

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของ
พืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ขั้น กับกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โรงเรียนพรเจริญวิทยา
ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยกำหนด
วิธีดำเนินการวิจัย เป็นขั้นตอนดังนี้

1. ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และแผนการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 2.1 ลักษณะของเครื่องมือ
 - 2.2 การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และแผนการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน
พรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
เขต 21 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 6 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 225 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

มัธยมศึกษา เขต 21 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 80 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มโดยจับฉลาก จำนวน 2 ห้องเรียน จาก 6 ห้องเรียน และจับฉลากอีกครั้งเพื่อแยกเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5/1 จำนวน 40 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 40 คน

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 40 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ลักษณะของเครื่องมือ

ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 6 สัปดาห์ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ ชี้นำงาน/ภาระงาน การวัด และการประเมินผลและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 6 สัปดาห์ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์

การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ ชี้นำงาน/ภาระงาน การวัดและการประเมินผลและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบชนิด
เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

1.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 20 ข้อ

2. การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดำเนินการสร้าง
เครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือ ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

2.1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551 และหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรเจริญวิทยา
อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ

2.1.1.2 ศึกษาวิเคราะห์สาระ มาตรฐาน ผลการเรียนรู้ และศึกษา
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์
ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหา
ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะ/กระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ภาระงาน/ชิ้นงาน วิธีสอน/กิจกรรมและเครื่องมือการวัดผล วิชา ชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
1. สสำรวจ ตรวจสอบ โครงสร้าง ภายนอก และภายในของ ภายนอก ของรากพืช ใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบ เลี้ยงคู่	โครงสร้าง ภายนอก และภายในของ รากพืชใบเลี้ยง เดี่ยว และพืชใบ เลี้ยงคู่	อธิบาย โครงสร้าง ภายนอกและ ภายในของ รากพืชใบเลี้ยง เดี่ยว และพืช ใบเลี้ยงคู่	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ซื่อสัตย์สุจริต -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ทดลองเพื่อ ศึกษา โครงสร้าง ภายในของ รากพืชใบเลี้ยง เดี่ยว และพืช ใบเลี้ยงคู่ -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้แบบ วัฏจักรการ เรียนรู้ 7 ขั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ตาม ทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
2. สืบค้น อภิปราย และอธิบาย โครงสร้าง และหน้าที่ ของราก	โครงสร้างและ หน้าที่ของราก	อธิบาย โครงสร้างและ หน้าที่ของราก	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ซื่อสัตย์สุจริต -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษา โครงสร้าง และหน้าที่ พิเศษของราก พืชแต่ละชนิด -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
3. สสำรวจ ตรวจสอบ โครงสร้าง ภายในของ ลำต้น	โครงสร้าง ภายในของ ลำต้น	อธิบาย โครงสร้าง ภายในของ ลำต้น	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสัจธรรม -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ทดลอง เพื่อศึกษา โครงสร้าง ภายในของ ลำต้น -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
4. สืบค้น อภิปราย และอธิบาย โครงสร้าง และหน้าที่ ของลำต้น	โครงสร้างและ หน้าที่ของ ลำต้น	อธิบาย โครงสร้างและ หน้าที่ ของลำต้น	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ซื่อสัตย์สุจริต -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่น ในการทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษา โครงสร้าง และหน้าที่ พิเศษของ ลำต้นพืช แต่ละชนิด -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
5. สสำรวจ ตรวจสอบ โครงสร้าง ภายนอก และภายใน ของใบ	โครงสร้าง ภายนอกและ ภายในของใบ	อธิบาย โครงสร้าง ภายนอกและ ภายในของใบ	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสตัยสุจริต -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ทดลองเพื่อ ศึกษา โครงสร้าง ภายนอกและ ภายในของใบ -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
6. สืบค้น อภิปราย และอธิบาย หน้าที่ของใบ	หน้าที่ของใบ	อธิบาย หน้าที่ ของใบ	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสัจธรรม -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษา โครงสร้าง และหน้าที่ พิเศษของใบ แต่ละชนิด -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
7. สสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น อธิบาย และสรุปถึง แหล่งที่เกิด การคายน้ำ ของพืชและ กลไกใน การคายน้ำ	แหล่งที่เกิดการ คายน้ำของพืช และกลไกใน การคายน้ำ	อธิบายและ สรุปถึงแหล่งที่ เกิดการคาย น้ำของพืชและ กลไกในการ คายน้ำ	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสัจธรรม -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษาแหล่งที่ เกิดการคาย น้ำของพืชและ กลไกในการ คายน้ำ -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
8. สืบค้น อภิปราย และอธิบาย ถึงปัจจัย ต่างๆ ที่มี ผลต่อ การคายน้ำ ของพืช	ปัจจัยที่มี ผลต่อการ คายน้ำของพืช	อธิบายถึง ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อ การคายน้ำ ของพืช	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสัจธรรม -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษา ปัจจัยที่มี ผลต่อการ คายน้ำ ของพืช -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
9. สืบค้น อภิปรายและ อธิบายถึง ความสัมพันธ์ ของการ คายน้ำ และ การลำเลียง ธาตุอาหาร ของพืช	ความสัมพันธ์ ของการคาย น้ำ และการ ลำเลียงธาตุ อาหารของพืช	อธิบาย ความ สัมพันธ์ ของการ คายน้ำ และการ ลำเลียงธาตุ อาหาร ของพืช	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสัจธรรม -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษา ความสัมพันธ์ ของการคาย น้ำ และการ ลำเลียงธาตุ อาหารของ พืช -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น -การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ตาม ทฤษฎีคอน สตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
10. สืบค้น ข้อมูล อภิปราย และอธิบาย เกี่ยวกับ กระบวนการ ลำเลียงน้ำ ของพืช	กระบวนการ ลำเลียงน้ำ ของพืช	อธิบาย กระบวนการ การลำเลียงน้ำ ของพืช	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสัจธรรม -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษา กระบวนการ ลำเลียงน้ำ ของพืช -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ตาม ทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
11. สัมรวจ ตรวจสอบ และอธิบาย อัตราการ คายน้ำของ พืช	อัตราการคาย น้ำของพืช	อธิบาย อัตราการคาย น้ำของพืช	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสัจธรรม -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ทดลอง อัตราการคาย น้ำของพืช -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น -การจัด กิจกรรม การเรียนรู้ตาม ทฤษฎีคอน สตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
12. สืบค้น ข้อมูล อภิปราย และ อธิบาย เกี่ยวกับ กระบวนการ ลำเลียงธาตุ อาหารของ พืช	กระบวนการ ลำเลียงธาตุ อาหารของพืช	อธิบาย เกี่ยวกับ กระบวนการ การลำเลียง ธาตุอาหาร ของพืช	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสัจธรรม -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษา กระบวนการ ลำเลียงธาตุ อาหารของพืช -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น -การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ตาม ทฤษฎีคอน สตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
13. สืบค้น และอภิปราย เกี่ยวกับชนิด ของธาตุ อาหารที่ จำเป็นต่อการ เจริญเติบโต ของพืช	ชนิดของธาตุ อาหารที่จำเป็น ต่อการ เจริญเติบโต ของพืช	อธิบายชนิด ของธาตุ อาหารที่ จำเป็นต่อการ เจริญเติบโต ของพืช	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ข้อสัจธรรม -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษาชนิด ของธาตุ อาหารที่ จำเป็นต่อการ เจริญเติบโต ของพืช -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น -การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ตาม ทฤษฎีคอน สตรัคติวิสต์	1. แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3. แบบประเมิน ความพึงพอใจ

ตาราง 2 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ/ กระบวนการ	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีสอน/ กิจกรรม	เครื่องมือ การวัดผล
14. วิเคราะห์ และอธิบาย ทิศทางการ ลำเลียงธาตุ อาหารของพืช จากการศึกษา อาหารของ พืชจาก การศึกษ ของนัก วิทยาศาสตร์	ทิศทางการ ลำเลียงธาตุ อาหารของพืช จากการศึกษา ของนัก วิทยาศาสตร์	อธิบายทิศ ทางการ ลำเลียงธาตุ อาหารของพืช จากการศึกษา ของนัก วิทยาศาสตร์	-การคิดอย่าง มีวิจารณญาณ -ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ -การสังเกต -การทดลอง -การตีความหมาย ข้อมูลและลง ข้อสรุป -การลงความ คิดเห็นจากข้อมูล -การจัดทำและ สื่อความหมาย ข้อมูล	-ซื่อสัตย์สุจริต -มีวินัย -ใฝ่เรียนรู้ -มุ่งมั่นในการ ทำงาน -มีจิตสาธารณะ	-ศึกษา ทิศทางการ ลำเลียงธาตุ อาหารของพืช จากการศึกษา ของนัก วิทยาศาสตร์ -แบบบันทึก กิจกรรม	-การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น -การจัด กิจกรรมการ เรียนรู้ตาม ทฤษฎีคอน สตรัคติวิสต์	1.แบบทดสอบ วัดความสามารถ ในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ 2.แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน 3.แบบประเมิน ความพึงพอใจ

2.1.1.3 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียน ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหนังสือหรือตำราอื่นๆ เพิ่มเติม บรรจุเนื้อหาตาม คำอธิบายรายวิชาเพื่อสร้างหน่วยการเรียนรู้ และวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1.1.4 นำหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาวิเคราะห์ เพื่อกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ออกแบบการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้ แล้วจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัย ได้จัดทำแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 6 แผน เนื้อหาที่ใช้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ ของพืชดอก วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายละเอียดแสดงตาราง 3 ตาราง 3 แสดงสาระการเรียนรู้ เนื้อหา เวลา ที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผน ที่	สาระการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวน ชั่วโมง
1	โครงสร้างและหน้าที่ของราก	โครงสร้างและหน้าที่ของราก	3
2	โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น	โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น	3
3	โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	3
4	การคายน้ำของพืช	ปากใบและการคายน้ำของพืช	3
5	การลำเลียงน้ำของพืช	การลำเลียงน้ำของพืช	3
6	การลำเลียงธาตุอาหารของพืช	การลำเลียงธาตุอาหารของพืช	3
รวม			18

2.1.1.5 จัดหาและผลิตสื่อการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในแผนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ โดยคำนึงถึงความน่าสนใจ ความชัดเจนของสิ่งที่จะนำเสนอ และครอบคลุมของเนื้อหา

2.1.1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อวิเคราะห์ ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้ เรื่องหลักสูตร การวัดผลประเมินผล เนื้อหาวิชา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏ จักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นผู้พิจารณา โดยผู้วิจัยแปลความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประเมิน

5 ด้าน ดังนี้ 1) องค์ประกอบและความสอดคล้องของแผนการจัดกิจกรรม 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) กิจกรรมการเรียนรู้ 4) สื่อ/อุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล ใช้เกณฑ์การประเมิน ซึ่งดัดแปลงมาจากการประเมินและหาค่าเฉลี่ยของบุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 69-71) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

เกณฑ์พิจารณาคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จากคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประกอบด้วย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพลินพิศ ธรรมรัตน์ อาจารย์ประจำ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน การวัดผลประเมินผล

2. ดร.อุษา ปราบหงส์ อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

3. นางปัญญา อินทวงศ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบึงโขงหลงพิทยาคม อำเภอบึงโขงหลง จังหวัดบึงกาฬ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาชีววิทยา และหลักสูตรและการสอน

ผลจากการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 5 ด้าน พบว่า ความสอดคล้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.51

2.1.1.7 ปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.1.1.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน โดยสุ่มแผนจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 แผนไปทดลองใช้สอน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

2.1.1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขและสมบูรณ์แล้ว ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ ที่เป็นกลุ่มทดลองที่ 1

2.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.1.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ

2.1.2.2 ศึกษาวิเคราะห์สาระ มาตรฐาน ผลการเรียนรู้ และศึกษาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่นเดียวกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2.1.2.3 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียน ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหนังสือหรือตำราอื่นๆ เพิ่มเติม บรรจุเนื้อหาตามคำอธิบายรายวิชาเพื่อสร้างหน่วยการเรียนรู้ และวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1.2.4 นำหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ออกแบบการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้ แล้วจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 6 แผน เนื้อหาที่ใช้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เช่นเดียวกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2.1.2.5 จัดหาและผลิตสื่อการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ โดยคำนึงถึงความน่าสนใจ ความชัดเจนของสิ่งที่จะนำเสนอ และครอบคลุมของเนื้อหา

2.1.2.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้เรื่องหลักสูตร การวัดผลประเมินผล เนื้อหาวิชา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นผู้พิจารณา โดยผู้วิจัยแปลความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมิน 5 ด้าน ดังนี้ 1) องค์ประกอบและความสอดคล้องของแผนการจัดกิจกรรม 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) กิจกรรมการเรียนรู้ 4) สื่อ/อุปกรณ์แหล่งเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล ใช้เกณฑ์การประเมิน ซึ่งดัดแปลงมาจากการประเมินและหาราคาเฉลี่ยของบุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 69-71) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

เกณฑ์พิจารณาคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น จากคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลจากการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 5 ด้าน พบว่าความสอดคล้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.51

2.1.2.7 ปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน โดยสุ่มแผนจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 แผนไปทดลองใช้สอน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

2.1.2.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขและสมบูรณ์แล้ว ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ ที่เป็นกลุ่มทดลองที่ 2

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2.1.1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เทคนิคการสร้างข้อสอบ

2.2.1.2 กำหนดสถานการณ์ เหตุการณ์ ที่จะใช้วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบขึ้นตามขั้นตอนและองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิดของวัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964 อ้างถึงใน สันหวัช สอนท่าโก, 2550, หน้า 53) กำหนดน้ำหนักและความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณครบ 5 ด้าน ได้แก่ การสรุปความ การกำหนดข้อสันนิษฐาน การตีความ การสรุปแบบนิรนัย และการประเมินข้อโต้แย้ง โดยความยาวของแบบทดสอบพิจารณาให้สอดคล้องกับเวลาที่ต้องการในการทดสอบ และลักษณะของผู้สอบ

2.2.1.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน ร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ ทบทวนร่างข้อสอบทั้งด้านความเหมาะสมของการทดสอบและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ได้ข้อสอบที่ครอบคลุมกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ด้าน ตามแนวคิดของวัตสัน

และเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964 อ้างถึงใน สันหวัช สอนท่าโก, 2550, หน้า 53) จำนวน 40 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก คัดเลือกข้อที่เข้าเกณฑ์ไว้ใช้จริง จำนวน 30 ข้อ โดยให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับนิยามความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังรายละเอียดในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละด้าน

ความสามารถด้าน	ความหมายความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในแต่ละด้าน	จำนวนข้อสอบ	
		จำนวนที่สร้างทั้งหมด	จำนวนที่ใช้จริง
1. การสรุปอ้างอิง	การแสดงความคิดเห็นต่อเรื่องราวตามข้อมูลที่ปรากฏในข้อความที่กำหนดไว้	8	6
2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น	การคิดพิจารณาข้อความที่สมมติขึ้นหรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า เพื่อรับรู้และตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น	8	6
3. การสรุปแบบนิรนัย	การคิดอธิบายลักษณะของข้อมูลภายใต้เรื่องราวที่กำหนดไว้	8	6
4. การแปลความ	การนำหลักการใหญ่ไปแตกเป็นหลักการย่อยโดยใช้หลักการเหตุผลทางตรรกศาสตร์เพื่อสรุปเป็นผลของข้อความนั้น	8	6
5. การประเมินข้อโต้แย้ง	การตีคุณค่าหรือประเมินคำตอบหรือข้อสรุปของข้อความที่กำหนดเพื่อพิจารณาความสอดคล้องด้วยเหตุและผล	8	6
	รวม	40	30

2.2.1.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา และความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับขั้นตอนของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ลักษณะคำถาม ความถูกต้องของภาษา พิจารณาให้ข้อคิดเห็นแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2.1.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจัยญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อพิจารณา
 ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับขั้นตอนของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจัยญาณ
 ตามแนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551,
 หน้า 219)

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดตรงตามขั้นตอน
 ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจัยญาณ

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดตรงตามขั้นตอน
 ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจัยญาณ

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามขั้นตอน
 ของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจัยญาณ

วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับขั้นตอน
 การแก้ปัญหาของกรมวิชาการ โดยใช้สูตร IOC (Index of Item Objective Congruence)
 เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งแสดงว่า ข้อสอบมีความสอดคล้องกับ
 ขั้นตอนของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจัยญาณ ตามแนวคิดของวัตสันและ
 เกลเซอร์จริง (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, หน้า 218-220) ผลการวิเคราะห์พบว่าค่า IOC
 อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 แสดงว่าแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
 พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้สมบูรณ์ขึ้น

2.2.1.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงและแก้ไข ไปทดสอบใช้กับ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนพรเจริญวิทยา
 อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน
 80 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

1) นำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาเรียงจากคะแนนสูงสุด
 ไปหาต่ำสุด แล้วใช้เทคนิค 50 เปอร์เซนต์ แยกคะแนนกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ ที่ได้แล้วนำมา
 คำนวณหาค่าความยากง่าย (Difficulty) (p) และคำนวณหาค่าอำนาจจำแนก
 (Discrimination Power) (r)

การวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ
 ซึ่งค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง .20 ถึง .80
 เป็นข้อสอบที่มีความยากอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ โดยใช้ดัชนีวัดค่าความยากดังนี้ (สมนึก
 ภัททิยธนี, 2551, หน้า 195-204)

.81-1.00 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก ไม่มีคุณภาพ

.61-.80 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย มีคุณภาพ

.40-.60 หมายถึง เป็นข้อสอบความยากปานกลาง
มีคุณภาพ

.20-.39 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก มีคุณภาพ

.00-.19 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากมาก ไม่มีคุณภาพ

ส่วนเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง $+1$ และ
ค่าที่อยู่ระหว่าง .20 ถึง 1 เป็นเกณฑ์ที่มีคุณภาพ โดยใช้ค่าอำนาจจำแนก (r) ดังนี้
(สมนึก ภัททิยธนี, 2551, หน้า 195-204)

ค่า r ตั้งแต่ .61 ขึ้นไป ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกสูง
มีคุณภาพ

ค่า r ตั้งแต่ .41-.60 ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกค่อนข้างสูง
มีคุณภาพ

ค่า r ตั้งแต่ .20-.40 ข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกปานกลาง
มีคุณภาพ

ค่า r ต่ำกว่า .19 แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกต่ำ
ไม่มีคุณภาพ

หากข้อใดข้อหนึ่งในสถานการณ์หนึ่งๆ มีค่าความยาก (p) และ
ค่าอำนาจจำแนก (r) ไม่อยู่ในเกณฑ์ ก็จะปรับปรุงตัวเลือกใหม่ๆ เฉพาะข้อนั้น ผู้วิจัยได้
คัดเลือกข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ไว้ 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากรายข้อ (p) มีค่าตั้งแต่ .42 ถึง .57
และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) มีค่าตั้งแต่ .25 ถึง .55 เป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์
ที่มีคุณภาพ

2) นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ หาความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบโดยวิธีการคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder
Richardson) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .87
ถือว่าแบบทดสอบมีความเชื่อถือได้สูง ซึ่งการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
ทั้งฉบับพิจารณาตามเกณฑ์ต่อไปนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551, หน้า 106)

.71-1.00 ถือว่า แบบทดสอบมีความน่าเชื่อถือได้สูง

.30-.70 ถือว่า แบบทดสอบมีความน่าเชื่อถือได้ปานกลาง

น้อยกว่า .30 ถือว่า แบบทดสอบมีความน่าเชื่อถือได้ต่ำ

3) นำแบบทดสอบที่เลือกไว้ จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ฉบับจริงเพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2.2.1 ศึกษารายละเอียดของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม หน่วย โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ศึกษาเนื้อหา ผลการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1-131) แล้ววางแผนสร้างข้อสอบ โดยใช้กรอบแนวคิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเบนจามิน บลูม ซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้เป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehend) การประยุกต์ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation)

2.2.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากแนวคิดของสมนึก ภัททิยธนี (2551, หน้า 82-97) และศึกษาคู่มือวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 10-27)

2.2.2.3 สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหา ผลการเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเรื่อง เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง 40 ข้อ ในแต่ละข้อมีความถูกต้องเพียงข้อเดียว การตรวจให้คะแนนแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเรื่อง เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีเกณฑ์ ดังนี้ คือ คำตอบถูกในแต่ละข้อจะให้ คะแนนข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดในแต่ละข้อจะให้ 0 คะแนน ถ้าตอบมากกว่า 1 ข้อ หรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2.2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเรื่อง เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาความถูกต้องความเหมาะสมของเนื้อหา และความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ลักษณะคำถาม ตัวเลือก ตัวลง พฤติกรรมที่ต้องการวัดและความถูกต้องของภาษา พิจารณาให้ข้อคิดเห็น แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.2.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติมเรื่อง เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ มีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, หน้า 219)

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดตรงตามผล
การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดตรงตามผล
การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามผล
การเรียนรู้

วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับขั้นตอนการแก้ปัญหาของกรมวิชาการ โดยใช้สูตร IOC (Index of Item Objective Congruence) เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งแสดงว่า ข้อสอบมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้จริง (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, หน้า 218-220) ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 แสดงว่าแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้สมบูรณ์ขึ้น

2.2.2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงและแก้ไข ไปทดสอบใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 80 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาหน่วยโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกมาแล้ว นำมาตรวจวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

1) นำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนมาเรียงจากคะแนนสูงสุดไปหาต่ำสุด แล้วใช้เทคนิค 50 เปอร์เซนต์ แยกคะแนนกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ ที่ได้แล้ว นำมาคำนวณหาค่าความยากง่าย (Difficulty) (p) และคำนวณหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) (r)

การวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อซึ่งค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง .20 ถึง .80 เป็นข้อสอบที่มีความยากอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ ส่วนเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 และค่าที่อยู่ระหว่าง .20 ถึง 1 เป็นเกณฑ์ที่มีคุณภาพ โดยใช้เกณฑ์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พิจารณาตามเกณฑ์ของสมนึก ภัททิยธนี (2551, หน้า 195-204) เช่นเดียวกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

หากข้อใดข้อหนึ่งในสถานการณ์หนึ่งๆ มีค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ไม่อยู่ในเกณฑ์ ก็จะต้องปรับปรุงตัวเลือกใหม่ๆ เฉพาะข้อนั้น ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ไว้ 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากรายข้อ (p) มีค่าตั้งแต่ .37 ถึง .57 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) มีค่าตั้งแต่ .20 ถึง .55 เป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพ

2) นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 40 ข้อ หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีการคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .83 ถือว่าแบบทดสอบมีความเชื่อถือได้สูง ซึ่งการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับพิจารณาตามเกณฑ์ของ สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551, หน้า 106) เช่นเดียวกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3) นำแบบทดสอบที่เลือกไว้ จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับจริงเพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวีดิทัศน์ 7 ชั้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.2.3.1 วิเคราะห์ประเด็นเกี่ยวกับความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียน วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2.3.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ จากหนังสือการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ธานีรินทร์ ศิลป์จารุ, 2552, หน้า 85-96 อ้างถึงใน เหมวดี ทาศรีภู, 2559, หน้า 136) หนังสือการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย (พิสนุ พงศ์ศรี, 2553, หน้า 179-204 อ้างถึงใน เหมวดี ทาศรีภู, 2559, หน้า 136) และการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 70-72)

2.2.3.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 70-72) จำนวน 20 ข้อ โดยผู้วิจัยกำหนดขอบเขตเนื้อหาการวัดความพึงพอใจออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

- 1) ด้านความรู้ความสามารถในรายวิชาที่สอนของครู
- 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 3) ด้านการใช้สื่อการสอน
- 4) ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียน
- 5) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2.2.3.4 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่อเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยาลัยนิพนธ์ เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.2.3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามความพึงพอใจแต่ละข้อกับจุดมุ่งหมายในการวัด โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน ใช้แนวคิดการประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดได้ตรงกับพฤติกรรมที่ระบุไว้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดตรงกับพฤติกรรมที่ระบุไว้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงกับพฤติกรรมที่ระบุไว้

2.2.3.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยาลัยนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับความเหมาะสมด้านภาษา ข้อความ ให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ภาษา

2.2.3.7 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบสอบถามความพึงพอใจที่ต้องการวัด โดยใช้สูตร IOC (Index of Item Objective Congruence) ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 แบบสังเกตที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ผลการวิเคราะห์ พบว่าค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 และค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 แสดงว่า แบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้สมบูรณ์ขึ้น

2.2.3.8 ปรับปรุงแบบสอบถามและผ่านความเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วเสนอให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.2.3.9 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญนำไปทดลองสอบถาม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จำนวน 80 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง เพื่อหาข้อบกพร่องต่างๆและความเหมาะสมของแบบสอบถาม

2.2.3.10 จัดพิมพ์แบบสอบถามเป็นฉบับสมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 วิธี แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์

พึงพอใจมากที่สุด	ได้ 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ได้ 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ได้ 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ได้ 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ได้ 1 คะแนน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. รูปแบบของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (True-experimental design) แบบสุ่มเข้ารับการทดลองทั้งสองกลุ่ม และมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Randomized Control Group Pretest – Posttest Design) (วารุ เฟิงส์วีสดี, 2551, หน้า 143) ปรากฏในตาราง 5 ดังนี้

ตาราง 5 แบบแผนการวิจัย Randomized Control Group Pretest – Posttest Design

กลุ่ม	การทดสอบก่อนเรียน	ตัวแปรทดลอง	การทดสอบหลังเรียน
(R) E ₁	T _{1E1}	X ₁	T _{2E1}
(R) E ₂	T _{1E2}	X ₂	T _{2E2}

เมื่อ (R) E₁ แทน กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
 วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

(R) E₂ แทน กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

T_{1E1} แทน การทดสอบก่อนเรียนกลุ่มทดลองที่ 1

T_{1E2} แทน การทดสอบก่อนเรียนกลุ่มทดลองที่ 2

X₁ แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

X₂ แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

T_{2E1} แทน การทดสอบหลังเรียนกลุ่มทดลองที่ 1

T_{2E2} แทน การทดสอบหลังเรียนกลุ่มทดลองที่ 2

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน
 ดังนี้

2.1 ชั้นเตรียม

ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1
 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน
 80 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มีห้องเรียนเป็นหน่วย
 การสุ่มโดยจับฉลากจำนวน 2 ห้องเรียน จาก 6 ห้องเรียน และจับฉลากอีกครั้งเพื่อแยก
 เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 40 คน และกลุ่มทดลองที่
 2 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 40 คน

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักร
 การเรียนรู้ 7 ชั้น จำนวน 40 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎี
 คอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 40 คน

2.2 ชั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังขั้นตอนต่อไปนี้

2.2.1 ติดต่อขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย และหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนพรเจริญวิทยา อำเภอพรเจริญ จังหวัดบึงกาฬ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 เพื่อขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย และเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.2.2 ผู้วิจัยลงมือทำการวิจัย โดยผู้วิจัยดำเนินการต่อเนื่องเป็นระยะ ดังนี้

2.2.2.1 การดำเนินการก่อนเริ่มการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียน โดยทดสอบนักเรียนทั้งหมด ดังนี้

1) ทดสอบกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2) ทดสอบกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.1.2.2 การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยเป็นผู้จัดกระบวนการเรียนรู้ให้กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 18 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 6 มิถุนายน 2559 – 15 กรกฎาคม 2559 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก วิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1.2.3 การดำเนินการหลังการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทดสอบนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ดังนี้

1) ทดสอบกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2) ทดสอบกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3) สอบถามความพึงพอใจกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2.3 นำผลคะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Independent samples)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent samples)

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent samples)

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หลังเรียน โดยใช้การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Independent samples) ในการวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. **สถิติพื้นฐาน** ได้แก่ คำนวณค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation : S.D.)

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 283)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมดหรือคะแนนเต็ม

1.2 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) โดยใช้สูตรดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 284)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนคะแนน หรือข้อมูลทั้งหมด

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตรดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 296)

$$S. D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S. D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน ข้อมูล หรือคะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนคะแนน หรือข้อมูลทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

2.1 **หาค่าความเที่ยงตรง (Validity)** ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง Index of item Objective Congruence (IOC) (วาริ เฟิงส์วีสต์, 2551, หน้า 245) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบ

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 **การหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก** ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.1 **หาค่าความยากง่าย (Difficulty)** ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นรายข้อ จากสูตร (วาริ เฟิงส์วีสต์, 2551, หน้า 238) ดังนี้

$$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

R_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N_H แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.2.2 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination power) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากสูตร (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 238) ดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

R_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

R_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N_H แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

2.3 การหาค่าความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยวิธีคำนวณ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 240) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1

วิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น และแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ E_1/E_2 (เผชญ์ กิจระการ, 2544, หน้า 49) โดยใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบย่อย หรือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อย หรือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 2 และ 5

เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Independent samples (วารุ เฟิงส์วัตต์, 2551, หน้า 334)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

- เมื่อ \bar{X}_1 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
 \bar{X}_2 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
 n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
 n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
 S_1^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1
 S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

3.3 ทดสอบสมมติฐานข้อ 3-4

เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent samples (วารุ เฟิงส์วีสต์, 2551, หน้า 334)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

$$df = n-1$$

- เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจาก ตารางการแจกแจงปกติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
 D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
 n แทน จำนวนคู่ของตัวอย่าง