

มโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

High School Students' Conceptions in the Topic of Cell and Cell Division*

ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ **

Khuanruethai@sw-phayao.ac.th

พินิจ ขำวงษ์ ***

กมลวรรณ กัญญาประสิทธิ์ ***

สุทธิดา จำรัส****

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 86 คน ในโรงเรียนแห่งหนึ่งซึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 36 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ซึ่งเป็นแบบคำถามปลายเปิด วิเคราะห์มโนทัศน์ของนักเรียน โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม คือ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน มโนทัศน์คลาดเคลื่อน และไม่มีมโนทัศน์หรือไม่ตอบคำถาม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วนในเรื่อง ความหมายของเซลล์ (ร้อยละ 76.75) การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (ร้อยละ 40.70) และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (ร้อยละ 37.21) นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 51.16 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเรื่อง การชราภาพของเซลล์ แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดมโนทัศน์เรื่อง การสื่อสารระหว่างเซลล์ (ร้อยละ 52.33) และโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ (ร้อยละ 44.57) อีกทั้งยังมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ (ร้อยละ 44.19) จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ ซึ่งเป็นมโนทัศน์พื้นฐานในการเรียนรู้มโนทัศน์อื่นๆ ในทางชีววิทยา ครูจึงควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หรือรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องนี้มากยิ่งขึ้น

* งานวิจัยนี้ได้ทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

**นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

***อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

****อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

คำสำคัญ : มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เซลล์และการแบ่งเซลล์ มโนทัศน์คลาดเคลื่อน

Abstract

The purpose of this research was to explore the concepts in the topic of “cell and cell division” obtained from 86 high school students at a secondary school in the Secondary Educational Service Area Office 36. An open-ended questionnaire was applied to collect the data. To analyze data, students’ responses were categorized into five groups including scientific conceptions, partial scientific conceptions, partial scientific conceptions with misconceptions, misconceptions and no conceptions, or no answer. The results showed that the majority of students had partial scientific conceptions with misconceptions of meaning of cell (76.75%), mitosis (40.70%), and meiosis (37.21%). Furthermore, 51.16% of students had partial scientific conceptions of cell aging. However, most of the students had no conceptions of cell communication (52.33%), and cell structure and function (44.57%), including that they held misconceptions of cell differentiation (44.19%). The study indicates that students held no scientific conceptions of cell and cell division which the basic concepts for learning other concepts in biology. Teachers should create learning activities or learning models for enhancing students have more scientific conceptions of cell and cell division.

Keywords : scientific conception, cell and cell division, misconception

บทนำ

การมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์และบริบทต่างๆ ในชีวิตได้อย่างกว้างขวาง เป็นคุณลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งที่สะท้อนถึง การรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ซึ่งการรู้วิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในหลากหลายประเทศทั่วโลก (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554; Crowther, Lederman, & Lederman, 2005; Flick, & Lederman, 2006; Lederman, 1992) การที่นักเรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความหมาย เป็นที่ยอมรับและเข้าใจได้ง่ายสำหรับนักเรียน ต้องอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์เดิมของนักเรียนกับมโนทัศน์ใหม่ที่เกิดจากการเรียนรู้ (Brooks, & Brooks, 1993; Eisenkraft,

2003) มโนทัศน์เดิมของนักเรียนจึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นที่ครูจะต้องตรวจสอบมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน เพื่อให้ครูเข้าใจและสามารถนำมโนทัศน์เดิมของนักเรียนมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หรือรูปแบบการเรียนรู้ที่จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น (อุษา นาคทอง; อธิราพร อนันตะเศรษฐกุล; และนฤมล ยุตาคม, 2550)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ จัดอยู่ในมาตรฐาน ว 1.1 สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) ซึ่งต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะนักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ จึงจะสามารถเรียน

รู้มโนทัศน์อื่นๆ ในทางชีววิทยาที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นได้ ยกตัวอย่างเช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจระดับเซลล์ ระบบภูมิคุ้มกัน ฯลฯ แม้ว่าจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาจะพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปร่าง โครงสร้างและองค์ประกอบของทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ (Clement, 2007; Flores, 2003) และมีความเข้าใจสับสนเรื่องลักษณะและหน้าที่ของผนังเซลล์กับเยื่อหุ้มเซลล์ (Flores, 2003) รวมทั้งยังขาดมโนทัศน์เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและแบบไมโอซิส (อุษา นาคทอง; ชีราพร อนันตะเศรษฐกุล; และ นฤมล ยุตาคม, 2550) แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่พบข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษามโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่อง การสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และการชราภาพของเซลล์ อีกทั้งในบริบทของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดกลางในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนยังขาดการศึกษามโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้หรือรูปแบบการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้หรือรูปแบบการเรียนรู้ที่จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ให้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์พื้นฐานนี้ไปสู่การเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในมโนทัศน์อื่นๆ ทางชีววิทยาที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความสำคัญการวิจัย

ครูวิทยาศาสตร์และครูชีววิทยา นำมโนทัศน์ของนักเรียนไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หรือรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์วิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์มากยิ่งขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

ประชากร นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 36 จำนวน 153 คน

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 36 จำนวน 86 คน เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 65 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 21 คน การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้เป็นการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้เรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์มาแล้ว รวมทั้งเป็นนักเรียนที่มีความสนใจและสมัครใจที่จะทดสอบความรู้ของตนเองในเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย งานวิจัยนี้ใช้เนื้อหาเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ ซึ่งต้องจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยครอบคลุมหัวข้อเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ คือ ความหมายของเซลล์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ การชราภาพของเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Mitosis) และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (Meiosis)

นิยามศัพท์เฉพาะ

มโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ หมายถึง คำอธิบายที่แสดงถึงความคิดและความเข้าใจเรื่องเซลล์ และการแบ่งเซลล์ ประกอบด้วย ความหมายของเซลล์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ การชราภาพของเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ซึ่งนักเรียนแสดงออกและสามารถวัดได้จากการเขียนอธิบายเพื่อตอบแบบวัดมโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย : การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อศึกษามโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล : เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดมโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ ประกอบด้วยข้อคำถามปลายเปิด ซึ่งครอบคลุมมโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ คือ ความหมายของเซลล์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การสื่อสารระหว่างเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ การชราภาพของเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โดยในการสร้างข้อคำถามในแบบวัดมโนทัศน์นี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงกำหนดกรอบมโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ ตามตัวชี้วัดในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐานและผลการเรียนรู้ในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1 ซึ่งเป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และทำการสร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบคำถามปลายเปิดขึ้นมาจำนวน 20 ข้อ

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบวัดมโนทัศน์ไปหาคุณภาพ โดยการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน

ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 คน และครูวิทยาศาสตร์ระดับชำนาญการพิเศษ จำนวน 1 คน จากการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ จำนวน 20 ข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีข้อคำถามที่ได้ค่าคะแนนความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้และข้อคำถาม (Index of Item Objective Congruence : IOC) ที่อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 จำนวน 16 ข้อ ซึ่งเป็นข้อคำถามที่สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ ทั้งนี้ก่อนการนำแบบวัดมโนทัศน์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้นำแบบวัดมโนทัศน์ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 31 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ผลการทดลองใช้ปรากฏว่า นักเรียนสามารถอ่าน ทำความเข้าใจข้อคำถาม และตอบคำถามในแบบวัดมโนทัศน์ได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล : ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูล โดยการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดมโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ โดยกำหนดระยะเวลาที่กลุ่มตัวอย่างใช้ในการทำแบบวัดมโนทัศน์ คือ 60 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ : การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ ใช้หลักการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และการตีความสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (Analytic Induction) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลที่เป็นรูปธรรมหรือปรากฏการณ์ที่มองเห็นได้มาจัดกระทำ ตีความ และสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม (สุภางค์ จันทวานิช, 2549: 144) เปรียบเทียบคำตอบที่นักเรียนเขียนอธิบายกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน จากนั้นจึงจัดกลุ่มมโนทัศน์ของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ตามแนวทางการจัดกลุ่มมโนทัศน์ของ Westbrook and Marek (1992) ดังตัวอย่างการจัดกลุ่มมโนทัศน์ในตาราง 1

ตาราง 1: กลุ่มมโนทัศน์ ความหมายของแต่ละกลุ่มมโนทัศน์ และตัวอย่างคำตอบ

กลุ่มมโนทัศน์	ความหมายของแต่ละกลุ่มมโนทัศน์	ตัวอย่างคำตอบ
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conceptions: SC)	คำตอบที่เขียนอธิบายถูกต้อง ครบถ้วน สอดคล้องกับคำอธิบายซึ่งเป็นที่ยอมรับของประชาคมทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันทั้งหมด	- การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะ รูปร่าง และขนาดของเซลล์ เพื่อให้เซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (Partial Scientific Conceptions : PC)	คำตอบที่เขียนอธิบายสอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน แต่ไม่ครบถ้วน และไม่พบคำอธิบายที่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	- การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เกิดขึ้นเพื่อให้เซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Scientific Conceptions with Misconceptions: PC/MC)	คำตอบที่เขียนอธิบายบางส่วนสอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีคำตอบที่เขียนอธิบายบางส่วนไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	- การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเซลล์ เพื่อให้เซลล์ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม
มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Misconceptions: MC)	คำตอบที่เขียนอธิบายทั้งหมดไม่ถูกต้อง ไม่สอดคล้องกับคำอธิบายซึ่งเป็นที่ยอมรับของประชาคมทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันทั้งหมด	- การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เกิดขึ้นในสถานะที่เซลล์ผิดปกติ เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม
ไม่มีมโนทัศน์หรือไม่ตอบคำถาม (No answer, No Conceptions: NC)	ไม่ได้ตอบคำถาม ตอบว่าไม่เข้าใจคำถาม ตอบว่าไม่รู้ ตอบทวนคำถามหรือไม่ได้อธิบายเหตุผล	- ไม่ตอบคำถาม - การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เกิดขึ้นเพื่ออะไร (ทวนคำถาม)

ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องในการตีความหมายและสร้างข้อสรุป ผู้วิจัยได้หาความเชื่อถือได้ระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability) โดยทำการจัดกลุ่มมโนทัศน์ร่วมกับครูผู้มีประสบการณ์ในการสอนรายวิชาชีววิทยามาแล้วไม่น้อยกว่า 7 ปี จำนวน 2 คน ซึ่งในเบื้องต้นผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดการจัดกลุ่มมโนทัศน์นำเสนอให้ครูทั้ง 2 คน ช่วยวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลประมาณร้อยละ 20 ของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งหากผลการวิเคราะห์ข้อใดไม่ตรงกันจะใช้การอภิปรายจนได้ข้อสรุป เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด จากนั้นผู้วิจัยหาค่าความถี่และค่าร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในแต่ละกลุ่มมโนทัศน์ พร้อมทั้งคัดเลือกคำอธิบายของนักเรียนมาประกอบการนำเสนอข้อมูลใน

แต่ละกลุ่มมโนทัศน์ โดยกำหนดสัญลักษณ์แทนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอักษร S แทน นักเรียน ตัวเลขทั้งสองตัว แทน ลำดับที่ของการเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา เช่น S401 หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คนที่ 1 เป็นต้น

ผลการวิจัย

การศึกษามโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ในครั้งนี้ ทำการวัดมโนทัศน์จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 36 จำนวน 86 คน ซึ่งแบ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 จำนวน 65 คน นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 21 คน และแบ่งเป็นนักเรียนชายจำนวน 28 คน นักเรียนหญิงจำนวน 58 คน รายละเอียดของผลการวิจัย ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2: ความถี่และร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมโนทัศน์

มโนทัศน์เรื่อง	ความถี่และร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มมโนทัศน์				
	SC	PC	PC/MC	MC	NC
ความหมายของเซลล์	0 (0.00)	14 (16.28)	66 (76.75)	5 (5.81)	1 (1.16)
โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์					
- ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์	0 (0.00)	2 (2.33)	17 (19.76)	47 (54.65)	20 (23.26)
- กอลจิ คอมเพล็กซ์ ไลโซโซม แวกิวโอล ไรโบโซม	0 (0.00)	2 (2.33)	4 (4.65)	31 (36.05)	49 (56.98)
- ไมโทคอนเดรีย	13 (15.12)	7 (8.14)	0 (0.00)	22 (25.58)	44 (51.16)
- คลอโรพลาสต์	7 (8.14)	17 (19.77)	10 (11.63)	8 (9.30)	44 (51.16)
- เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมชนิดเรียบและชนิดขรุขระ	0 (0.00)	10 (11.63)	3 (3.49)	18 (20.93)	55 (63.95)
- นิวเคลียส	9 (10.47)	22 (25.58)	25 (29.07)	12 (13.95)	18 (20.93)
การสื่อสารระหว่างเซลล์	0 (0.00)	0 (0.00)	18 (20.93)	23 (26.94)	45 (52.33)
การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์	0 (0.00)	20 (23.26)	5 (5.81)	38 (44.19)	23 (26.74)
การชราภาพของเซลล์	0 (0.00)	44 (51.16)	30 (34.88)	3 (3.49)	9 (10.47)
การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	2 (2.33)	12 (13.95)	35 (40.70)	15 (17.45)	22 (25.58)
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	3 (3.48)	7 (8.14)	32 (37.21)	19 (22.10)	25 (29.07)
รวม	2.83	13.08	20.41	20.08	29.60
	(3.29)	(15.21)	(23.74)	(23.37)	(34.39)

หมายเหตุ : SC : Scientific Conceptions; PC : Partial Scientific Conceptions, PC/MC : Partial Scientific Conceptions with Misconceptions, MC : Misconceptions, NC: No answer or No Conceptions

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน เรื่อง ความหมายของเซลล์ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นอกจากนี้นักเรียนยังมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน เรื่อง การชราภาพของเซลล์ แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดมโนทัศน์เรื่อง การสื่อสารระหว่างเซลล์ และโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ อีกทั้งยังมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ ทั้งนี้รายละเอียดของแต่ละมโนทัศน์ มีดังนี้

1. มโนทัศน์เรื่องความหมายของเซลล์ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 76.75) มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) โดยนักเรียนสามารถระบุภาพเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง (ภาพระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต คือ ภาพ A และ ภาพ C) แต่ก็เข้าใจคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า เซลล์ คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก

หรือ โมเลกุลขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์สังเกตดูเท่านั้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“(เซลล์ คือ) สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า / ภาพ A และ C (ภาพตัวอย่าง A และ C) ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เพราะเราต้องทดลอง (สังเกต) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์” (S413)

“cell คือ โมเลกุลขนาดเล็กที่พบได้ในสิ่งมีชีวิต รวมถึงมนุษย์ด้วย / ภาพ A และ C (ภาพตัวอย่าง A และ C) เป็นรูปร่างของเซลล์ที่ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ส่วน B และ D คือ การรวมตัวของเซลล์เป็นรูปร่าง” (S506)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่สามารถระบุภาพเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้อย่างถูกต้อง แต่สามารถบอกความหมายของเซลล์ได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“(เซลล์ คือ) หน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตต้องมีอยู่แล้ว / ทุกอันทั้ง A B C D (ทุกภาพ ตัวอย่างในคำถาม) เป็นเซลล์เพราะทุกอันเป็นพื้นฐานของชีวิตและเป็นสิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น” (S519)

นักเรียนร้อยละ 16.28 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) โดยนักเรียนเข้าใจถูกต้องว่า เซลล์เป็นหน่วยโครงสร้างที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต แต่นักเรียนยังไม่สามารถระบุได้ครบถ้วนว่า ภาพใดบ้างเป็นภาพเซลล์ของสิ่งมีชีวิต โดยนักเรียนมักระบุว่าภาพ C เป็นภาพเซลล์ของสิ่งมีชีวิต แต่นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่า ภาพ A ซึ่งเป็นภาพสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวก็เป็นภาพระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกัน นอกจากนี้มีนักเรียนร้อยละ 5.81 ที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) โดยนักเรียนเข้าใจว่า เซลล์ คือ สิ่งที่เล็กที่สุด หรืออนุภาคที่เล็กที่สุด และมีนักเรียนเพียงร้อยละ 1.16 เท่านั้นที่ไม่ได้ตอบคำถามนี้

2. มโนทัศน์เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์
ประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อยเรื่อง ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ กอลจิ คอมเพล็กซ์ แวกคิวโอล ไลโซโซม ไรโบโซม

ไมโทคอนเดรีย คลอโรพลาสต์ เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม และนิวเคลียส นำเสนอรายละเอียดของแต่ละมโนทัศน์ย่อย ดังนี้

2.1 มโนทัศน์เรื่องผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์

นักเรียนร้อยละ 54.65 มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) โดยนักเรียนเข้าใจว่า ผนังเซลล์เป็นเยื่อเลือกผ่านเช่นเดียวกับเยื่อหุ้มเซลล์ และทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สารบางชนิดเข้าสู่เซลล์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“เห็นด้วยเพราะหากไม่มีเยื่อเลือกผ่านเชื้อโรค สารพิษต่างๆ จะเข้าสู่เซลล์ได้ง่าย อาจจะเป็นอันตรายแก่เซลล์” (S521)

“เห็นด้วย เพราะหากไม่มีผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ สารต่างๆ ก็อาจจะผ่านเข้า cell ได้” (S502)

“เห็นด้วยเพราะผนังเซลล์ก็เหมือนผนังห้องที่เลือกให้สารที่มีชนิดที่เหมาะสมเข้าไปได้” (S422)

สำหรับนักเรียนร้อยละ 23.26 ไม่ตอบคำถามนี้ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 19.76 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) โดยนักเรียนเข้าใจถูกต้องว่า ผนังเซลล์ทำหน้าที่ห่อหุ้มและปกป้องเซลล์ทำให้เซลล์คงรูปร่างอยู่ได้ แต่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า ผนังเซลล์เป็นเยื่อเลือกผ่านเช่นเดียวกับเยื่อหุ้มเซลล์ คือ ยอมให้สารบางชนิดผ่านเข้า-ออกจากเซลล์ได้ อย่างไรก็ตามมีนักเรียนร้อยละ 2.33 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) โดยนักเรียนเข้าใจถูกต้องว่า ผนังเซลล์ช่วยในการคงรูปร่างของเซลล์ แต่นักเรียนยังไม่สามารถบอกคุณสมบัติของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ได้

2.2 มโนทัศน์เรื่องกอลจิ คอมเพล็กซ์

แวกคิวโอล ไลโซโซมและไรโบโซม เมื่อใช้คำถามถามนักเรียนดังนี้ “พิจารณาออร์แกเนลล์ ดังต่อไปนี้ : แวกคิวโอล กอลจิ คอมเพล็กซ์ ไรโบโซม และไลโซโซม ออร์แกเนลล์ใดแตกต่างจากออร์แกเนลล์อื่นมากที่สุด เพราะเหตุใด” พบว่า นักเรียนร้อยละ 56.98 ไม่ตอบคำถามซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NC) ส่วนนักเรียนร้อยละ 36.05 มี

มโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) เพราะนักเรียนอธิบายความแตกต่างของลักษณะและหน้าที่ของออร์แกเนลล์เหล่านี้ อย่างสับสน อีกทั้งไม่สามารถยังระบุชนิดของเซลล์ที่พบออร์แกเนลล์เหล่านี้ได้อย่างถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“แควคิวโอล เพราะพีชมีแควคิวโอลแต่สัตว์จะไม่มี” (S416)

“กอลจิ คอมเพล็กซ์ เพราะมีรูปร่างและโครงสร้างที่แตกต่างที่สุด” (S410)

“ไลโซโซม เพราะพบในเซลล์สัตว์เท่านั้น” (S459)

นักเรียนร้อยละ 4.65 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ถูกต้องว่า ออร์แกเนลล์ที่แตกต่างจากออร์แกเนลล์อื่นๆ คือ ไรโบโซม แต่ก็เข้าใจคลาดเคลื่อนว่าเป็นเพราะ ไรโบโซมทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนและ RNA หรือ ไรโบโซมพบเฉพาะในเซลล์พืชไม่พบในเซลล์สัตว์ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 2.33 จัดอยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) เพราะระบุได้ว่า ไรโบโซมแตกต่างจากออร์แกเนลล์อื่นมากที่สุด แต่ไม่ได้อธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงแตกต่างจากการพิจารณาการตอบคำถามของนักเรียนแสดงว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจเรื่องเยื่อหุ้มของออร์แกเนลล์ เพราะนักเรียนยังไม่สามารถตอบได้ว่า ไรโบโซมแตกต่างจาก กอลจิ คอมเพล็กซ์ แควคิวโอล และไลโซโซม เพราะไรโบโซมไม่มีเยื่อหุ้ม แต่ออร์แกเนลล์อื่นๆ ต่างมีเยื่อหุ้มชั้นเดียว (Single Membrane)

2.3 มโนทัศน์เรื่องไมโทคอนเดรีย นักเรียนร้อยละ 51.16 ไม่ตอบคำถามจึงจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NC) และนักเรียนร้อยละ 25.58 มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) โดยนักเรียนอธิบายว่า ไมโทคอนเดรียมีหน้าที่ลำเลียงอาหาร สร้างอาหาร หรือแบ่งเซลล์ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“หากไม่มีไมโทคอนเดรียจะไม่สามารถลำเลียงสารอาหารได้” (S506)

“หากขาดไมโทคอนเดรียเซลล์จะ)...ไม่สามารถสร้างอาหารได้” (S427)

“หากไม่มีไมโทคอนเดรียไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้” (S410)

“หากขาดไมโทคอนเดรียเซลล์)...จะทำให้ไม่มีการรักษาสสมดุลของน้ำ” (S458)

อย่างไรก็ตามนักเรียนร้อยละ 15.12 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (SC) เพราะสามารถอธิบายได้ว่าหากขาดไมโทคอนเดรียเซลล์จะขาดพลังงานหรือไม่สามารถสร้างพลังงานได้ นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 8.14 จัดว่ามีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) เพราะนักเรียนอธิบายว่า ถ้าไม่มีไมโทคอนเดรียเซลล์จะทำงานผิดปกติ หรือไม่สามารถทำงานได้ แต่นักเรียนยังไม่ได้อธิบายเพิ่มเติมว่าเป็นเพราะเซลล์ขาดพลังงาน

2.4 มโนทัศน์เรื่องคลอโรพลาสต์ นักเรียนร้อยละ 51.16 ไม่ตอบคำถามจึงจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NC) ส่วนนักเรียนร้อยละ 19.77 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) โดยนักเรียนอธิบายว่าหน้าที่ของคลอโรพลาสต์ คือ สร้างอาหารหรือสังเคราะห์ด้วยแสง แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ว่า หากขาดคลอโรพลาสต์จะเกิดผลอย่างไรต่อเซลล์ ดังตัวอย่างคำตอบ เช่น

“ถ้าไม่มีคลอโรพลาสต์) ไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้” (S451)

“มีคลอโรพลาสต์จึงสามารถสร้างอาหารเองได้” (S421)

นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 11.63 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) เพราะสามารถอธิบายได้ว่า หากไม่มีคลอโรพลาสต์จะทำให้เซลล์ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ แต่นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนเพราะระบุชื่อคลอโรฟิลล์แทนคลอโรพลาสต์ ขณะเดียวกันมีนักเรียน

ร้อยละ 9.30 จัดว่ามีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) เพราะนักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่าโครงสร้างที่ปรากฏในภาพคือ คอลโรพลาสต์ แต่นักเรียนระบุเป็นชื่อโครงสร้างอื่นๆ เช่น ไลโซโซม เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีนักเรียนร้อยละ 8.14 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (SC) โดยสามารถอธิบายได้ว่า คอลโรพลาสต์ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารให้แก่เซลล์พืช เซลล์สัตว์หรือเซลล์ที่ไม่มีคอลโรพลาสต์จะไม่สามารถสร้างอาหารเองได้

2.5 มโนทัศน์เรื่องเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม

นักเรียนร้อยละ 63.95 ไม่ตอบคำถามจึงจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NC) ส่วนนักเรียนที่ตอบคำถามร้อยละ 20.93 มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) เนื่องจากนักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมทั้งแบบผิวเรียบและแบบผิวขรุขระทำหน้าที่คัดเลือกสารเข้าสู่เซลล์ หรือ ทำหน้าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์ที่เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมอยู่ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“(เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบและแบบผิวขรุขระ) ต่างกัน เพราะแบบผิวเรียบจะทำการปล่อยให้สารหรือสิ่งต่างๆ ผ่านไปไม่มีการตกหล่นหรือติดอยู่ ส่วนผิวขรุขระจะทำให้มีสิ่งต่างๆ ติดอยู่” (S445)

“(เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบและแบบผิวขรุขระ) แตกต่างกัน ผิวเรียบจะติดดีกว่าผิวขรุขระ” (S451)

“(เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบและแบบผิวขรุขระ) แตกต่างกัน ทำหน้าที่แบบไขมันและแบบน้ำ” (S422)

“(เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบและแบบผิวขรุขระ) แตกต่างกัน เพราะเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบอยู่ในเซลล์พืชและแบบผิวขรุขระอยู่ในเซลล์สัตว์ ระบบการทำงานคล้ายๆกัน” (S434)

นอกจากนี้ นักเรียนร้อยละ 11.63 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) โดยสามารถอธิบายได้ว่า เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ ทำหน้าที่

สร้างโปรตีน แต่ไม่สามารถระบุหน้าที่ของเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบได้ หรือสามารถอธิบายได้ว่า เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวขรุขระ เพราะมีไรโบโซมมาเกาะแต่แบบผิวเรียบไม่มี และมีนักเรียนร้อยละ 3.49 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) โดยนักเรียนเข้าใจว่า เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมทั้งสองแบบทำหน้าที่แตกต่างกัน แต่ก็เข้าใจคลาดเคลื่อนว่า เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมแบบผิวเรียบทำหน้าที่ได้ดีกว่าแบบผิวขรุขระ

2.6 มโนทัศน์เรื่องนิวเคลียส

นักเรียนร้อยละ 29.07 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน(PC/MC) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ถูกต้องว่า นิวเคลียสมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์ แต่นักเรียนก็เข้าใจคลาดเคลื่อนโดยระบุว่า หากขาดนิวเคลียสเซลล์จะต้องตายหรือไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“(ถ้าไม่มีนิวเคลียส) จะทำให้เซลล์ตายลงได้ เนื่องจากไม่มีนิวเคลียสช่วยในการทำงาน” (S402)

นักเรียนร้อยละ 25.58 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) โดยอธิบายว่า นิวเคลียสมีหน้าที่ควบคุมการทำงาน หรือเป็นแหล่งเก็บสารพันธุกรรมของเซลล์ แต่นักเรียนยังไม่สามารถระบุความสำคัญของนิวเคลียสทั้งสองส่วนได้พร้อมกัน เช่น

“(ถ้าไม่มีนิวเคลียส) จะไม่สามารถสืบพันธุ์ได้ เพราะนิวเคลียสควบคุมพันธุกรรมของเซลล์” (S404)

“นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางการทำงานถ้าไม่มีเซลล์ก็ทำงานไม่ได้” (S423)

นอกจากนี้ นักเรียนร้อยละ 20.93 ไม่ตอบคำถามจึงจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NC) สำหรับนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) มีอยู่ร้อยละ 13.95 โดยนักเรียนเข้าใจว่า นิวเคลียสทำหน้าที่ทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย อย่างไรก็ตามมีนักเรียนร้อยละ 8.14 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (SC) โดย

สามารถอธิบายได้ว่า นิวเคลียสมีหน้าที่ควบคุมการทำงาน และเป็นแหล่งเก็บสารพันธุกรรมของเซลล์

3. มโนทัศน์เรื่องการสื่อสารระหว่างเซลล์
นักเรียนร้อยละ 52.33 ไม่ตอบคำถามจึงจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NC) ส่วนนักเรียนร้อยละ 26.94 ยังมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) โดยอธิบายเกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างเซลล์ของทั้งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แต่คำอธิบายยังไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“สัตว์จะมีฟีโรโมนเพื่อปล่อยให้สัตว์อีกตัวรับรู้ว่าอยู่ที่ไหน แต่ต้องเป็นสัตว์ชนิดเดียวกัน แต่พืชไม่มีฟีโรโมน” (S416)

“การสื่อสารระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่อยู่ใกล้กันมีลักษณะที่เหมือนกันเพราะไม่มีการปฏิสนธิใดๆทั้งสิ้น” (S435)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 20.93 ที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) โดยนักเรียนบอกได้ว่าการสื่อสารระหว่างเซลล์พืชที่อยู่ใกล้กันและเซลล์สัตว์ที่อยู่ใกล้กันใช้วิธีการแตกต่างกัน แต่นักเรียนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า เซลล์พืชที่อยู่ใกล้กันสื่อสารกันด้วยตัวพาบางชนิด แต่เซลล์สัตว์ที่อยู่ใกล้กันสื่อสารกันด้วยฮอร์โมน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“(การสื่อสารระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ที่อยู่ใกล้กัน) แตกต่างกัน พืชอาจจะต้องใช้ตัวพาไปในการสื่อสาร ส่วนสัตว์อาจจะต้องใช้ฮอร์โมนต่างๆ” (S521)

4. มโนทัศน์เรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์
นักเรียนร้อยละ 44.19 ยังมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) โดยเข้าใจว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพเซลล์เป็นการปรับตัวของเซลล์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“(การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์) คือ การเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมนั้นๆ เพราะจะทำให้อยู่รอด” (S416)

“(การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เกิดขึ้น) เพราะการเปลี่ยนสารเข้าออกใน cell มี 3 อย่าง คือ ไฮเปอร์โทนิก (ไฮเปอร์โทนิก) cell เต่ง ไฮโปโทนิก cell เตี้ยว ไฮโซโทนิก (ไอโซโทนิก) cell ปกติ” (S521)

นักเรียนร้อยละ 26.74 ไม่ตอบคำถามนี้จึงจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NC) นอกจากนี้มีนักเรียนร้อยละ 23.26 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) เพราะสามารถอธิบายได้ว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เกิดขึ้นเพื่อให้เซลล์ไปทำหน้าที่เฉพาะอย่าง แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายถึงลักษณะของการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ลักษณะ และขนาดของเซลล์ให้เหมาะสมกับหน้าที่ และมีนักเรียนร้อยละ 5.81 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เป็นการเปลี่ยนรูปร่างของเซลล์ แต่ก็เข้าใจคลาดเคลื่อนว่าเกิดขึ้นเพราะสารละลายภายในและภายนอกเซลล์ไม่เท่ากัน

5. มโนทัศน์เรื่องการชราภาพของเซลล์
นักเรียนร้อยละ 51.16 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) โดยนักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของการชราภาพของเซลล์ได้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่า 1 อย่าง แต่ยังไม่ครบทั้งหมด คือ เซลล์มีอายุขัยจำกัด เซลล์มีการสะสมของเสีย เซลล์มีประสิทธิภาพในการทำงานลดลง การได้รับอนุมูลอิสระ และนักเรียนยังสามารถระบุได้ว่า เซลล์ที่เสื่อมสภาพมีลักษณะอย่างไร นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่สามารถอธิบายสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์ได้ แต่ไม่สามารถระบุได้ว่า เซลล์ที่เสื่อมสภาพมีลักษณะอย่างไร ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“มีการใช้งานมากและยาวนาน (ตัวอย่างเซลล์ที่ชราภาพ คือ) C เพราะมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง” (S452)

“ระบบภายในเซลล์ทำงานผิดปกติ การทำงานสร้าง ATP ลดลง (ตัวอย่างเซลล์ที่ชราภาพ คือ) C เพราะระบบการทำงานที่มีประสิทธิภาพลดลง” (S519)

“เซลล์ทำหน้าที่นานครบอายุขัยของเซลล์ เมื่อหมดอายุขัยก็จะทำลายเซลล์เพื่อให้เซลล์ใหม่มาทำงานแทน” (S431)

ส่วนนักเรียนร้อยละ 34.88 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) โดยนักเรียนสามารถระบุลักษณะของเซลล์ที่เสื่อมสภาพได้ แต่นักเรียนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนเรื่องสาเหตุของการชราภาพ เช่น

“เซลล์มีการใช้ระยะเวลาเวลานาน สภาพอากาศและอุณหภูมิ มีโรคภัย ไวรัส เข้ามาทำลาย ลักษณะเซลล์ที่ชราภาพ C เพราะเซลล์มีความสามารถในการสร้างเอนไซม์ได้ลดลง...” (S462)

อย่างก็ตามมีนักเรียนร้อยละ 10.47 จัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NC) เพราะไม่ตอบคำถาม และมีนักเรียนเพียงร้อยละ 3.49 ที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) โดยนักเรียนเข้าใจว่า ลักษณะของเซลล์ที่ชราภาพคือ เซลล์ที่มีกิจกรรมเพิ่มขึ้น

6. มโนทัศน์เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 40.70) มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) โดยเข้าใจถูกต้องว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกายและเซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับเซลล์เดิม แต่นักเรียนก็เข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมในเซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการแบ่งเซลล์โดยอธิบายว่า จำนวนเซลล์ใหม่ที่ได้มีโครโมโซมเป็น 2 เท่าของเซลล์เดิม หรือจำนวนเซลล์ใหม่ที่ได้มีโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น

“การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส = (คือ) การแบ่ง cell ร่างกาย (ได้จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่) มีจำนวน 8 โครโมโซม (ซึ่งเป็นจำนวนโครโมโซมเป็นสอง

เท่าของเซลล์เดิม) มีลักษณะเหมือนกับเซลล์เริ่มต้น...” (S519)

“mitosis = (คือ) แบ่ง cell ร่างกาย (ได้จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่) จาก n เป็น 2n (และ) cell (ใหม่) เหมือน cell เดิม เพราะมีหลายลักษณะเหมือนเซลล์เดิม” (S502)

“(การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ได้จำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่คือ) 6 คู่ (ซึ่งเป็นจำนวนโครโมโซมเป็นสี่เท่าของเซลล์เดิม) มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนเซลล์เริ่มต้นทุกประการ” (S454)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 25.58 ไม่ตอบคำถามจึงจัดว่าไม่มีมโนทัศน์ (NC) ส่วนนักเรียนร้อยละ 17.45 มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) ว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะได้เซลล์ใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นสองเท่าของเซลล์เดิม และมีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างจากเซลล์เดิม อย่างไรก็ตามมีนักเรียนร้อยละ 13.95 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) โดยสามารถอธิบายได้ว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกาย หรือ เซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับเซลล์เดิม แต่นักเรียนไม่สามารถระบุได้ว่า เซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เดิม อย่างไรก็ตามมีนักเรียนร้อยละ 2.33 ที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (SC) โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์ร่างกาย เซลล์ใหม่ที่ได้มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เดิม และมีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับเซลล์เดิม

7. มโนทัศน์เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนร้อยละ 37.21 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (PC/MC) โดยเข้าใจถูกต้องว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และเซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างจากเซลล์เดิม แต่นักเรียนก็เข้าใจคลาดเคลื่อนว่า จำนวนเซลล์ใหม่ที่ได้มีโครโมโซมเป็น

4 เท่าหรือ 2 เท่าของเซลล์เดิม หรือจำนวนเซลล์ใหม่ที่ได้มีโครโมโซมเท่ากับเซลล์เดิม หรือนักเรียนเข้าใจว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ จำนวนเซลล์ใหม่ที่ได้มีโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม แต่เซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนกับเซลล์เดิม ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเช่น

“meiosis = (คือ) การแบ่งเซลล์เพศ จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าจากเดิม ลักษณะทางพันธุกรรมจะแตกต่างจากเซลล์เริ่มต้น” (S455)

“meiosis เป็นการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ มีโครโมโซมเป็นครึ่งของ cell เดิม ได้จาก cell พ่อ ครึ่งหนึ่งและ cell แม่อีกครึ่งหนึ่ง มีลักษณะคล้ายคลึง cell พ่อและ cell แม่เพราะได้อย่างละครึ่ง” (S521)

“ไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์สืบพันธุ์ จะมีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า และบางเซลล์จะมีลักษณะเหมือนเซลล์เริ่มต้นและบางเซลล์จะมีลักษณะที่แตกต่างออกไปอาจมีโครโมโซมไม่ครบคู่” (S404)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 29.07 จัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (NC) เพราะไม่ตอบคำถามในเรื่องนี้ ส่วนนักเรียนร้อยละ 22.10 มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) ว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะได้เซลล์ใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็น 2 เท่าของเซลล์เดิม มีลักษณะทางพันธุกรรมที่เหมือนกับเซลล์เดิม อย่างไรก็ตามมีนักเรียนร้อยละ 8.14 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (PC) เพราะสามารถอธิบายได้ว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ หรือเซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างจากเซลล์เดิม แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าเซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีจำนวนโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งเซลล์เดิม ส่วนนักเรียนร้อยละ 3.48 ที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (SC) นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เซลล์ใหม่ที่ได้มีจำนวนโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของ

เซลล์เดิมและมีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างจากเซลล์เดิม

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษามโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนในครั้งนี้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วนเรื่อง ความหมายของการแบ่งเซลล์ โดยนักเรียนสามารถจำแนกหรือระบุได้ว่าสภาพเป็นภาพระดับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต แต่นักเรียนยังคงเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า เซลล์ คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก หรือโมเลกุลขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ในการสังเกตหรือศึกษาเท่านั้น มโนทัศน์คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องนี้สอดคล้องกับมโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่พบในงานวิจัยของจิตติมา ดมหอม (2553) และ Flores (2003) ทั้งนี้การมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนลักษณะดังกล่าว ย่อมแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2554) และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ โดยนักเรียนอาจไม่เข้าใจว่า ร่างกายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวประกอบด้วยเซลล์เพียง 1 เซลล์ ซึ่งมีการจัดระบบการทำงานของโครงสร้างภายในเซลล์นั้น แต่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์จะประกอบด้วยเซลล์มากกว่า 1 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์จะมีการจัดระบบการทำงานของโครงสร้างภายในเซลล์ ขณะเดียวกันก็มีการจัดระบบของร่างกายของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ด้วยเช่นกัน ดังนั้นในกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมให้นักเรียนอภิปรายถึงความแตกต่างของการจัดระบบร่างกายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว กับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ควรนำตัวอย่างสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์มาให้ให้นักเรียนสังเกตดูลักษณะของเซลล์ เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเซลล์มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน

บางส่วนเรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โดยนักเรียนสามารถอธิบายความสำคัญของการแบ่งเซลล์ทั้งสองแบบได้อย่างถูกต้องว่าการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ส่วนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แต่นักเรียนยังเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมของเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการแบ่งเซลล์ทั้งสองแบบ อีกทั้งมีความเข้าใจสับสนเกี่ยวกับจำนวนเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการแบ่งเซลล์ทั้งสองแบบเช่นเดียวกัน ทั้งนี้อาจเกิดจากการที่นักเรียนใช้วิธีการเรียนรู้แบบจำความรู้มากกว่าการทำความเข้าใจและจำเป็นส่วนๆ มากกว่าจำเป็นองค์รวม (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2554) หรืออาจเป็นเพราะในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ผ่านมาเน้นการบรรยายประกอบกับการใช้หนังสือเรียนเป็นสื่อการเรียนรู้หลัก แต่ภาพแสดงโครโมโซมในระยะต่างๆ ของการแบ่งเซลล์ทั้งแบบไมโทซิสและแบบไมโอซิสในหนังสือเรียนเป็นภาพถ่ายจากตัวอย่างจริงที่ได้จากการสังเกตโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ซึ่งภาพเหล่านั้นมักไม่แสดงจำนวนโครโมโซมภายในเซลล์อย่างชัดเจน จึงทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมในเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการแบ่งเซลล์ ทั้งนี้การนำแบบจำลองการแบ่งเซลล์ในระยะต่างๆ ซึ่งมีการแสดงลักษณะและจำนวนโครโมโซมในแต่ละระยะอย่างชัดเจนมาประกอบกับการใช้ภาพถ่ายจากตัวอย่างจริง อาจช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมที่เกิดจากการแบ่งเซลล์ทั้งสองแบบได้มากยิ่งขึ้น

สำหรับนักเรียนส่วนใหญ่ที่มีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน เรื่อง การชราภาพของเซลล์ นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะเซลล์ที่ชราภาพได้ แต่ไม่สามารถอธิบายสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์ได้ครบทุกสาเหตุ ซึ่งอาจเป็นเพราะในการเรียนรู้ที่ผ่านมา นักเรียนยังขาดโอกาสในการอภิปราย จึงส่งผลให้นักเรียนสร้างมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้เพียงบางส่วน

โดยการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย อาจจะช่วยให้นักเรียนรับรู้และเข้าใจสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์ได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะสาเหตุแห่งการชราภาพของเซลล์เป็นเรื่องที่มีลักษณะเป็นประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ต้องอาศัยการอภิปรายจึงจะสามารถเปิดมุมมองให้กับนักเรียนอย่างรอบด้าน อีกทั้งช่วยให้นักเรียนมีวิถีแห่งการคิดที่จะทำให้สามารถทำงานและใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างมีคุณภาพ (กมลวรรณ กัญญาประสิทธิ์, 2558)

ขณะเดียวกันนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดมีโนทัศน์เรื่อง การสื่อสารระหว่างเซลล์ โดยนักเรียนไม่ได้อธิบายหรือตอบคำถามในเรื่องดังกล่าว ซึ่งสาเหตุอาจเป็นเพราะนักเรียนขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ แต่ใช้การจดจำเนื้อหาตามที่ครูสอนแบบบรรยายเท่านั้น (อุษา นาคทอง; อธิราพร อนันตะเศรษฐกุล; และ นฤมล ยุตาคม, 2550) และนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ โดยนักเรียนเข้าใจว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์จะเกิดขึ้นเพื่อให้เซลล์อยู่รอดได้ในสิ่งแวดล้อมที่ผิดปกติ แต่มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ลักษณะ และขนาดของเซลล์ เพื่อให้เซลล์สามารถไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างได้ ทั้งนี้การมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อนดังกล่าวอาจเป็นเพราะแม้ว่าจะเรียนรู้ในเรื่องนั้นแล้ว แต่นักเรียนยังขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ นักเรียนจึงทำได้แต่เพียงสร้างข้อสรุปหรือมีโนทัศน์ง่ายๆ ไม่ซับซ้อนขึ้นมาตามความเข้าใจของนักเรียนเอง (Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994 อ้างอิงจาก จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2554) โดยนักเรียนมักจะสร้างมีโนทัศน์ขึ้นมาจากภาษาที่นักเรียนคุ้นเคยและใช้ในชีวิตประจำวัน จึงทำให้มีโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นตามความเข้าใจของนักเรียนเองนั้นยังเป็นมีโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องกับมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมายังไม่พบข้อมูลมีโนทัศน์ของนักเรียนทั้งเรื่อง การสื่อสารระหว่างเซลล์และการ

เปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะครูยังไม่ให้ความสำคัญทั้งสองเรื่องเท่าที่ควร และในการจัดการเรียนรู้อาจจะให้นักเรียนไปอ่านหรือทำความเข้าใจทั้งสองเรื่องนี้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเรื่องอื่นๆ ดังนั้นครูควรสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง (National Research Council, 2000) ในเรื่องการสื่อสารระหว่างเซลล์และการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์เช่นเดียวกับเรื่องอื่นๆ

อย่างไรก็ตามนักเรียนส่วนใหญ่ยังจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนทัศน์และไม่ตอบคำถามในมโนทัศน์เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ส่วนนักเรียนที่ตอบคำถามก็มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนว่า ผนังเซลล์เป็นเยื่อเลือกผ่านทำหน้าที่ควบคุมการเข้า - ออกของสารจากเซลล์ เอนโพลัสมีกรีตติวล์มีทั้งแบบผิวเรียบและแบบผิวขรุขระทำหน้าที่คัดเลือกสารเข้าสู่เซลล์ หากขาดไมโทคอนเดรียเซลล์จะไม่สามารถสร้างอาหารหรือรักษาสสมดุลของน้ำได้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังขาดความเข้าใจหรือมีความเข้าใจสับสนเกี่ยวกับบทบาทและหน้าที่ของโครงสร้างต่างๆ ภายในเซลล์อย่างสัมพันธ์และต่อเนื่องกันไป ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่ได้รับโอกาสให้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และไม่ได้มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง แต่ผ่านการเรียนรู้แบบบรรยาย ถ่ายทอด หรือบอกเล่าความรู้จากครูไปยังนักเรียนเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตของ Westbrook and Marek (1992) ที่ว่า การมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งสามารถนำไปสู่การมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่องอื่นๆ ได้ เพราะลำดับของการสร้างมโนทัศน์ใดๆ ก็ตาม ต้องอาศัยหลายมโนทัศน์มาประกอบ รวมทั้งอาจเป็นเพราะมโนทัศน์เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์เป็นมโนทัศน์ที่มีรายละเอียดจำนวนมาก มีความซับซ้อน และเป็นนามธรรม จึงยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน

(Dikmenli, 2010) ทั้งนี้การส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หรือแก๊วมโนทัศน์คลาดเคลื่อนของนักเรียนในเรื่องที่เป็นนามธรรม มีความซับซ้อน อาจทำได้โดยนำแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ประกอบการอธิบายและอภิปราย ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เรียนรู้ได้มากยิ่งขึ้น (อารยา วัฒนกุล, จันทรพร พรหมมาศ และภัทรภร ชัยประเสริฐ, 2558)

ข้อเสนอแนะ

1. การที่นักเรียนยังขาดมโนทัศน์และมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ อาจส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือขาดมโนทัศน์ในเรื่องอื่นๆ ที่นักเรียนเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจระดับเซลล์ เป็นต้น ทั้งนี้เพราะในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ในทางชีววิทยาที่มีความซับซ้อนต้องอาศัยมโนทัศน์เรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์เป็นพื้นฐาน นอกจากนี้การตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนจัดการเรียนรู้ยังมีความจำเป็นและความสำคัญต่อการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งควรมีการวิเคราะห์สาเหตุของการขาดมโนทัศน์และการมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่องต่างๆ เพื่อป้องกันการเกิดมโนทัศน์คลาดเคลื่อนต่อไป

2. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยาย ถ่ายทอด หรือบอกเล่าความรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนจดจำเนื้อหาความรู้ในเรื่อง เซลล์และการแบ่งเซลล์ อาจยังไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นครูจึงควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้หรือรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และควรนำแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มาใช้สื่อการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เรียนรู้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเพื่อทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 26(2), 1-9.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- จิตติมา ตมหอม. (2553). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อการพัฒนามโนทัศน์และเจตคติต่อการเรียนเรื่องเซลล์และการแบ่งเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2554). มโนคติทางเลือกทางชีววิทยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมมาธิราช*. 4(1), 87-96
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สุภางค์ จันทวานิช. (2549). *การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อารยา ควัฒน์กุล, จันทรพร พรหมมาศ, และ ภัทรภร ชัยประเสริฐ. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 26(2), 42-55.
- อุษา นาคทอง, อีราพร อนันตะเศรษฐกุล, และ นฤมล ยุตาคม. (2550). มโนทัศน์เรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาสาร เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*. 28(1), 3-10.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). *The case for a constructivist classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Clement, P. (2007). Introducing the cell concept with both animal and plant cells: A historical and didactic approach. *Science & Education*. 16(3), 423-440.
- Crowther, D. T., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2005). Understanding the true meaning of nature of science. *Science and Children*. 43(2), 50-52.
- Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and Essays*. 5(2), 235 - 247
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *Science Teacher*. 70(6), 56-59
- Flick, L. B., & Lederman, N. G. (2006). *Scientific inquiry and nature of science*. Springer Printed in the Netherlands.

- Flores, F. (2003). Representation of the cell and its processes in high school students: An integrated view. *International Journal of Science Education*. 25(2), 269-286.
- Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(4), 331-359.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Westbrook, S. L., & Marek, E.A. (1992). A cross-age study of student understanding of concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 51-61.