหรือกาแฟด้วย HPLC	2	3	หาปริมาณสารสำคัญในตัวอย่างด้วย HPLC และประเมินความใช้ได้ของวิธีเบื้องต้นได้ถูกต้อง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ **สื่อที่ใช้:** คู่มือปฏิบัติการ เครื่อง HPLC สารมาตรฐานคาเฟอีน **การประเมินผล:** รายงานผลการทดลองและแบบประเมินทักษะปฏิบัติการ	ผศ.ธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด
สัปดาห์ที่ 15	CLO1, CLO2	**โครมาโทกราฟีของเหลว/แมสสเปกโทรเมตรี (LC-MS)** - ส่วนเชื่อมต่อ ESI และ APCI และการประยุกต์ LC-MS ในการศึกษาสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ - การแปลผลข้อมูล LC-MS ปฏิบัติการ: วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดพืชด้วย HPLC และฝึกแปลผลข้อมูล LC-MS	2	3	อธิบายหลักการ LC-MS แปลผลข้อมูล LC-MS และวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกด้วย HPLC ได้ถูกต้อง	**TLA:** การบรรยายแบบปฏิสัมพันธ์และการฝึกปฏิบัติการ **สื่อที่ใช้:** คู่มือปฏิบัติการ เครื่อง HPLC ข้อมูล LC-MS ตัวอย่าง **การประเมินผล:** แบบฝึกหัดการแปลผลและรายงานผลการทดลอง	ผศ.ธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด
สัปดาห์ที่ 16	CLO2, CLO4	**การเลือกใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีและสรุปผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ** - เปรียบเทียบ GC, GC-MS, HPLC และ LC-MS และการเลือกใช้ให้เหมาะกับตัวอย่าง - ทบทวนเนื้อหาก่อนสอบปลายภาค กิจกรรม: นำเสนอผลการวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ธรรมชาติด้วยเครื่องมือเป็นกลุ่ม	2	3	เลือกเทคนิคการวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับตัวอย่าง และนำเสนอผลการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง พร้อมรับผิดชอบต่องานกลุ่ม	**TLA:** การเรียนรู้โดยใช้โครงงาน (Project-based learning) และการนำเสนอ **สื่อที่ใช้:** รายงานผลการวิเคราะห์ สื่อนำเสนอ **การประเมินผล:** แบบประเมินการนำเสนอ (Rubric) และแบบทดสอบย่อยช่วงที่ 3	ผศ.ธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด
สัปดาห์ที่ 17	CLO1, CLO2	ทดสอบปลายภาค			วัดและประเมินผลด้านความรู้และการแปลผลข้อมูลจากเครื่องมือ ตามข้อกำหนดของ	**TLA:** การทดสอบ	รศ.ดร.คงศักดิ์

สัปดาห์ที่	CLO	หัวข้อเรื่อง/รายละเอียด	จำนวน ชม.		วัตถุประสงค์รายหัวข้อ (Lesson Learning Outcome; LLO)	การจัดกระบวนการเรียนรู้/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
			กิจกรรมในชั้นเรียน	ฝึกปฏิบัติ			
					CLO1–CLO2 (เนื้อหาสัปดาห์ที่ 9–16: เคมีไฟฟ้า HPLC และ LC-MS)	**สื่อที่ใช้:** ข้อสอบแบบเลือกตอบ เขียนตอบ และโจทย์แปลผลข้อมูลจากเครื่องมือ **การประเมินผล:** แบบเฉลย	ผศ.ธัญพรรณ
		รวม	30	45			

2.ระบุ หัวข้อการจัดการเรียนการสอนหรือ CLO ที่สอดคล้องกับปรัชญาการจัดการศึกษาของมหาวิทยาลัย

“บัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นผู้นำด้านวิชาการและวิชาชีพ มีคุณธรรม จริยธรรม สร้างสรรค์ภูมิปัญญาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน”

นำปรัชญาการศึกษาด้าน	รายวิชา	กิจกรรม
ด้าน “วิชาการ และคุณธรรมจริยธรรม”	4022205 การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2	ด้านวิชาการและวิชาชีพ: ผู้เรียนมีความรู้ในหลักการและการใช้เครื่องมือทางโครมาโทกราฟี แมสสเปกโทรเมตรี และเคมีไฟฟ้า และมีทักษะปฏิบัติการวิเคราะห์ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี GC HPLC pH meter Auto titrator และเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นเทคนิคหลักในงานตรวจสอบคุณภาพของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (สัปดาห์ที่ 1–16) ด้านคุณธรรมจริยธรรม: สอดแทรกความซื่อสัตย์ในการบันทึกและรายงานผลการวิเคราะห์ การไม่ดัดแปลงข้อมูลจากเครื่องมือ การใช้เครื่องมือร่วมกันอย่างมีระเบียบ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (สัปดาห์ที่ 1, 3, 7 และ 13; CLO3) ด้านสร้างสรรค์ภูมิปัญญาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น: ใช้ตัวอย่างพืชและผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น เช่น น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้และใบมะกรูด น้ำผลไม้ น้ำส้มสายชูหมัก น้ำและเครื่องดื่มจากธรรมชาติ ชาหรือกาแฟ และสารสกัดพืช ในการฝึกวิเคราะห์ด้วย

		เครื่องมือ เพื่อเป็นพื้นฐานการตรวจสอบเอกลักษณ์และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชุมชน (สัปดาห์ที่ 2–5, 10–11 และ 14–15)

3. ระบุ หัวข้อการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมหรือสอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตของหลักสูตร (LLL)

คือ 1) มีเหตุผล 2) การแก้ปัญหา 3) เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต	รายวิชา	กิจกรรม
1. มีเหตุผล	4022205 การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2	หัวข้อการสอน: พารามิเตอร์ทางโครมาโทกราฟี (สัปดาห์ที่ 1) การระบุและหาปริมาณสารด้วย GC (สัปดาห์ที่ 3) การแปลผลแมสสเปกตรัม (สัปดาห์ที่ 6–7) การหาจุดยุติจากการไทเทรตแบบโพเทนชิโอเมตรี (สัปดาห์ที่ 10) และการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี HPLC (สัปดาห์ที่ 14) กิจกรรมส่งเสริมทักษะ: ให้ผู้เรียนให้เหตุผลประกอบการระบุสารจากโครมาโทแกรมและแมสสเปกตรัม และอภิปรายความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์โดยอ้างอิงหลักการทางเคมี
2. การแก้ปัญหา	4022205 การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2	หัวข้อการสอน: การประยุกต์ GC กับผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (สัปดาห์ที่ 4–5) การไทเทรตแบบโพเทนชิโอเมตรีในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (สัปดาห์ที่ 10) และการเลือกใช้เทคนิคโครมาโทกราฟี (สัปดาห์ที่ 16) กิจกรรมส่งเสริมทักษะ: ให้ผู้เรียนวิเคราะห์โจทย์ตัวอย่างจริง เลือกเทคนิคและสภาวะการวิเคราะห์ที่เหมาะสม และแก้ปัญหาเมื่อผลการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามคาด

3. เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น	4022205 การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2	หัวข้อการสอน: การแปลผลข้อมูล GC ของน้ำมันหอมระเหยเป็นกลุ่ม (สัปดาห์ที่ 4–5) การฝึกใช้เครื่อง HPLC ร่วมกัน (สัปดาห์ที่ 13) และการนำเสนอผลการวิเคราะห์ (สัปดาห์ที่ 16) กิจกรรมส่งเสริมทักษะ: การทำปฏิบัติการและใช้เครื่องมือร่วมกันเป็นกลุ่ม การแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ การอภิปรายและนำเสนอผลงานร่วมกัน

การพิจารณาว่านักศึกษาขาดเรียน

กรณีการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน นักศึกษามีเหตุจำเป็นให้แจ้งผู้สอนทราบโดยการโทรศัพท์ หรือแจ้งไว้ในไลน์กลุ่ม หากผู้สอนไม่ทรายสาเหตุมาก่อนเมื่อเวลาผ่านไปเกิน 30 นาที และกรณีการจัดการเรียนการสอน online เวลาผ่านไปเกิน 15 นาที โดยไม่ทราบสาเหตุหรือแจ้งเหตุผลถือว่าไม่ได้เข้าเรียน

หมายเหตุ นักศึกษาที่ขาดเรียน จากเหตุผลใด ๆ ที่ไม่สามารถแจ้งล่วงหน้าหรือแจ้งก่อนการเรียนได้ ให้แจ้งทันทีที่มาเรียนในครั้งต่อไป หรือทันที่ที่พร้อมโดยแจ้งต่ออาจารย์ผู้สอน เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนโดยเร็ว

4. แผนการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังระดับรายวิชา CLOs

4.1 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	น้ำหนักการประเมินผล (ร้อยละ)
CLO1 : อธิบายหลักการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือทางโครมาโทกราฟีได้อย่างถูกต้อง	**1. แบบฝึกหัดการแปลผลข้อมูลจากเครื่องมือ** - LO1-1: คำนวณพารามิเตอร์ทางโครมาโทกราฟี และแปลผลโครมาโทแกรม GC และ HPLC ได้ถูกต้อง (สัปดาห์ที่ 1–5, 12–15) - LO1-2: แปลผลแมสสเปกตรัมและข้อมูล LC-MS เพื่อระบุไอออนโมเลกุลและโครงสร้างสารได้ถูกต้อง (สัปดาห์ที่ 6–7 และ 15)	5
	2. แบบทดสอบย่อย (สัปดาห์ที่ 1, 3–5 และ 16) - LO1-3: อธิบายหลักการของโครมาโทกราฟี GC แมสสเปกโทรเมตรี เคมีไฟฟ้า HPLC และ LC-MS ได้ถูกต้อง	5
CLO2 : ปฏิบัติการตามแผนการทดลองด้วยเครื่องมือทางโครมาโทกราฟีได้อย่างถูกต้อง	**1. รายงานผลการทดลอง (Lab report)** - LO2-1: แยกสารด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี เตรียมน้ำมันหอมระเหย และวิเคราะห์ด้วย GC-FID ได้ถูกต้อง (สัปดาห์ที่ 1–5) - LO2-2: วัดค่า pH ไทเทรตแบบโพเทนชิโอเมตรี และวัดค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่างได้ถูกต้อง (สัปดาห์ที่ 9–11) - LO2-3: เตรียมตัวอย่าง ใช้เครื่อง HPLC และหาปริมาณคาเฟอีนและสารประกอบฟีนอลิกในตัวอย่างได้ถูกต้อง (สัปดาห์ที่ 12–15)	15
	2. แบบประเมินทักษะปฏิบัติการ (Rubric score) - LO2-4: ใช้เครื่อง GC, HPLC, pH meter, Auto titrator และเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าได้ถูกต้องตามขั้นตอนและปลอดภัย	10
CLO3 : ตระหนักถึงความมีระเบียบวินัย ซื่อสัตย์ เคารพในสิทธิของผู้อื่น	**แบบสังเกตพฤติกรรม** - LO3-1: เข้าเรียนตรงเวลา ปฏิบัติตามกฎระเบียบห้องปฏิบัติการ และใช้เครื่องมือร่วมกับผู้อื่นอย่างมีระเบียบ - LO3-2: บันทึกและรายงานผลการวิเคราะห์ตามข้อมูลจริงจากเครื่องมือด้วยความซื่อสัตย์	5
CLO4 : แสดงออกถึงความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	**แบบประเมินงานกลุ่มและการนำเสนอ (Rubric score)** - LO4-1: รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย ส่งรายงานตรงเวลา ทำงานร่วมกับผู้อื่น และนำเสนอผลการวิเคราะห์ได้ (สัปดาห์ที่ 4–5 และ 16)	10
สอบกลางภาค (CLO1, CLO2)	สอบกลางภาค	25
สอบปลายภาค (CLO1, CLO2)	สอบปลายภาค	25
รวม		100

สรุปการวัดและประเมินผล

วิธีการวัดผล (สอดคล้องกับ 4.1)	น้ำหนักการประเมินผล (ร้อยละ)	สอดคล้องกับ CLOs
คะแนนระหว่างเรียน	50	
แบบฝึกหัดการแปลผลข้อมูลจากเครื่องมือ	5	CLO1
แบบทดสอบย่อย (สัปดาห์ที่ 1, 3–5 และ 16)	5	CLO1
รายงานผลการทดลอง (Lab report)	15	CLO2
แบบประเมินทักษะปฏิบัติการ (Rubric score)	10	CLO2
แบบสังเกตพฤติกรรม	5	CLO3
แบบประเมินงานกลุ่มและการนำเสนอ (Rubric score)	10	CLO4
ทดสอบกลางภาค	25	CLO1-2
ทดสอบปลายภาค	25	CLO1-2
รวม	100	

4.2 การให้เกรด และการตัดสินผล

4.2.1 นักศึกษาต้องเข้าเรียนในชั้นเรียนไม่น้อยกว่า **80%** ของเวลาเรียนทั้งหมด จึงจะ**มีสิทธิ์สอบ**

4.2.2 ขาดสอบโดยไม่แจ้งเหตุผล หรือไม่มีเหตุผลอันควร นักศึกษาที่ขาดเสอบ จากเหตุผลใดๆ ให้ส่งใบลาผ่านอาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนโดยเร็ว

4.2.3 หากพบว่านักศึกษาไม่ซื่อสัตย์ เช่น มีการทุจริต หรือการคัดลอกผลงาน จะปรับคะแนนชิ้นงานนั้นเป็น 0 คะแนน และภาคทัณฑ์ **ทั้งผู้คัดลอกและเจ้าของผลงานต้นฉบับ** หากพบว่านักศึกษาไม่ซื่อสัตย์ (ทุจริตหรือคัดลอกผลงาน) หลังถูกภาคทัณฑ์ จะไม่พิจารณาตัดสินผลการเรียน

4.2.4 กรณีที่นักศึกษาไม่เข้าสอบตามวันและเวลาที่กำหนด โดยไม่มีเหตุอันควร จะดำเนินการดังนี้

1) ผู้ที่เข้าห้องสอบหลังเริ่มดำเนินการสอบไปแล้ว 30 นาที จะไม่มีสิทธิ์สอบ

2) กรณีที่เวลาสอบน้อยกว่า 30 นาที และนักศึกษาเข้าสอบช้า แต่ยังไม่หมดเวลาสอบ อนุญาตให้สอบได้ตามเวลาที่เหลืออยู่ โดยไม่ขยายเวลาในการสอบให้

3) กรณีจัดสอบ Online แม้นักศึกษาจะสามารถเข้าระบบ หรืออยู่ในระบบได้นานกว่าเวลาที่กำหนด แต่จะได้คะแนนตามเวลาที่รายวิชากำหนดเท่านั้น

4.2.5 นักศึกษาจะต้องปฏิบัติตามระเบียบการสอบของมหาวิทยาลัยและที่คณะกรรมการรายวิชากำหนด หากพบว่านักศึกษาทุจริตในการสอบจะถูกดำเนินการตามระเบียบของมหาวิทยาลัยฯ ว่าด้วยเรื่อง การสอบ

4.2.6 นักศึกษาจะต้องผ่านเกณฑ์ 50% ของคะแนนรวมทั้งหมด กรณีไม่ผ่าน อาจารย์ผู้สอนจะจัดให้มีการเรียนซ่อมเสริมก่อนและจัดให้มีการสอบแก้ตัว

4.2.7 การพิจารณาการตัดสินผลการเรียนโดยวิธีอิงเกณฑ์ เพื่อจัดระดับคะแนนตัวอักษร 8 ระดับ คือ A, B+, B, C+, C, D+, D และ F ดังนี้

คะแนน 80 ขึ้นไป ระดับคะแนน A

คะแนน 75-79 ระดับคะแนน B+

คะแนน 70-74 ระดับคะแนน B

คะแนน 65-69 ระดับคะแนน C+

คะแนน 60- 64 ระดับคะแนน C

คะแนน 55-59 ระดับคะแนน D+

คะแนน 50-54 ระดับคะแนน D

คะแนน ต่ำกว่า 50 ระดับคะแนน F

5. การอุทธรณ์ของนักศึกษา

5.1 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ มีช่องทางการอุทธรณ์ของนักศึกษาที่ดูแลโดยสำนักงานคณะ และสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน นอกเหนือจากการดำเนินการตามช่องทางอุทธรณ์ของมหาวิทยาลัยฯ

5.2 นักศึกษาสามารถอุทธรณ์ต่อสำนักงานคณะ หรือสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน โดยผ่านผู้สอนได้โดยตรง หรืออาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความขัดแย้งระหว่างนักศึกษากับผู้สอน นักศึกษาสามารถอุทธรณ์ผ่านประธานรายวิชา ผ่าน e-mail , Direct message ของ Social media เช่น line, Facebook หรือ ผ่านทางช่องทางสายตรงประธานสายวิชา ทาง website สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน ตามความสะดวกของนักศึกษา โดยต้องระบุตัวคนเพื่อให้สามารถติดตามดูแลได้ และจะได้รับการหารือหรือรายงานต่อคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการประจำสำนักวิชาต่อไป ทั้งนี้ การอุทธรณ์จะไม่ส่งผลกระทบต่อนักศึกษา

6. ข้อมูลติดต่อผู้สอน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัญญา มณีทอง สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อาคาร 7 ห้อง 713
รองศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อาคาร 7 ห้อง 712
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อาคาร 7 ห้อง 711

หมวดที่ 4 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. ตำราและเอกสารหลัก (Required Texts)

ศรัญญา มณีทอง, คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์ และธัญพรรณ ฮ่อบรรทัด. (2569). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2 (Instrumental Methods of Chemical Analysis II). สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

2. เอกสารและข้อมูลแนะนำ (Suggested Materials)

Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). Principles of Instrumental Analysis (7th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.

McNair, H. M., Miller, J. M., & Snow, N. H. (2019). Basic Gas Chromatography (3rd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Snyder, L. R., Kirkland, J. J., & Dolan, J. W. (2010). Introduction to Modern Liquid Chromatography (3rd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

de Hoffmann, E., & Stroobant, V. (2007). Mass Spectrometry: Principles and Applications (3rd ed.). Chichester: John Wiley & Sons.

Bard, A. J., & Faulkner, L. R. (2001). Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.

Harris, D. C., & Lucy, C. A. (2020). Quantitative Chemical Analysis (10th ed.). New York: W. H. Freeman.

3. สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ เช่น ออนไลน์

NIST Chemistry WebBook (https://webbook.nist.gov/chemistry/), ฐานข้อมูลแมสสเปกตรัม MassBank (https://massbank.eu/) และฐานข้อมูล PubChem (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/)

ลงชื่อ.....	ลงชื่อ.....
(.....)	(.....)
อาจารย์ผู้สอน	ประธานหลักสูตร
วันที่ ...../...../.....	วันที่ ...../...../.....