

การจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร: กิจกรรมเพื่อการจัดการเรียนรู้ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

วรุฒิ ศรีโพธิ์¹ และสุภาพร พรไตร^{1,2*}

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และ ²ศูนย์วิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 34190

*E-mail: sporntrai@gmail.com

รับบทความ: 9 กันยายน 2557 ยอมรับตีพิมพ์: 15 พฤศจิกายน 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สํารวจวิธีการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (2) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ใช้การจำลองและ role-playing เป็นฐาน (3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียน และ (4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย (1) การสํารวจวิธีการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (2) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (3) การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรม โดยนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 31 คน เก็บข้อมูลด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ และ (4) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า (1) ในการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมครูเน้นการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย และนักเรียนมีการเรียนรู้แบบเชิงรับ (2) กิจกรรมนี้มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ 5E เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ และได้รับการประเมินว่ามีคุณภาพดีทั้งในด้านเนื้อหา ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรม และเครื่องมือประเมิน (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมายครูและนักเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ($p < .05$) และมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูงและปานกลาง ตามลำดับ และ (4) กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คำสำคัญ: การจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม พันธุศาสตร์

Dragon Genetics Simulation: Activity for Teaching Genetic Inheritance

Worawut Sripho¹ and Supaporn Porntrai^{1,2*}

¹Department of Biological Sciences, and ²Research and Innovation in Science Education Center,

Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

*E-mail: sporntrai@gmail.com

Abstract

This research aimed to (1) survey the teaching method used for teaching genetic inheritances; (2) develop learning activity for teaching genetic inheritances based upon simulation and role-playing; (3) study pre and post academic achievements including learning progression; and (4) study learners' satisfaction on learning activity. Research methodology comprised of (1) surveying teaching method that some teachers used for teaching genetic inheritances; (2) developing learning activity; (3) evaluating its effectiveness by implementing for two targeted groups which were a total of 38 grade 12 students and 31 science teachers, and data were collected from pretest and posttest using 6-item essay test; and (4) evaluating learners' satisfaction. The results showed that (1) for teaching genetic inheritance, lecture-based method was the general route used by teachers and students learned by passive learning.; (2) this activity was designed to be 5E inquiry cycle which allowed students themselves to build their own knowledge by active doing and was evaluated to have a good quality in contents, steps of activities and evaluation tools; (3) post-academic achievements of the targeted groups were significantly higher than pre-academic achievement ($p < .05$). Learning progression was at high level and medium level for teacher group and student group, respectively; and (4) the targeted groups were satisfied by this learning activity.

Keywords: Dragon Genetics Simulation, Genetic Inheritance, Genetics

บทนำ

นักวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาต่างเห็นตรงกันว่า พันธุศาสตร์เป็นหัวข้อที่มีความสำคัญมากในสังคมปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้าใจเกี่ยวกับจีโนมและการดัดแปลงพันธุกรรม (Tsui and Treagust, 2007) และโดยทั่วไปแล้วเรื่องราวต่าง ๆ ทางพันธุศาสตร์เกี่ยวข้องกับกระบวนการระดับต่าง ๆ ในเซลล์ที่ผู้เรียนมองไม่เห็น เช่น โปรตีน ยีน โครโมโซม ด้วยเหตุนี้พันธุศาสตร์จึงกลายเป็นเรื่องนามธรรมและผู้เรียนมองว่าเป็นเรื่องยากในการทำความเข้าใจ (Lewis and Wood-Robinson, 2000; Tsui and Treagust, 2007) อีกทั้งเมื่อเรียนแล้วยังคงมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในหลายประเด็นเกี่ยวกับ ยีน อัลลีล การแยกกันของโครโมโซม จีโนไทป์ฟีโนไทป์ และกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ประเด็น

เหล่านี้ถือเป็นเรื่องสำคัญในเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (Banet and Ayuso, 2000; Lewis and Kattmann, 2000; Lewis and Wood-Robinson, 2000)

Moore et al. (2012) รายงานว่า ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดหากได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในห้อง และในเนื้อหาที่ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นและเข้าใจด้วยตนเอง จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้กิจกรรม สื่อ หรือ รูปแบบการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง Wyn and Stegink (2000) และ Chinnici et al. (2004) พบว่า ผู้เรียนที่เรียนเรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิสผ่านกิจกรรม role-playing มีความเข้าใจในเรื่องนี้ดีกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้ทำกิจกรรมนี้ และยังมีรายงานว่ากิจกรรม role-playing ทำให้ผู้เรียนเกิดการ

เรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้นในเรื่องอื่น ๆ เช่น การสังเคราะห์โปรตีน (Ong, 2010) การรวมกลุ่มอย่างอิสระของยีน (Ray, 2008) ไกลโค-ไลซิสและวัฏจักรเครบส์ (Ross et al., 2008) การควบคุมการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Hudson, 2012) วิวัฒนาการและการคัดเลือกตามธรรมชาติ (Riechert, 2011) นอกจากนี้ครูผู้สอนบางท่านยังใช้กิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในลักษณะอื่น ๆ และให้ผลดีในทำนองเดียวกัน เช่น การเรียนรู้ผ่านเว็บ (web-based learning) การจำลอง (simulation) เกม (game) (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556; Galloway and Anderson, 2014; Honeycutt and Pierce, 2007; Johnson et al., 2012, Moore et al., 2012; Williams et al., 2012)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สืบหาวิธีการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (2) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะเรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” ที่ใช้การจำลองและ role-playing เป็นฐาน (3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ ความก้าวหน้าทางการเรียน และ (4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูท่านอื่น ๆ ต่อไป

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

1. ประดิษฐ์โครโมโซมด้วยไม้อัดกริม ดัดยีนบนไม้อัดกริมด้วยกระดาษสีต่างกัน กำหนดโครโมโซมร่างกายและโครโมโซมเพศของพ่อและแม่
2. กำหนดลักษณะจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของมังกรในโครโมโซมร่างกายและโครโมโซมเพศ
3. กำหนดโครโมโซมร่างกายให้ประกอบด้วย 2 คู่ โดยคู่ที่ 1 ดัดยีนด้วยกระดาษสีเขียว และคู่ที่ 2 ดัดยีนด้วยกระดาษสีเหลือง และโครโมโซมเพศ 1 คู่ โดยโครโมโซมแต่ละคู่จะได้ยีนรูปแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นยีนที่กำหนดลักษณะฟีโนไทป์ของมังกรแต่ละตัว
4. จำนวนของไม้อัดกริมขึ้นอยู่กับจำนวนผู้เรียน โดยมังกรแต่ละตัวจะได้ไม้อัดกริม 3 คู่ (โครโมโซมร่างกายสีเขียว 1 คู่ สีเหลือง 1 คู่ และโครโมโซมเพศ 1 คู่)
5. สร้างใบกิจกรรมและตารางบันทึกกิจกรรม (ภาพที่ 1)

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้เรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีการสัมภาษณ์ครูที่รับผิดชอบสอนในหัวข้อดังกล่าวจำนวน 10 ท่าน จาก 10 โรงเรียน

2. พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” ที่ใช้การจำลองและ role-playing เป็นฐาน โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด รวมทั้งแบบทดสอบและแบบประเมินความพึงพอใจ จากนั้นประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านพันธุศาสตร์และด้านการสอน จำนวน 3 ท่าน

3. ศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรม โดยนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทย์-คณิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในอำเภอภูสิงห์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 38 คน และครูผู้สอนสาระวิทยาศาสตร์ จำนวน 31 คน แบ่งเป็น 4 สาขาวิชา ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์บูรณาการ ที่เรียนวิชากิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ว่ากิจกรรมที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผู้เรียนที่เป็นนักเรียนที่ไม่เคยเรียนเรื่องนี้มาก่อน และครูที่ไม่เคยสอนเรื่องนี้สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังนี้

3.1 ทดสอบก่อนเรียน (20 นาที) โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ดังนี้

- | | |
|---------|---|
| ข้อ 1 | ทำไมลูกจึงมีหน้าตาไม่เหมือนพ่อแม่ทุกประการ |
| ข้อ 2 | ขั้นตอนใดของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม |
| ข้อ 3 | กำหนดให้พ่อมังกรมีจีโนไทป์เป็น WWLLAa และแม่มังกรมีจีโนไทป์เป็น WwLLAA |
| ข้อ 3.1 | พ่อมังกรสามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้กี่แบบ อะไรบ้าง |
| ข้อ 3.2 | แม่มังกรสามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้กี่แบบ อะไรบ้าง |
| ข้อ 3.3 | ลูกที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของมังกรคู่นี้มีจีโนไทป์กี่แบบ อะไรบ้าง |
| ข้อ 3.4 | ลูกที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของมังกรคู่นี้มีฟีโนไทป์กี่แบบ อะไรบ้าง |

3.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ (130 นาที)

3.3 ทดสอบหลังเรียน (20 นาที) โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

ลักษณะพันธุกรรมของมังกร – ถอดรหัส

โครโมโซม	แอลลีลเด่น	แอลลีลด้อย
ออโตโซมสีเขียว	W : มีปีก L : คอยาว และ หางยาว A : สีผิวปกติ C : สีผิวเป็นสีเขียวเข้ม*	w : ไม่มีปีก l : คอสั้น และ หางสั้น a : สีเผือก รวมไปถึงไม่มีเกล็ดที่ผิวหนัง c : สีผิวเป็นสีเขียวอ่อน
ออโตโซมสีเหลือง	F : ฟันไฟได้	f : ฟันไฟไม่ได้
	T และ t (ดูเพิ่มเติมด้านล่าง) R และ r (ดูเพิ่มเติมด้านล่าง)	
โครโมโซม X	H : มีนอตตรงจมูก	h : ไม่มีนอตตรงจมูก
โครโมโซม Y	M : เป็นเพศผู้ (ต้องมีหนามที่หาง)	

Incompletely dominant alleles (การข้ามไม่สมบูรณ์ของอัลลีล)

TT นิ้วเท้ามี ห้านิ้ว

Tt four-toed นิ้วเท้ามี สี่นิ้ว

tt three-toed นิ้วเท้ามี สามนิ้ว

RR lots of freckles* มีเกล็ดจำนวนมากให้วาดเกล็ด 10 อัน

Rr some freckles* มีเกล็ดปานกลางให้วาดเกล็ด 5 อัน

rr ไม่มีเกล็ด

หมายเหตุ

*ถ้ามังกรมีลักษณะเป็น aa เป็นผลทำให้ไม่ต้องระบายสีผิว สีผิวของมังกรจะให้ผิวสีขาว และไม่มีเกล็ด



(ก)

โครโมโซมร่างกาย มียีนควบคุมลักษณะปีก, คอ, สีผิว (แห่งสีเขียว)

จีโนไทป์		แอลลีล อยู่ใน		จีโนไทป์	ฟีโนไทป์		
แม่	พ่อ	ไข่	สเปิร์ม	ลูกมังกร	ลูกมังกร	แม่มังกร	พ่อมังกร

โครโมโซมร่างกาย มีการควบคุมลักษณะการฟันไฟ, นิ้วเท้า, เกล็ด (แห่งสีเหลือง)

จีโนไทป์		แอลลีล อยู่ใน		จีโนไทป์	ฟีโนไทป์		
แม่	พ่อ	ไข่	สเปิร์ม	ลูกมังกร	ลูกมังกร	แม่มังกร	พ่อมังกร

โครโมโซมเพศ

จีโนไทป์		แอลลีล อยู่ใน		จีโนไทป์	ฟีโนไทป์		
แม่	พ่อ	ไข่	สเปิร์ม	ลูกมังกร	ลูกมังกร	แม่มังกร	พ่อมังกร

(ข)

ภาพที่ 1 วัสดุอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรม

(ก) ใบกิจกรรมลักษณะจีโนไทป์แต่ละรูปแบบและฟีโนไทป์ และ (ข) ตารางบันทึกกิจกรรม

4. หลังจากจัดกิจกรรมแล้ว ประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมด้วยแบบวัดความพึงพอใจแบบอัตโนมัติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์บทสัมภาษณ์ครูและสรุปสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

2. วิเคราะห์แบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญและสรุปคุณภาพด้านเนื้อหาและขั้นตอนการจัดกิจกรรม ตลอดจนความเหมาะสมของคำถามในแบบทดสอบและแบบประเมินความพึงพอใจ

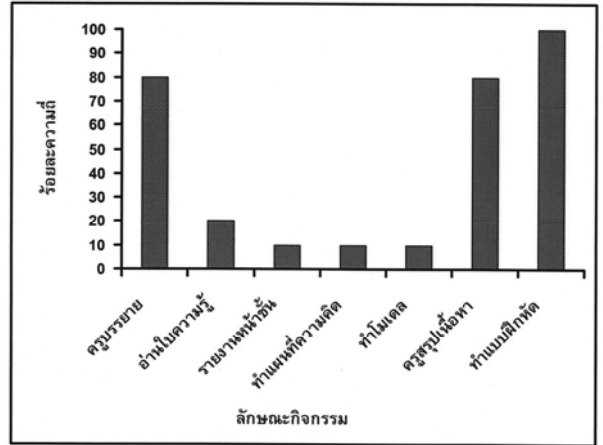
3. วิเคราะห์คะแนนสอบเป็นรายข้อ หาค่าร้อยละของผู้เรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่น้อยกว่า 75% หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ของค่าเฉลี่ยนั้น โดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มเป้าหมายไม่อิสระ (*t-test for dependent samples*) ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยการหาค่าดัชนีความก้าวหน้า (normalized gain)

4. วิเคราะห์แบบวัดความพึงพอใจโดยพิจารณาจากข้อเขียนว่าผู้เรียนพึงพอใจต่อกิจกรรมหรือไม่

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. สภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้เรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม

จากการสัมภาษณ์ครูสอนวิชาชีววิทยาจำนวน 10 ท่าน ซึ่งเป็นตัวแทนจาก 10 โรงเรียน ได้ข้อสรุปดังภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่า หากแบ่งการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นนำ ชั้นสอน และชั้นสรุป ในชั้นสอนครูส่วนใหญ่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย มุ่งเน้นการให้ความรู้แบบครูดอຍប៉ោន เน้นการถ่ายทอดความรู้ ไม่ถ่ายทอดความคิด เน้นการท่องจำ ไม่นำไปสู่การคิด การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้เป็นแบบการเรียนรู้เชิงรับ (*passive learning*) ไม่เอื้อให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2549; ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2543) ในชั้นสรุป ครูส่วนใหญ่เป็นผู้สรุปให้นักเรียนฟัง และวัดความเข้าใจด้วยการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในลักษณะต่าง ๆ ตัวอย่างบทสัมภาษณ์ครู (ชื่อครูเป็นนามสมมติ) เป็นดังนี้



ภาพที่ 2 วิธีการจัดการเรียนรู้ในชั้นสอนและชั้นสรุป วิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม”

ครูหนึ่ง: “... สอนโดยการแจกใบความรู้ให้เด็กได้อ่าน ให้นักเรียนมาสรุปหน้าชั้นเรียน มีการทำโจทย์แบบฝึกหลาย ๆ ลักษณะ สุดท้ายนักเรียนต้องสรุปเป็นแบบ mind map ไม่มีเกม หรือกิจกรรมเข้ามาแทรก นักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจหลักการถ่ายทอดของเมนเดล เพราะส่วนใหญ่เป็นนามธรรม...”

ครูสาม: “...รูปแบบการสอนส่วนใหญ่เป็นการอธิบายด้วยภาพ การใช้ภาพเคลื่อนไหว และการอธิบายบนกระดาน ยังไม่มีกิจกรรมที่มาช่วยเสริมความเข้าใจของนักเรียน มีการทำแบบฝึกหัดหลังเรียน...”

ครูห้า: “...ส่วนใหญ่รูปแบบการสอนเป็นการบรรยาย ให้นักเรียนได้อธิบายกฎต่าง ๆ ของเมนเดล โดยมีใบงานให้นักเรียนทำได้ ทำฝึกทำโจทย์หลาย ๆ ลักษณะ เพื่อที่จะให้นักเรียนได้นำไปใช้ในการสอบเข้ามหาวิทยาลัย สำหรับกิจกรรม หรือเกมที่มาเสริมความเข้าใจยังมี...”

ครูหก: “...รูปแบบการสอนเน้นการอธิบายเพราะเรื่องนี้นักเรียนจะต้องเข้าใจกฎข้อที่ 1 และ ข้อที่ 2 ของเมนเดล โดยมีภาพวาดประกอบบนกระดาน โดยสอนทีละขั้นตอนแบบช้า ๆ ให้นักเรียนได้เข้าใจ ยังไม่มีรูปแบบวิธีการสอนใหม่ ๆ เข้ามาช่วยสอน ส่วนใหญ่เน้นเนื้อหาเป็นหลัก...”

ครูแปด: “...จะสอนแบบบรรยายเหมือนในมหาวิทยาลัย ให้นักเรียนได้จับบันทึกบนกระดานที่ครูสอน บอกกฎและทฤษฎีให้นักเรียนโดยตรง มีการโต้ตอบ และ

การใช้คำถาม เมื่อครูบรรยายเสร็จแล้วจะให้นักเรียน
ทำแบบฝึกหัด โจทย์ข้อสอบ...”

2. กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม”

กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ประมาณ 2 ชั่วโมง มีลักษณะเป็นแบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ที่ใช้การจำลองพันธุศาสตร์ของมังกรและ role-playing เป็นฐาน เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ครูเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสืบเสาะของผู้เรียน วิธีดำเนินกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ผู้เรียนดูวิดีโอทัศน์และรูปภาพมังกรและบอกลักษณะของมังกร ผู้เรียนดูภาพพ่อแม่มังกร แม่มังกร และลูกมังกร ครูคำถามว่า “ลูกมังกรที่เกิดจากพ่อแม่เดียวกันมีหน้าตาเหมือนกันหรือไม่ เป็นเพศเดียวกันทั้งหมดหรือไม่ เป็นเพราะเหตุใด” ให้ผู้เรียนคิดเดี่ยว คิดคู่ และคิดกลุ่ม (Think-Pair-Share) แล้วนำความคิดเห็นกลุ่มไปติดไว้บนกระดาน ครูคำถามต่อไปว่า “หากสมมุติเราเองเป็นพ่อแม่มังกรและแม่มังกร ลูกของเราจะมีลักษณะใดบ้าง” ผู้เรียนแต่ละคนคาดเดาลักษณะลูกของตนเอง

2.2 ขั้นสำรวจตรวจสอบ (exploration) มีลำดับกิจกรรม ดังนี้

1) กำหนดให้ผู้เรียนครึ่งหนึ่งเป็นมังกรเพศผู้ และอีกครึ่งหนึ่งเป็นเพศเมีย มังกรแต่ละตัวมีโครโมโซม 3 คู่ ($2n = 6$) แบ่งเป็นโครโมโซมร่างกาย 4 แท่ง และโครโมโซมเพศ 2 แท่ง (เพศผู้เป็น XY และเพศเมียเป็น XX)

2) ผู้เรียนแต่ละคนออกมาสุ่มหยิบไม้อีสุกริมให้ถูกต้องครบถ้วนตามที่ชี้แจงไปในข้อ 1 เมื่อกลับไปยังที่นั่งให้แต่ละคนเขียนสภาพของยีน (จีโนไทป์) และลักษณะที่แสดงออก (ฟีโนไทป์) ลงในกระดาษ และสุ่มถามผู้เรียน

3) ผู้เรียนซึ่งเป็นมังกรเจริญวัยในแต่ละเพศเริ่มบินหาคู่ โดยเพศผู้ให้กางปีก ทำแขนเหยียดตรง ส่วนเพศเมียให้กางปีก ทำแขนงอเข้าเล็กน้อย เมื่อพบเพศตรงข้ามที่ต้องตาต้องใจให้พูดคุยสนทนาทำความเข้าใจกัน

4) เมื่อได้คู่แล้วให้ผู้เรียนแต่ละคนสุ่มเลือกไม้อีสุกริมของตนเองมา 3 แท่ง โดยแต่ละแท่งให้มาจากคนละคู่กัน จากนั้นวางไม้อีสุกริมที่เลือกแล้วลงข้างกัน และกำหนดให้ไม้อีสุกริมที่มาจากมังกรเพศผู้เป็นโครโมโซมที่อยู่ในอสุจิ ($n = 3$ โครโมโซมเพศอาจเป็น X หรือ Y) ไม้อีสุกริม

ที่มาจากมังกรเพศเมียเป็นโครโมโซมที่อยู่ในไข่ ($n = 3$ โครโมโซมเพศเป็น X)

5) ผู้เรียนแต่ละคู่บันทึกจีโนไทป์และฟีโนไทป์ที่แสดงออกของเซลล์สืบพันธุ์ลงในตารางบันทึกผล และทำการปฏิสนธิเซลล์สืบพันธุ์นั้น ผู้เรียนบันทึกจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกมังกร พร้อมวาดรูปบรรยายสีให้สวยงามตามลักษณะที่กำหนดไว้

6) ให้ผู้เรียนแต่ละคู่สุ่มหยิบไม้อีสุกริมและทำตามขั้นตอนข้อ 4 และ 5 อีกครั้ง ดังนั้นมังกรแต่ละคู่จะมีลูก 2 ตัว

7) ให้ผู้เรียนแต่ละคู่นำเสนอลูกมังกรของตนเองต่อชั้นเรียน

2.3 ขั้นสร้างคำอธิบาย (explanation) ให้ผู้เรียนแต่ละคู่ช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

1) ลูกแต่ละตัวมีลักษณะเป็นอย่างไร เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

2) ลูกทั้ง 2 ตัวเหมือนหรือต่างกับพ่อแม่อย่างไร มีลักษณะตรงกับที่พ่อแม่คาดหวังไว้หรือไม่

3) ความแตกต่างกันระหว่างลูกทั้ง 2 ตัว และระหว่างลูกกับพ่อแม่เกิดขึ้นในขั้นตอนใดของการเล่นเกม หรือช่วงชีวิตใดของพ่อแม่

2.4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) ผู้เรียนแต่ละคู่สืบค้นข้อมูล และช่วยกันตอบคำถามต่อไปนี้

1) โครโมโซมของพ่อหรือแม่ในตอนเริ่มแรกที่อยู่กันเป็นคู่เรียกว่าอะไร

2) โครโมโซมแต่ละคู่ของพ่อหรือแม่แยกออกจากกันในช่วงใด เกี่ยวข้องกับกฎของเมนเดล อย่างไร

3) ความแตกต่างระหว่างลูกทั้งสองตัว และระหว่างลูกกับพ่อแม่สอดคล้องกับกฎของเมนเดลอย่างไร

4) คำศัพท์เหล่านี้มีความหมายอย่างไร (gamete, diploid, haploid, complete dominant, incomplete dominant, homologous chromosomes, alleles, genotype, phenotype, homozygous, heterozygous, dominant, recessive และ X-linked recessive allele (and/or sex-linked trait))

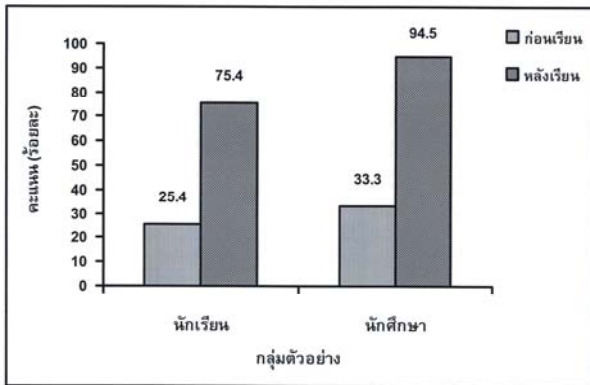
2.5 ขั้นประเมินผล (evaluation) สุ่มผู้เรียนบางคู่ออกมานำเสนอผลการค้นคว้าในข้อ 2.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ผลการวิเคราะห์แบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้นี้มีเนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่กระชับ ลำดับการจัดการเรียนรู้ได้ดี ในส่วนของคำถามแบบทดสอบและแบบประเมินความพึงพอใจผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเห็นว่ามีเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้

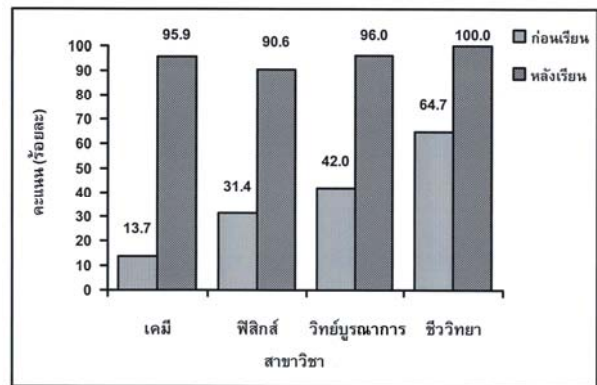
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียน

จากการวิเคราะห์คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 75.4 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (25.4%) ($p < .05$) ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของครูกลุ่มเป้าหมายมีค่าเท่ากับ 94.5% สูงกว่าคะแนน

เฉลี่ยก่อนเรียน (33.3%) ($p < .05$) เช่นกัน (ภาพที่ 3ก) เมื่อแยกพิจารณาคะแนนของครูกลุ่มเป้าหมายตามสาขาวิชา ได้แก่ เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์บูรณาการ พบว่า ทุกกลุ่มมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูง (ภาพที่ 3ข) ทั้งนี้ในนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีผู้ได้คะแนนผ่านเกณฑ์จำนวน 57.9% ส่วนในครูกลุ่มเป้าหมายมีผู้ได้คะแนนผ่านเกณฑ์จำนวน 93.5% (ภาพที่ 4) สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Williams et al. (2012) และ Galloway and Anderson (2014) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมนี้ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น เกิดความสนใจและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน (สุภาพร พรไตร, 2557; Honeycutt and Pierce, 2007; Moore et al., 2012) มีความเข้าใจในการเรียนมากขึ้นและมีความสุขสนุกสนาน (Chinnici et al., 2004)

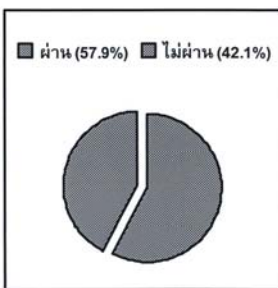


(ก)

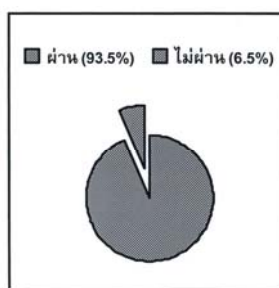


(ข)

ภาพที่ 3 คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (ก) จำแนกตามประเภทของกลุ่มตัวอย่าง (ข) จำแนกตามสาขาวิชาของกลุ่มตัวอย่างครู



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง (ก) นักเรียน และ (ข) ครูที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75

จากการพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนทั้งชั้นมีดัชนีความก้าวหน้าอยู่ระหว่าง 0.40-0.92 (ภาพที่ 5ก) คิดเป็นค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 0.67 อยู่ในระดับกลาง (medium gain) สำหรับกลุ่มครู พบว่า ทั้งชั้นมีดัชนีความก้าวหน้าอยู่ระหว่าง 0.30-1.00 (ภาพที่ 5ข) คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 อยู่ในระดับสูง (high gain) กล่าวได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้นี้มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ($<g> \geq 0.5$) ส่งเสริมให้นักเรียนทั้งเพศชายและเพศหญิง (ภาพที่ 5ค) ครูที่สอนในสาขาวิชาต่างกันมีความก้าวหน้าทางการเรียนใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 5ง)

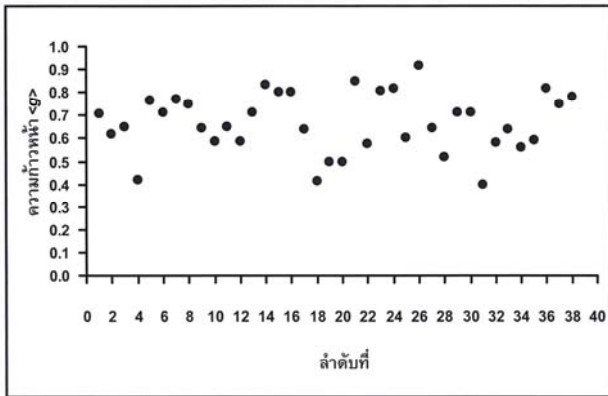
4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายสามารถปฏิบัติกิจกรรมและบันทึกผลลงตารางกิจกรรมได้ถูกต้อง สร้างลูกมั่งกรได้ และมีความคิดเห็นว่าเป็นกิจกรรมที่ดี ทำให้นักเรียนมีปฏิ-

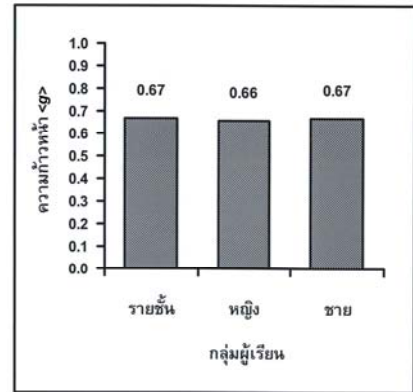
สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน สนุกสนานไม่น่าเบื่อ ทำให้เข้าใจ เรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” ได้ง่ายขึ้น

ครูกลุ่มเป้าหมายมีความคิดเห็นโดยสรุปว่า “เป็นกิจกรรมที่สามารถสื่อถึงความเข้าใจเรื่องการสืบพันธุ์ การแบ่งเซลล์ และการถ่ายทอดลักษณะของพันธุกรรม นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ และมีความคงทนของความรู้ ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ทำให้ผู้เรียน

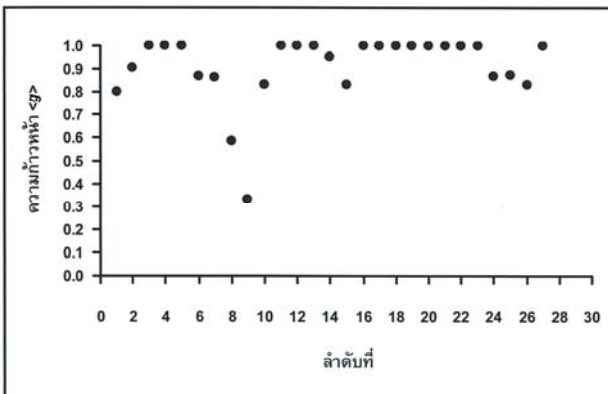
เข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายและรวดเร็ว วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้หาได้ง่าย ทำให้เห็นภาพชัดเจน มีความสนุกสนานตั้งแต่ต้นตลอดเวลาระหว่างทำกิจกรรม มีการสร้างแรงจูงใจด้วยการเสริมแรงทางบวกให้รางวัลสำหรับให้นักเรียนได้ทำชิ้นงานออกมาได้สวยงาม ตัวอย่างความคิดเห็นของครู (ชื่อครูเป็นนามสมมติ) เป็นดังนี้



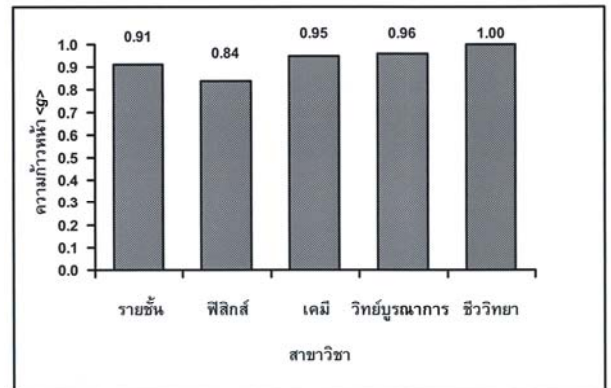
(ก)



(ค)



(ข)



(ง)

ภาพที่ 5 ดัชนีความก้าวหน้าในการเรียน (ก) กลุ่มตัวอย่างนักเรียนแบบรายบุคคล (ข) กลุ่มตัวอย่างครูแบบรายบุคคล (ค) กลุ่มตัวอย่างนักเรียนแบบรายชั้นและแบบแยกเพศ (ง) กลุ่มตัวอย่างครูแบบรายชั้นและแบบแยกตามสาขาวิชา

ครู A “... เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี ...”

ครู B “... เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้เด็กได้ลงมือปฏิบัติจริง ปฏิบัติเองจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น และยังมีกิจกรรมการวาดภาพระบายสี (ภาพที่ 6) ทำให้ผู้เรียนผ่อนคลาย และสนุกกับการเรียนวิชาชีววิทยามากขึ้น ตื่นเต้นตลอดเวลา ไม่น่าเบื่อ ดีกว่าการฟังแบบบรรยาย ...”

ครู C “... กิจกรรมการเรียนรู้จัดได้ดีมาก เนื่องจากมีสื่อการเรียนรู้ ใบกิจกรรม มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ดี นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้ลงมือทำผลงาน มีการนำเสนอผลงาน และได้เรียนรู้และได้ความรู้อย่างยิ่งยืน...”

ครู D “... เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจด้วยตนเองดีมาก และมีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกคน เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนมากขึ้นทำให้นักเรียนมีมิติทางสังคม ...”

ครู G “... เป็นกิจกรรมที่สามารถอธิบายในสิ่งที่นักเรียนไม่สามารถมองเห็นได้จริงได้เห็นภาพชัดเจน ทำให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น เกิดความสนใจ และนักเรียนสามารถ

เรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกิจกรรมที่มีการประยุกต์ใช้วัสดุหาง่าย (แท่งไอศกรีม) มาแทนโครโมโซม ทำให้เห็นภาพชัดเจน...”

ลูกมังกรน้อยของเรา



ภาพที่ 6 ภาพลูกมังกรที่ได้จากการทำกิจกรรม

สรุปผลการวิจัย

1. วิธีการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม แบ่งการจัดการเรียนรู้ออกเป็น ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป ในขั้นสอนครูเน้นการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ส่วนในขั้นสรุปครูส่วนใหญ่เป็นผู้สรุปให้นักเรียนฟัง และวัดความเข้าใจในการเรียนด้วยการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือโจทย์ในลักษณะต่าง ๆ

2. กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม” โดยใช้กิจกรรมการจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร มีลักษณะการจัดการเรียนรู้เป็นแบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ 5E เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่กระชับ ลำดับการจัดการเรียนรู้ได้ดี คำถามในแบบทดสอบและแบบประเมินความพึงพอใจมีความเหมาะสม

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของครูและนักเรียนกลุ่มเป้าหมายสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ($p < .05$) โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 94.5% และ 75.4% และมีความก้าวหน้าในการเรียนอยู่ในระดับสูงและปานกลาง ตามลำดับ

4. กลุ่มเป้าหมายทุกคนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการจำลองพันธุศาสตร์ของมังกร

ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ใกล้ตัวผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจมากยิ่งขึ้น
2. ควรมีลักษณะจีโนไทป์ที่หลากหลายทำให้ผู้เรียนสามารถทำชิ้นงานให้สวยงาม
3. อาจให้ผู้เรียนจับคู่ลูกรุ่นที่ 1 (F_1) เพื่อให้กำเนิดลูกรุ่นที่ 2 (F_2) ครูสามารถเพิ่มเติมเนื้อหาเกี่ยวกับ “Punnett squares and Mendelian ratios” เพื่อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์เกี่ยวกับจีโนไทป์และฟีโนไทป์ของลูกรุ่นที่ 2 ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2549). รายงานการสังเคราะห์แนวคิดและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริม

- ทักษะการคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ไพฑูริย์ สีนลรัตน์. (2543). ข้ออ่อนด้อยของงานวิชาการในระบบอุดมศึกษาไทย. *อนุสารอุดมศึกษา* 26(261): 14-17.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ 4(1): 55-63.
- สุภาพร พรไตร. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ 5(1): 11-20.
- Banet, E., and Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education* 84: 313-351.
- Chinnici, J. P., Yue, J. W., and Torres, K. M. (2004). Students as "human chromosomes" in role-playing mitosis and meiosis. *The American Biology Teacher* 66(1): 35-39.
- Galloway, K., and Anderson, N. (2014). Cootie genetics: Simulating Mendel's experiments to understand the law of inheritance. *The American Biology Teacher* 76(3): 189-193.
- Honeycutt, B. B., and Pierce, B. A. (2007). Illustrating probability in genetics with hands-on learning: Making the math real. *The American Biology Teacher* 69(9): 544-551.
- Hudson, M.L. (2012). Easy, cheap, fun: Role-play on endocrine regulation and negative feedback. *The American Biology Teacher* 74(9): 644-646.
- Johnson, N. L., Lang-Walker, R., Fail, J. L., and Champion, T. D. (2012). A student activity that simulates evolution. *The American Biology Teacher* 66(1): 35-39.
- Lewis, J., and Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: Re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education* 26: 195-206.
- Lewis, J., and Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance – Do students see any relationship? *International Journal of Science Education* 22: 177-195.
- Moore, D., Holbrook, C. T., Meadows, M. G., and Taylor, L. A. (2012). The mating game: A classroom activity for undergraduates that explores the evolutionary basis of sex roles. *The American Biology Teacher* 74(9): 648-651.
- Ong, B. (2010). A play of protein synthesis in the classroom. *The American Biology Teacher* 72(9): 564-566.
- Ray, D. L. (2008). Demonstrating independent assortment of chromosomes, square dance Style. *The American Biology Teacher* 70(7): 394-394.
- Riechert, S. E., Leander, R. N., and Lenhart, S. M. (2011). The role-playing exercise that demonstrate the process of evolution by natural selection: Caching squirrels in a world of pilferers. *The American Biology Teacher* 73(4): 208-212.
- Ross, P. M., Tronson, D. A., and Ritchie, R. J. (2008). Increasing conceptual understanding of glycolysis and Krebs cycle using role-play. *The American Biology Teacher* 70(3): 163-168.
- Tsui, C. Y., and Treagust, D. F. (2007). Understanding genetics: Analysis of secondary school students' conceptual status. *Journal of research in Science Teaching* 44: 205-235.
- Williams, M., Montgomery, B. L., and Manokore, V. (2012). From phenotype to genotype: exploring middle school students' understanding of genetics inheritance in a web-based environment. *The American Biology Teacher* 74(1): 35-40.
- Wyn, M. A., and Stegink, S. J. (2000). Role-playing mitosis. *The American Biology Teacher* 62(5): 378-381.