

# การส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสร้างภาพเคลื่อนไหว Enhancing Grade 10 Students' Understanding of the Scientific Concepts of Cell Division by Generating Animations

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน<sup>1\*</sup>, สุรเดช ศรีธา<sup>2</sup>, กฤษณา โภคพันธ์<sup>2</sup>, และ กฤษณา ชินสินุจัน<sup>2</sup>  
Sasithep Pitipontapin<sup>1</sup> Suradet Sritha<sup>2</sup> Krissana Pokpun<sup>2</sup> and Krissana Shinnasin<sup>2</sup>

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในวิชาชีววิทยา 1 โดยการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ และศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 115 คน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดเรื่อง การแบ่งเซลล์ ประกอบด้วยคำถามปลาย เปิดจำนวน 7 ข้อ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ในแต่ละครั้งที่เรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่สอดคล้องกับ แนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ได้แก่ เวลาที่นักเรียนใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว การลงมือปฏิบัติด้วย ตนเองในห้องเรียน ความกระตือรือร้นของนักเรียนในการหาความรู้เพิ่มเติม และข้อเสนอแนะจากการอภิปรายในชั้นเรียน

## ABSTRACT

The aims of this study were to enhance 115 grade 10 students' understanding the scientific concepts of cell division in Biology I by

<sup>1</sup> ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

<sup>2</sup> โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา กรุงเทพฯ 10900

\* Correspondent author: fedustp@ku.ac.th

generating animations with a computer and to study the factors that affect their understanding. The researchers asked them to complete seven open-ended questions of concept testing in the topic of cell division both before and after teaching. In addition, they were asked to write learning journals of each class. The results showed that most students increasingly held scientific concepts. There were factors that affected their understanding of scientific concepts such as, time for students' generating animation, doing activities by themselves, their learning enthusiasm, and the suggestions from discussions in the classroom.

**คำสำคัญ:** แนวคิดวิทยาศาสตร์ การแบ่งเซลล์ ภาพเคลื่อนไหว

**Keywords:** scientific concepts, cell division, animations

## บทนำ

แนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ เป็นแนวคิดที่บรรจุไว้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2008) และยังเป็นแนวคิดพื้นฐานในการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ในวิชาชีววิทยา จากผลการวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการสำรวจแนวคิดของนักเรียน พบว่า การแบ่งเซลล์ เป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ยากสำหรับนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ (Nakthong et al., 2007; Puengpang et al., 2006) และแนวคิดที่คลาดเคลื่อนนี้ยังส่งผลให้การสร้างองค์ความรู้ใหม่ของนักเรียนเกิดยากยิ่งขึ้น (Tyler, 2002) เนื่องจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกิดขึ้นจากการรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อโลกที่เขาอาศัยอยู่ และได้รับการพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนพยายามอธิบายหรือเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว โดยอาศัยความรู้เดิม (prior knowledge) ของนักเรียนที่มีอยู่ ซึ่งได้รับอิทธิพลจาก ประสบการณ์ บริบททางสังคม และวัฒนธรรม ความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่นี้อาจตรงกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้ (Bell, 1993)

ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมี

แนวคิดสอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์มากที่สุด และเป็นไปตามหลักสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง มีการฝึกปฏิบัติให้คิดเป็นทำเป็น และผสมผสานสาระความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน (Office of the National Education Commission, 2002) โดยหลักการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่นักเรียนไม่ได้เป็นผู้คอยรับข้อมูลจากครูผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่เป็นผู้สร้างความรู้บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมของตนเอง และจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Richardson, 2003) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันจึงมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยสื่อจากคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาระดับใดก็ตามสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (Vantipa, 2002) นอกจากนี้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นภาพเคลื่อนไหว (animation) ซึ่งสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ยังสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ (Poohkay and Szabo, 1995) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการใช้ภาพเคลื่อนไหวเป็นสื่อการเรียนรู้ส่วนใหญ่ยังคงให้นักเรียนเรียนรู้จากเนื้อหาความรู้หรือข้อมูลที่ครูผู้สอนจัดหาให้เท่านั้น

ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยในฐานะผู้รับผิดชอบการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา 1 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จึงต้องการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ โดยเรียนรู้ด้วยตนเองจากการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างได้ง่าย โดยใช้กล่องบันทึกภาพหุ่นจำลอง (model) ที่สร้างขึ้นจากวัสดุต่างๆ ได้แก่ ดินน้ำมัน ทุกขณะที่มีการขยับหรือเปลี่ยนตำแหน่ง และในปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการผลิตภาพเคลื่อนไหวอย่างมากมาย

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในวิชาชีววิทยา 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์
2. ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในวิชาชีววิทยา 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์

## นียมาศัพท์

1. แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ คือ ความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ ซึ่งวัดได้จากคำตอบของนักเรียนในแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ มีความหมายรวมถึงสิ่งที่สนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเรื่อง การแบ่งเซลล์ ให้เป็นไปตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งตรวจสอบได้จากข้อความในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

3. การสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบการเคลื่อนที่หยุด (animation-stop motion) โดยให้นักเรียนปั้นดินน้ำมันเป็นรูปร่างต่าง ๆ เพื่ออธิบายการแบ่งเซลล์ลงบนกระดาษแล้วถ่ายภาพในแต่ละขั้นตอนของการแบ่งเซลล์ แล้วนำภาพที่ถ่ายไปสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรม Macromedia Flash หรือ Window Movie Maker เป็นต้น

## วิธีการวิจัย

### 1 รูปแบบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (mixed-method study) ที่นำเสนอทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ ภายใต้การตีความหมายข้อมูลเกี่ยวกับการส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ในวิชาชีววิทยา 1 และปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ดังกล่าวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์

### 2 กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของโรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 4 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียนทั้งสิ้น 115 คน ในภาคต้น ปีการศึกษา 2554

### 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คณะผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบวัดแนวคิด

วิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดจำนวน 7 ข้อ ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมความรู้พื้นฐานได้แก่ ความสามารถในการเพิ่มจำนวนของเซลล์ วัฏจักรของเซลล์ จุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และการแบ่งไซโทพลาสซึม 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแบ่งเซลล์ มีกิจกรรมที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3) บันทึกการเรียนรู้ (journal) เป็นเครื่องมือที่ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ รวมทั้งความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาที่เรียน และกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียน จากนั้นคณะผู้วิจัยส่งเครื่องมือทั้งหมดให้นักวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ท่าน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน และครูผู้มีส่วนประสมการณ์ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและภาษาที่ใช้ และลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเดียวกับกลุ่มที่ศึกษาจำนวน 1 ห้องเรียน แล้วนำเครื่องมือมาปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริงต่อไป

#### 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเริ่มจากการประชุมร่วมกัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันเกี่ยวกับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น คณะผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ใช้เวลา 30 นาที และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์

หลังจากนั้นคณะผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่รับผิดชอบในการปฏิบัติการสอน ในหัวข้อการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) จำนวน 4 คาบ และหัวข้อการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) จำนวน 4 คาบ โดยใช้เวลาเรียนจำนวน 3 คาบต่อสัปดาห์ รวมทั้งสิ้นจำนวน 8 คาบ (คาบละ 50 นาที) และทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (learning facilitator) โดยชั้นนำเข้าสู่บทเรียน คณะผู้วิจัยใช้รูปภาพเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ที่กำลังเพิ่มจำนวน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส ในชั้นวางแผนและสำรวจ นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผน เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ เพื่อใช้ในการสร้างปับ

ตินน้ำมันเพื่อแสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส นักเรียนต้องถ่ายรูปในแต่ละขั้นตอนของการแบ่งเซลล์ตั้งแต่เริ่มแบ่งเซลล์จนกระทั่งแบ่งเซลล์เสร็จสิ้น จากนั้นนักเรียนนำภาพที่ถ่ายไว้ไปสร้างภาพเคลื่อนไหวใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่วนคณะผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำ กระตุ้นการเรียนรู้ให้เกิดกับนักเรียนในแต่ละคาบเรียน ตลอดจนสังเกตและบันทึกผลการสังเกตการทำงานกลุ่ม รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนประเมินการทำงานกลุ่มของนักเรียนเอง ในขั้นสะท้อนความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน คณะผู้วิจัยมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนของนักเรียน และชั้นนำความรู้ไปปฏิบัติ นักเรียนเผยแพร่ผลงานให้ผู้สนใจทางสื่อต่าง ๆ เช่น เฟสบุ๊ก (Facebook) หรือ ยูทูบ (YouTube) เป็นต้น โดยนักเรียนต้องคำนึงถึงความถูกต้องของเนื้อหาเป็นหลัก นอกจากนี้นักเรียนสามารถได้รับข้อเสนอแนะจากผู้เข้าชมเพื่อนำมาพัฒนาผลงานของนักเรียนให้ดีขึ้นต่อไป

เมื่อจัดการเรียนรู้เสร็จในแต่ละคาบเรียน คณะผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนบันทึกการเรียนรู้ และรวบรวมส่งในคาบเรียนชีววิทยาถัดไป หากข้อมูลที่ได้จากบันทึกการเรียนรู้ยังไม่ชัดเจน คณะผู้วิจัยจะสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการเพิ่มเติม เมื่อจัดการเรียนรู้ครบทุกหัวข้อ คณะผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ อีกครั้ง ใช้เวลา 50 นาที

### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยนำข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ และการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน สำหรับคำตอบของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง การแบ่งเซลล์ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ คณะผู้วิจัยอ่าน ตีความ และจำแนกคำตอบของนักเรียนเป็น 5 กลุ่มได้แก่ 1) กลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักเรียนตอบคำถามสอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ทุกองค์ประกอบ 2) กลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ หมายถึง นักเรียนตอบคำถามสอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ 3) กลุ่มแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน หมายถึง นักเรียนตอบคำถามสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ และมีบางแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วย 4) กลุ่มแนวคิด

คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักเรียนตอบคำถามไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในคำถามนั้น ๆ และ 5) กลุ่มที่ไม่เข้าใจ หมายถึง นักเรียนไม่ได้ตอบคำถามนักเรียน หรือเขียนคำตอบในลักษณะทวนคำถามและไม่ได้ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ใด ๆ ในการตอบคำถาม

จากนั้นคณะผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มไปนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา หากผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นไม่ตรงกับคณะผู้วิจัย คณะผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญจะอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปของจากจัดกลุ่มคำตอบก่อนคำนวณค่าร้อยละของความถี่ของคำตอบในแต่ละกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบกับจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เป็นกลุ่มศึกษา

## ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ และปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ มีดังนี้

### 1. ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์

จากการให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง การแบ่งเซลล์ คณะผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกหัวข้อ ได้แก่ ความสามารถในการเพิ่มจำนวนของเซลล์ วัฏจักรของเซลล์ จุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และการแบ่งไซโทพลาซึม ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ความถี่และร้อยละของกลุ่มคำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (n=115)

แนวคิดที่วัด	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)											
	แนวคิดวิทยาศาสตร์		แนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์		แนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน		แนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์		ไม่เข้าใจ			
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		
1. ความสามารถในการเพิ่มจำนวนของเซลล์	4 (3.48)	9 (7.82)	10 (8.70)	1 (0.86)	66 (57.39)	95 (82.60)	12 (10.43)	8 (6.95)	23 (20.00)	2 (1.73)		
2. วัฏจักรของเซลล์	0 (0.00)	36 (31.31)	18 (15.65)	41 (35.65)	7 (6.09)	11 (9.56)	54 (46.95)	20 (17.39)	36 (31.31)	7 (6.09)		
3. จุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	0 (0.00)	43 (37.39)	33 (28.69)	55 (47.83)	3 (2.60)	4 (3.48)	17 (14.79)	6 (5.21)	62 (53.92)	7 (6.09)		
4. ขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	1 (0.86)	76 (66.09)	9 (7.82)	21 (18.27)	10 (8.70)	8 (6.95)	17 (14.79)	4 (3.48)	78 (67.82)	6 (5.21)		
5. จุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	8 (6.95)	45 (39.14)	15 (13.05)	32 (27.83)	4 (3.48)	19 (16.52)	26 (22.66)	13 (11.30)	62 (53.92)	6 (5.21)		
6. ขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	-	57 (49.57)	6 (5.21)	22 (19.14)	7 (6.09)	16 (13.91)	18 (15.66)	8 (6.95)	84 (73.04)	12 (10.43)		
7. การแบ่งไซโทพลาซึม	3 (2.60)	48 (41.74)	3 (2.60)	26 (22.61)	4 (3.48)	8 (6.95)	36 (31.31)	22 (19.14)	69 (60.00)	11 (9.56)		



### 1.1 ความสามารถในการเพิ่มจำนวนของเซลล์

นักเรียนทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 57.39) และหลังการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 82.60) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยเข้าใจว่าเซลล์ทุกเซลล์สามารถเพิ่มจำนวนได้ เพื่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ เช่นเดียวกับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 10.43) และหลังการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 6.95) เข้าใจว่าหากเซลล์ได้รับอาหารแล้วเซลล์จะแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนไปเรื่อยๆ สอดคล้องกับนั่นทรีตัน และคณะ (2549) ที่พบว่า นิสิตและนักศึกษาบางคนยังมีความเข้าใจว่า การแบ่งเซลล์นั้นเกิดจากเซลล์อะไรก็ได้เพียงเซลล์เดียวแล้วพัฒนาไปเรื่อยๆ (3) ซึ่งแนวคิดดังกล่าวยังไม่เป็นไปตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ดังที่นักเรียนทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 3.48) และหลังการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 7.82) เข้าใจว่า เซลล์ที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างแล้ว ไม่มีการเพิ่มจำนวน เช่น เซลล์สืบพันธุ์ หรือเซลล์กล้ามเนื้อ เป็นต้น และหลังการจัดการเรียนรู้อยังคงมีนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (ร้อยละ 0.86) ซึ่งเป็นจำนวนที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 8.70) โดยนักเรียนทราบว่า มีเซลล์บางชนิดที่ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ แต่นักเรียนไม่สามารถยกตัวอย่างหรืออธิบายได้อย่างชัดเจน และมีนักเรียนที่ยังคงไม่เข้าใจเกี่ยวกับความสามารถในการเพิ่มจำนวนเซลล์ (ร้อยละ 1.73) ซึ่งลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 20.00)

### 1.2 วัฏจักรของเซลล์

เมื่อให้นักเรียนอธิบายวัฏจักรของเซลล์หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีนักเรียน (ร้อยละ 31.31) ที่แนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีนักเรียนคนใดอธิบายแนวคิดนี้ได้อย่างสมบูรณ์ว่า วัฏจักรของเซลล์เป็นช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ตั้งแต่แบ่งเซลล์จากเซลล์แม่จนได้เซลล์ลูก และเซลล์ลูกสามารถแบ่งเซลล์ต่อไปได้อีก และมีนักเรียน (ร้อยละ 35.65) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 15.65) โดยอธิบายแค่เพียงการเปลี่ยนแปลงของเซลล์จากเซลล์แม่จนกระทั่งได้เซลล์ลูก มิได้มีการกล่าวเกี่ยวกับความสามารถในการแบ่งเซลล์ของเซลล์ลูกต่อไปได้อีก นอกจากนี้ยังมีนักเรียน (ร้อยละ 9.56) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 6.09) โดยนักเรียน

เข้าใจว่าเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์ของเซลล์แม่ต้องมีขนาดเท่าเดิม หรือเซลล์ลูกที่ได้สามารถแบ่งเซลล์ต่อไปได้เรื่อย ๆ ไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกับนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ให้ไว้ตั้งก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 46.95) และหลังการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 17.39) และยังมีนักเรียน (ร้อยละ 6.09) ที่ไม่เข้าใจแนวคิดนี้ซึ่งลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 31.31) โดยระบุว่า วัฏจักรของเซลล์เป็นการเวียนว่ายตายเกิดของเซลล์ ที่มีการเกิด แก่ เจ็บ ตายของเซลล์ และเซลล์ที่ตายสามารถกลับมาเกิดใหม่ได้อีก สอดคล้องกับ Bell (1993) ที่ระบุว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์ บริบททางสังคม และวัฒนธรรม ซึ่งอาจตรงกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ก็ได้ (Bell, 1993)

### 1.3 จุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ก่อนการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 53.92) ไม่สามารถระบุจุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ แต่หลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 5.21) เท่านั้นที่ยังคงไม่เข้าใจแนวคิดนี้ และมีนักเรียน (ร้อยละ 47.83) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ซึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 28.69) โดยระบุจุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสนี้ยังไม่ครอบคลุมทุกประเด็นเหมือนดังที่นักเรียน (ร้อยละ 37.39) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ระบุไว้ว่า จุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ของร่างกาย ในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์หรือในการแบ่งเซลล์เพื่อการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และเพื่อการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและหลายเซลล์บางชนิด ซึ่งเพิ่มมากขึ้นจากก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดเช่นนี้เลย นอกจากนี้ นักเรียน (ร้อยละ 5.21) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 14.79) โดยอธิบายว่าจุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ หรือเป็นการขยายพันธุ์ของเซลล์ และยังมีนักเรียน (ร้อยละ 3.48) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 2.60) สอดคล้องกับนันทรัตน์ และคณะ (2549) ที่พบว่านิสิตและนักศึกษาสามารถระบุจุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์ได้ แต่ไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างไมโทซิสและไมโอซิส รวมทั้งความแตกต่างของการแบ่งเซลล์และการขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตได้อย่างชัดเจน (Puengpang et al., 2006)

#### 1.4 ขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

เมื่อพิจารณาภาพวาดหรือคำบรรยายขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียน (ร้อยละ 67.82) ไม่เข้าใจขั้นตอนของการแบ่งเซลล์แบบนี้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจเพียงว่า การแบ่งเซลล์ของเซลล์ใดก็ตามต้องมีการแยกเป็นสองเซลล์ แต่หลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 66.09) สามารถระบุขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ตรงตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยระยะอินเตอร์เฟส โพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส ซึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 0.86) และมีนักเรียน (ร้อยละ 18.27) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 7.82) แต่ นักเรียน (ร้อยละ 6.95) ยังคงมีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนลดลงเมื่อเปรียบเทียบก่อนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถระบุขั้นตอนการแบ่งเซลล์ได้ครบถ้วนแต่ยังคงสับสนเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซม (ร้อยละ 8.70) สอดคล้องกับ อุษา และคณะ (2550) ที่พบว่า นักเรียนมากกว่าครึ่งที่เรียนเรื่องการแบ่งเซลล์ มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมของเซลล์เริ่มต้นและเซลล์ลูกที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Nakthong et al., 2007) และมีนักเรียน (ร้อยละ 5.21) ที่ยังคงไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ นอกจากนี้ นักเรียน (ร้อยละ 3.48) มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 14.79) โดยนักเรียนเข้าใจว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์ลักษณะทวิคูณ หรือเป็นการแบ่งเซลล์แบบหนึ่งต่อหนึ่งโดยเพิ่มจาก 1 เป็น 2 จาก 2 เป็น 3

#### 1.5 จุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ก่อนการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 53.92) ไม่สามารถระบุจุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้อย่างถูกต้อง แต่หลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 5.21) ที่ยังคงไม่เข้าใจจุดประสงค์ของการแบ่งเซลล์แบบนี้ และมีนักเรียน (ร้อยละ 39.14) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 6.95) โดยอธิบายว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีจุดประสงค์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และมีการลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งจากเซลล์ตั้งต้น และการแบ่งเซลล์แบบนี้ไม่พบในเซลล์ร่างกาย นอกจากนี้มีนักเรียน (ร้อยละ 27.83) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการ

เรียนรู้ (ร้อยละ 13.05) และมีนักเรียน (ร้อยละ 11.30) ที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 22.66) โดยนักเรียนเข้าใจว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์ของเซลล์สืบพันธุ์ที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างแล้ว คือ อสุจิและไข่ ของสัตว์เท่านั้น ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกับนักเรียนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนให้ไว้ทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 3.48) และหลังการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 16.52) สอดคล้องกับอุษา และคณะ (2550) ที่พบว่านักเรียนมักเข้าใจผิดว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสไม่พบในพืชแต่พบเฉพาะในสัตว์เท่านั้น (Nakthong et al., 2007)

### 1.6 ขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

หลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียน (ร้อยละ 49.57) วาดภาพหรือบรรยายขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้อย่างถูกต้องโดยระบุว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ประกอบด้วยระยะอินเตอร์เฟส 1 โพรเฟส 1 ระยะเมทาเฟส 1 ระยะแอนาเฟส 1 และระยะเทโลเฟส 1 และตามมาด้วยการแบ่งไซโทพลาซึมก่อนเข้าสู่ไมโอซิส 2 ซึ่งประกอบด้วย ระยะอินเตอร์เฟส 2 ระยะโพรเฟส 2 ระยะเมทาเฟส 2 ระยะแอนาเฟส 2 และระยะเทโลเฟส 2 หลังจากแบ่งเซลล์เสร็จแล้วได้เซลล์ลูก 4 เซลล์ แต่ละเซลล์มีโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์แม่ ซึ่งก่อนการจัดการเรียนรู้ไม่มีนักเรียนคนใดมีแนวคิดดังกล่าวเลย นอกจากนี้ยังมีนักเรียน (ร้อยละ 19.14) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 5.21) และมีนักเรียน (ร้อยละ 13.91) ที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 6.09) เช่นกัน โดยนักเรียนทราบขั้นตอนของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส แต่ยังวาดภาพหรืออธิบายเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมไม่ถูกต้อง สอดคล้องกับ Mertens และ Walker (1992) ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจเรื่องโครโมโซมและการจัดเรียงโครโมโซมขณะแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (Mertens and Walker, 1992) อย่างไรก็ตามมีนักเรียน (ร้อยละ 6.95) ที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 15.66) โดยเข้าใจว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์แบบทวีคูณ และยังมีนักเรียน (ร้อยละ 10.43) ที่ยังไม่เข้าใจขั้นตอนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสลดลงเป็นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 73.04)

### 1.7 การแบ่งไซโทพลาซึม

หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียน (ร้อยละ 9.56) ไม่เข้าใจการแบ่งไซโทพลาซึมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 60.00) และนักเรียน (ร้อยละ 19.14) มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ซึ่งลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 31.31) โดยเข้าใจว่า การแบ่งไซโทพลาซึมของเซลล์พืชเกิดได้ช้ากว่าเซลล์สัตว์ เนื่องจากเซลล์พืชมีผนังเซลล์ที่ฉีกขาดออกจากกันยากกว่าเซลล์สัตว์ หรือเซลล์พืชมีเยื่อหุ้มเซลล์หดรัดเข้าหากันเพื่อแบ่งไซโทพลาซึม สอดคล้องกับนันทรัตน์ และคณะ (2549) ที่พบว่า นิสิตและนักศึกษาไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดภายในเซลล์ขณะแบ่งเซลล์ได้อย่างชัดเจน และไม่สามารถใช้คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ได้ถูกต้อง (Pueng pang et al., 2006) นอกจากนี้หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียน (ร้อยละ 6.95) มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 3.48) เช่นเดียวกับนักเรียน (ร้อยละ 22.61) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 2.60) โดยนักเรียนยังอธิบายการแบ่งไซโทพลาซึมไม่ครอบคลุมแนวคิดวิทยาศาสตร์ และนักเรียน (ร้อยละ 41.74) มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการจัดการเรียนรู้ (ร้อยละ 2.60) เช่นกัน โดยระบุว่า เซลล์พืชมีการสร้างแผ่นกั้นเซลล์คั่นตรงกลางระหว่างนิวเคลียสใหม่ทั้งสอง แล้วขยายไปสู่ผนังเซลล์เดิมทั้งสองด้าน แต่เซลล์สัตว์เยื่อหุ้มเซลล์จะหดเข้าหากันจนกระทั่งเซลล์หลุดออกจากกัน

### 2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง การแบ่งเซลล์

จากการวิเคราะห์ข้อความในบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียน (ร้อยละ 36.62) ระบุว่า เวลาเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากต่อการเรียนรู้เรื่อง การแบ่งเซลล์ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนต้องใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ก่อนลงมือสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ หากมีความรู้ไม่ชัดเจนจะทำให้เสียเวลาให้การแก้ไขงานที่ทำไปแล้ว นอกจากนี้เวลาในการสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์มีน้อย เนื่องจากนักเรียนได้รับมอบหมายงานจากวิชาอื่น ๆ ในช่วงปลายภาคการศึกษา

อย่างไรก็ตาม นักเรียน (ร้อยละ 32.17) กล่าวว่า การที่ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เช่น การปั่นดินน้ำมัน การสังเกตเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ทำให้เกิดความอยากเรียนรู้เพื่ออธิบายการแบ่งเซลล์ทั้งแบบไมโทซิสและไมโอซิสมากขึ้น

และนักเรียน (ร้อยละ 18.47) นอกจากการทำกิจกรรมในห้องเรียนแล้ว ยังมีการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมนอกห้องเรียนโดยการกลับไปอ่านบทพจนานุกรมที่เรียนมา รวมทั้งค้นหาข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ เพื่อตอบคำถามที่ตนสงสัยจนกระทั่งเข้าใจการแบ่งเซลล์และสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์จนสำเร็จ สอดคล้องกับ Poohkay และ Szabo (1995) ที่พบว่า บทเรียนที่ใช้ภาพเคลื่อนไหวสามารถส่งเสริมทัศนคติที่ดีต่อทางการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ (Poohkay and Szabo, 1995) และยังมีนักเรียน (ร้อยละ 12.74) ที่เรียนรู้เกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ จากการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กับครูผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนเกี่ยวกับงานที่ทำ และได้นำข้อผิดพลาดที่พบมาปรับปรุงภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Bogiages และ Hitt (2008) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยการสร้างภาพเคลื่อนไหว สามารถเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ มีทักษะในการนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจ และมีการร่วมมือกันในแสวงหาความรู้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานเพิ่มมากขึ้น (Bogiages and Hitt, 2008)

## สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องการแบ่งเซลล์ ในทุกหัวข้อ สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ และไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องการแบ่งเซลล์ ลดลงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง ความกระตือรือร้นในการหาความรู้เพิ่มเติมทั้งจากภายในและภายนอกห้องเรียน รวมทั้งการมีส่วนร่วมในการนำเสนอผลงาน อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ทำในชั้นเรียน อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยได้พบนักเรียนบางส่วนหลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครโมโซม ซึ่งเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมและต้องใช้เวลาพอสมควรในการทำความเข้าใจ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้ครูผู้สอนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เช่นนี้ควรให้เวลานักเรียนอย่างเหมาะสม และข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป ผู้วิจัยควรศึกษาถึงผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบการเคลื่อนที่หยุดในด้านทักษะกระบวนการ และด้านเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

## เอกสารอ้างอิง

- Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. **Core indicators and standards in science under the Basic Education Curriculum B.E. 2551**. 2nd ed. Bangkok: Co-opthai Publishing; 2008. Thai.
- Nakthong U., Anuntasethakul T., A., Yutakom N. Student conceptions on cells and cell processes in grade 10. **Kasetsart Journal (Social Sciences)**. 2007;28(1):1-10. Thai.
- Puengpang N., Kaewwiyudth S., Roadrangka V., Exploring pre-service teachers' science basic concepts. **Journal of the Faculty of Education, Chulalongkorn University**. 2006;34(3): 95-111. Thai.
- Tyler, R. Learning for understanding in science: constructivist/conceptual change teaching approaches. **Australian Science Teachers Journal**. 2002;48: 30-35.
- Bell, B. **Children' science, constructivism and learning in science**. Deakin: Deakin University Press; 1993.
- Office of the National Education Commission. **National Education Act B.E. 2542 (1999) and Amendments (Second National Education Act B.E. 2545 (2002))**. Bangkok: Office of the National Education Commission; 2002. Thai.
- Richardson V. **Constructivism pedagogy**. *Teacher College Record*. 2003;105(9): 1623-1640.
- Vantipa, R. **A synthesis of Master's degree thesis in Science teaching, Department of Education, Faculty of Education during 1978-2001**. Bangkok: Department of Education: Faculty of Education, Kasetsart University; 2002. Thai.
- Poohkay B., Szabo M. **Effects of animation & visuals on learning high school mathematics**. Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Educational Communications and Technology. 1995 February; Anaheim, CA; 1995.

Mertens, T. R., Walker J. O. A paper-&-pencil strategy for teaching mitosis & meiosis, diagnosing leaning problems & predicting examination performance. *The American Biology Teacher*. 1992;54: 470-474.

Bogjages, C.,Hitt, A. M. Movie Mitosis: Students make stop-animation films to illustrate the process of mitosis. *The Science Teacher*. 2008;75(9): 36-43.