

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง เป็นการวิจัยแบบผสมผสานระหว่างเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์ คือ

- 1. เพื่อศึกษาการคิดวิเคราะห์ โดยการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
 - 2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ
- ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์

ทดสอบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ได้ผลดังนี้

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับคะแนนการคิดวิเคราะห์ด้านหลักการของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

	$\bar{X}$	SD.	t	Sig.
หลังเรียน	5.38	1.15	15.43	0.000 *
ก่อนเรียน	1.50	0.90		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 df = 39

จากตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ด้านหลักการพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 0.90 ขณะที่ค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 5.38 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 1.15



ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับคะแนนการคิดวิเคราะห์
ด้านความสำคัญของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

	$\bar{X}$	SD.	t	Sig.
หลังเรียน	5.88	0.76	17.67	0.000 *
ก่อนเรียน	1.85	1.49		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 df = 39

จากตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 1.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 1.49 ขณะที่ค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 5.88 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 0.76

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับคะแนนการคิดวิเคราะห์
ด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

	$\bar{X}$	SD.	t	Sig.
หลังเรียน	6.33	1.49	18.21	0.000 *
ก่อนเรียน	2.05	0.76		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 df = 39

จากตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 2.05 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 0.76 ขณะที่ค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 6.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 1.49

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับคะแนนการคิดวิเคราะห์โดยภาพรวมของนักเรียนก่อนและหลังเรียน

	$\bar{X}$	SD.	t	Sig.
หลังเรียน	17.59	3.31	22.02	0.000 *
ก่อนเรียน	5.68	1.77		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 df = 39

จากตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5.68 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 1.77 ขณะที่ค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 17.59 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 3.31

หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ พิจารณาได้ว่าในแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนนั้น ได้ออกแบบมีตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก นักเรียนต้องให้เหตุผลในการเลือกคำตอบด้วยจึงจะได้คะแนน เพื่อวิเคราะห์เหตุผลในการตอบว่านักเรียนเข้าใจหลักการ ความสำคัญและความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอหรือไม่ พบว่านักเรียนทำ

การทำแบบทดสอบก่อนเรียน นักเรียนบางส่วนสามารถเลือกคำตอบที่ถูกต้องแต่ไม่สามารถให้เหตุผลประกอบได้ แต่เมื่อนักเรียนเรียนด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์แล้วนักเรียนสามารถให้เหตุผลในการตอบได้อย่างมีเหตุผล ดังตัวอย่างนักเรียนเมย์

1. หากนักเรียนเป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจ นักเรียนจะให้ข้อมูลผู้ต้องสงสัยกับคณะลูกขุนอย่างไร(วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
- ก. ผู้ต้องสงสัยทั้งหมดไม่ใช่ฆาตกร ☒ มีฆาตกรอยู่หนึ่งคน
- ค. มีฆาตกรมากกว่าหนึ่งคน ☐ ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่เกิดเหตุเป็นของผู้ตาย
- เหตุผลเพราะ

ภาพ 9 แสดงการตอบคำถามก่อนเรียน ของนักเรียนเมย์

1. หากนักเรียนเป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจ นักเรียนจะให้ข้อมูลผู้ต้องสงสัยกับคณะลูกขุนอย่างไร(วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
- ก. ผู้ต้องสงสัยทั้งหมดไม่ใช่ฆาตกร ☒ มีฆาตกรอยู่หนึ่งคน
- ค. มีฆาตกรมากกว่าหนึ่งคน ☐ ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่เกิดเหตุเป็นของผู้ตาย
- เหตุผลเพราะ

คนที่ 6 คือลูกคนแรกที่เกิดมา

ภาพ 10 แสดงการตอบคำถามหลังเรียน ของนักเรียนเมย์

ผลการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างเรียน ด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์

เป็นการประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างเรียน โดยเป็นการประเมินจากชิ้นงาน ผลงานของนักเรียนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม มีเกณฑ์ตัดสินคะแนนเป็นรูปรีดที่ผู้วิจัยตั้งขึ้นมา ดังนี้

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนระหว่างเรียน

แผนที่		คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD.
1	เอนไซม์ตัดจำเพาะ	8	6.05	1.54
2	การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ	8	7.70	0.72
3	ยีนบำบัด	8	7.00	1.01
4	GMOs	8	7.35	0.95
5	มาตรการคว่ำบาตร ตอนตรวจที่เกิดเหตุ	40	36.73	4.13
6	มาตรการคว่ำบาตร ตอนตรวจพิสูจน์พยานวัตถุ	40	37.05	2.72
รวม		112	101.88	
ร้อยละ		100	90.96	

จากตาราง 7 การประเมินการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างเรียนทุกแผนการจัดการเรียนรู้ นำผลคะแนนที่ได้หาค่าเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนแปลงเป็นจำนวนเต็มร้อยละได้ 90.96 คะแนน แล้วนำไปเทียบกับตารางแปลผลพบว่าอยู่ในระดับการคิดวิเคราะห์ที่สูงมาก

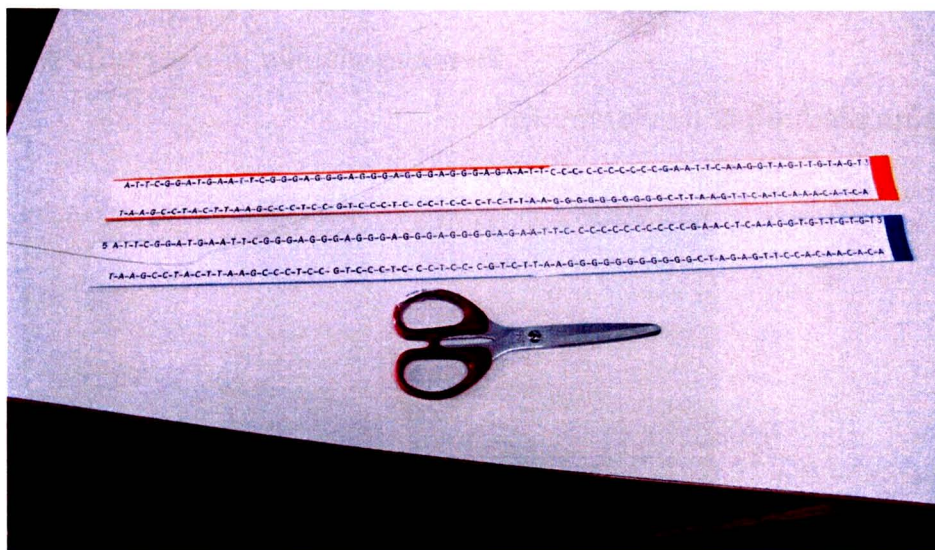
ในการจัดการเรียนรู้เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้จัดแบ่งการเรียนรู้เพื่อเรียนรู้เนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เป็นการสร้างสถานการณ์เกี่ยวกับคดีฆาตกรรมให้นักเรียนรับบทบาทสมมติและต้องใช้ความรู้เรื่องเทคโนโลยีเพื่อวิเคราะห์เหตุการณ์ หาความสัมพันธ์เชื่อมโยงเหตุการณ์กับพยานวัตถุที่เกิดเหตุ การลำดับเหตุการณ์ก่อนหลัง การตรวจพิสูจน์พยานวัตถุเพื่อหาตัวคนร้ายและระบุตัวผู้ตาย ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรูปแบบที่นักเรียนจะต้องแสดงการคิดวิเคราะห์ออกมาถึงจะสามารถทำกิจกรรมที่ผู้วิจัยออกแบบมาได้ การวิจัยในขั้นตอนนี้ นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการคิดวิเคราะห์เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอระหว่างการเรียนรู้ ซึ่งเก็บข้อมูลจาก การสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์นักเรียน และผลงานนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำเสนอการคิดวิเคราะห์แยก 3 ด้าน ดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ ด้านหลักการ

คือนักเรียนสามารถหาหลักการการทำงานของเอนไซม์ตัดจำเพาะ การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ การทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอ การทำยีนบำบัด การตรวจห่มูลเลือด โครมาโทกราฟี ว่าทำงาน

ได้อย่างไรจากการปฏิบัติกิจกรรมสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 กิจกรรม พบว่านักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ด้านหลักการ ดังตัวอย่างดังนี้

การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเรื่องเอ็นไซม์ตัดจำเพาะ กิจกรรมนี้จะสร้างสถานการณ์จำลองให้นักเรียนรับบทบาทเป็นเจ้าหน้าที่นิติวิทยาศาสตร์ ต้องเลือกใช้เอ็นไซม์ตัดจำเพาะที่ผู้วิจัยกำหนดมาให้ 4 ชนิด เพื่อตัดสายดีเอ็นเอของชาย 2 คนให้เป็นท่อนๆ แล้วนำท่อนดีเอ็นเอไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค RFLP ดังภาพ



ภาพ 11 กิจกรรมเอ็นไซม์ตัดจำเพาะ

สถานการณ์จำลองนี้ ทดสอบนักเรียนเกี่ยวกับหลักการทำงานของเอ็นไซม์ตัดจำเพาะว่ามีการทำงานอย่างไร แต่ละชนิดทำงานต่างกันอย่างไร พบว่านักเรียนสามารถเลือกชนิดเอ็นไซม์ที่ตัดตำแหน่งของสายดีเอ็นเอได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างของนักเรียนเจ๊บบ ดังนี้

1. เหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้เอ็นไซม์ตัดจำเพาะชนิดนี้เพราะนักเรียนหลักการคิดอย่างไร

(วิเคราะห์ด้านหลักการ)

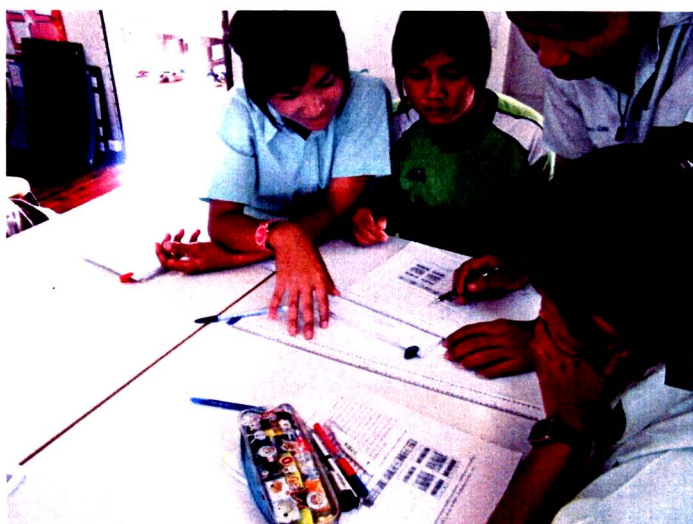
..... ลำดับเบส ที่สามารถตัดได้ใหม่ ชื่อ EcoRI สามารถตัดได้
..... ลำดับเบส G-A แต่มัน ลำดับเบส 6 คู่ จึงตัดได้พอดี

ภาพ 12 แสดงผลงานของนักเรียนเจ๊บบ เรื่องตัดเอ็นไซม์ตัดจำเพาะ

จากการสังเกตและบันทึกผลหลังสอนรวมถึงผลงานของนักเรียน เรื่องเอ็นไซม์ตัดจำเพาะพบว่าในขั้นการดำเนินกิจกรรมที่ 1.1 นักเรียนจะต้องรู้หลักการทำงานของเอ็นไซม์ตัดจำเพาะว่าทำงานอย่างไรและตัดสายดีเอ็นเอให้ถูกตำแหน่ง ซึ่งนักเรียนจะต้องเข้าใจการทำงานของเอ็นไซม์ตัดจำเพาะ การสรุปและตัดสินใจเลือกชนิดเอ็นไซม์ที่สามารถตัดสายดีเอ็นเอของชายทั้งสองคนได้ จากการสนทนาของนักเรียนไม่คั่งการอภิปรายของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ดังนี้

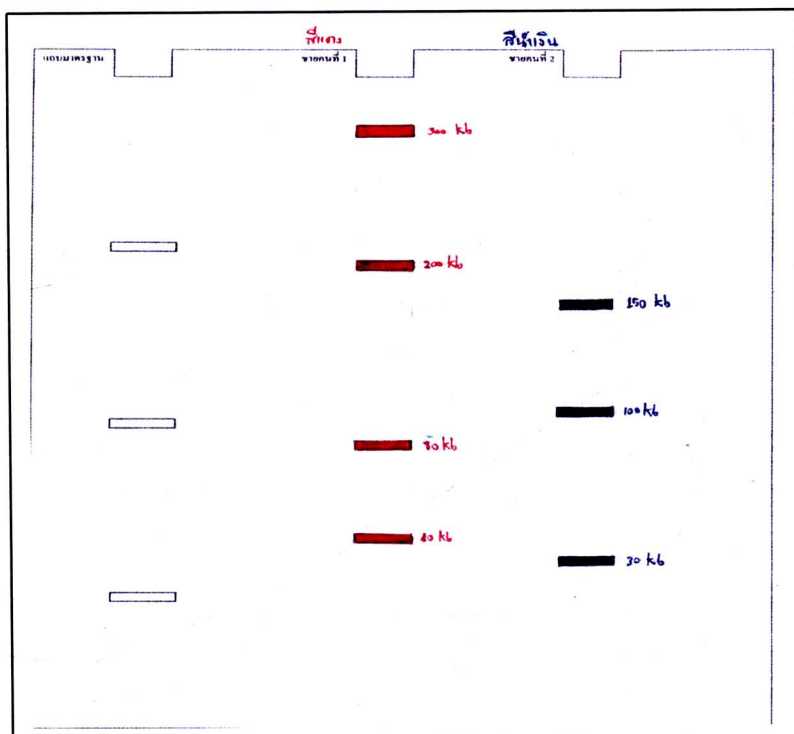
...เธอต้องดูจุดตัดเบสของเอ็นไซม์แต่ละชนิดไม่เหมือนกัน และก็มีลำดับเบสที่มันจดจำในการอ่านไม่เหมือนกันนะดูตารางซิ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนไม่คั่งแบบมีส่วนร่วม)



ภาพ 13 แสดงนักเรียนกลุ่ม 3 ช่วยกันวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตัดของเอ็นไซม์ตัดจำเพาะที่จะสามารถตัดสายดีเอ็นเอของชายสองคนได้

นักเรียนต้องเข้าใจหลักการทำงานของเทคนิคการทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอด้วยจึงจะสามารถทำกิจกรรมนี้ถูกต้องจากการตรวจผลงานนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจหลักการทำงานของเทคนิค RFLP จำลองในกระดาษโดยสามารถเรียงลำดับขนาดท่อนดีเอ็นเอที่ต่างกันได้ถูกต้องดังตัวอย่างชิ้นงานนักเรียนกลุ่ม 3



ภาพ 14 แสดงผลงานของนักเรียนกลุ่ม 3 กิจกรรมการทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอจำลอง

นักเรียนแยกส่วนประกอบของเนื้อเยื่อและเลือดได้ว่าประกอบด้วยเซลล์ในเซลล์มีดีเอ็นเออยู่ จนนักเรียนสามารถสรุปเป็นหลักการในการวิเคราะห์หาผู้ร้ายได้จากดีเอ็นเอ ดังตัวอย่างของนักเรียนหนึ่ง ดังนี้

...ในเลือดน้ำเลือด เม็ดเลือดแดงเม็ดเลือดขาวครับ แต่ดีเอ็นเออยู่ในนิวเคลียสของเม็ดเลือดขาว เพราะเม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียสครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนหนึ่ง แบบมีส่วนร่วม)

มีความเข้าใจหลักการเก็บพยานวัตถุขึ้นใดที่สามารถตรวจดีเอ็นเอได้ รวมถึงเข้าใจหลักการตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอ จนนักเรียนสามารถวิเคราะห์สรุปผลหาตัวผู้ร้ายพร้อมให้เหตุผลได้ดังผลงานนักเรียน

1. จงวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

code 01, code 02 เป็นเส้นของพ่อ, code 03 และ code 06
มี DNA ที่ตรงกันกับ DNA เป็นเส้นของแม่

ภาพ 15 แสดงผลงานของนักเรียนจิ เรื่องการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องยีนบำบัด มีรูปแบบกิจกรรมเป็นคดีฆาตกรรมนายแพทย์ที่เสียชีวิตด้วยอาวุธปืน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรักษาโรคมะเร็งด้วยยีนบำบัดให้กับลูกมหาเศรษฐี ต่อมาคนไข้ตายจากการทำยีนบำบัด ซึ่งมีผู้รับมรดกต่อจากลูกมหาเศรษฐีคือภรรยาใหม่ของมหาเศรษฐี ตำรวจพบหลักฐานเป็นลายนิ้วมือแฝงอยู่ที่แก้วน้ำห้องรับแขกบ้านของผู้ตาย นอกนั้นไม่พบหลักฐานใดเลย ตำรวจได้ส่งลายนิ้วมือแฝงและลายนิ้วมือผู้ต้องสงสัยขอให้นักเรียนวิเคราะห์ลายนิ้วมือแฝงว่าตรงกับผู้ต้องสงสัยหรือไม่ และวิเคราะห์การทำยีนบำบัดสามารถทำให้คนเสียชีวิตได้อย่างไร จากกิจกรรมนี้สามารถวิเคราะห์การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนด้านหลักการทำงานของยีนบำบัด หลักการของยีนบำบัดต้องมียีนประกอบใดบ้างและทำงานกันได้อย่างไร จากการสัมภาษณ์นักเรียนป้อย และดาตอบว่า

...ก็ใช้ไวรัสเป็นตัวพาที่ยีนที่เราต้องการใส่ในเซลล์แล้วให้มันแทรกดีเอ็นเอจนเป็นส่วนหนึ่งในนั้น

(นักเรียนป้อย, ผู้ให้สัมภาษณ์, 24 มิถุนายน 2554)

...มียีนที่ปกติเพื่อรักษา ตัวไวรัสเป็นพาหะ เอายีนใส่ในไวรัส แล้วฉีดเข้าไปในร่างกาย แต่ต้องให้มันเข้าไปเอายีนไว้ในเซลล์ที่เราต้องการ แล้วเพิ่มจำนวน

(นักเรียนดา, ผู้ให้สัมภาษณ์, 24 มิถุนายน 2554)

นักเรียนบางคนตั้งคำถามที่เป็นประเด็นกรณีที่มีการนำไวรัสมาใช้ประโยชน์ในการบำบัดโรคด้วยยีน ซึ่งแสดงถึงการที่นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์หลักการจากสิ่งที่เรียนรู้ ดังคำถามของนักเรียนเมคือ

...อาจารย์ครับ ไวรัสมันเล็กมากไม่ใช่เหรอครับแล้วเราเอาขึ้นไปฝากมันได้หมด
 เหรอ ถ้าสมมุติยีนนั้นมันใหญ่มากๆ ผมว่าน่าจะมีปัญหานะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเม แบบมีส่วนร่วม)

...ผู้วิจัยคะ หนูรู้แต่ไวรัสมันก่อโรค แล้วเราเอามันมาใช้มันไม่อันตรายกับเรา
 เหรอคะ หนูว่าเหมือนเอาใจมาจับใจ มันไว้ใจไม่ได้นะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนชายน์ แบบมีส่วนร่วม)



ภาพ 16 แสดงกิจกรรมคติฆาตกรรมครูวิภา ตอนที่เกิดเหตุ



ภาพ 17 แสดงพยานวัตถุที่บอกเวลาเกิดเหตุ

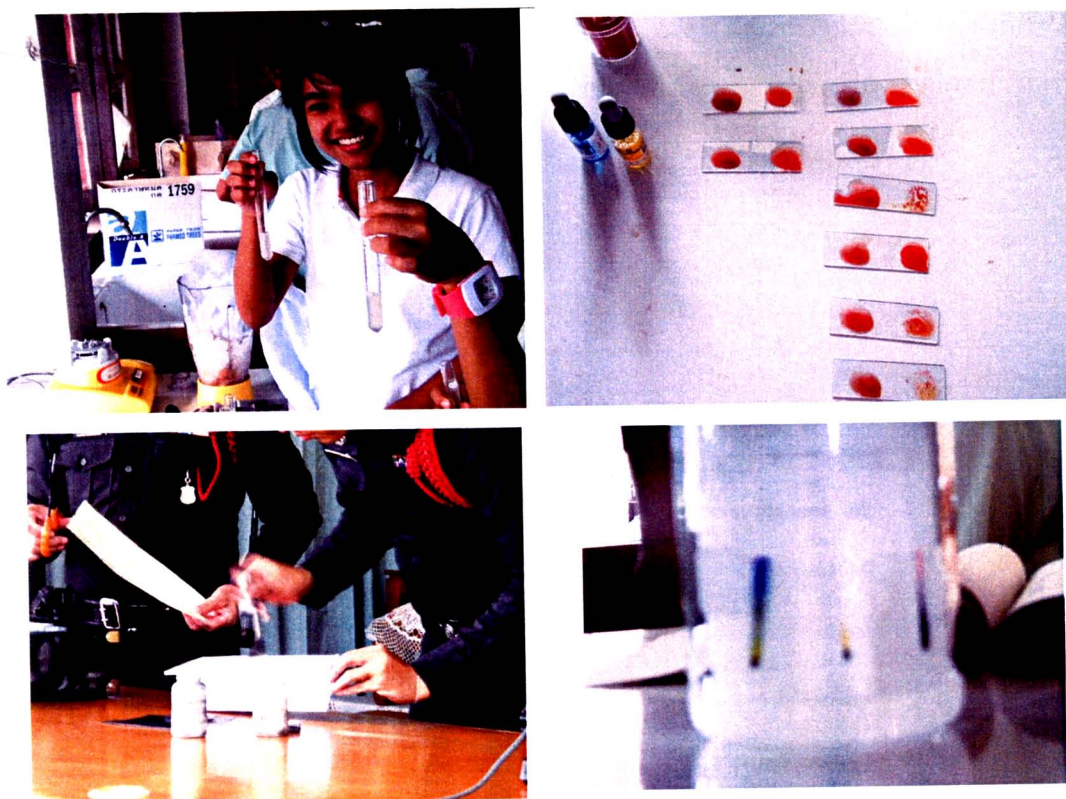


ภาพ 18 แสดงสภาพห้องที่เกิดเหตุ

ในกิจกรรมเคมีศาสตร์กรรมครูวิชา จากการสัมภาษณ์นักเรียนถึงการให้หลักการหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันของวัตถุกับเหตุการณ์ การรู้จักแยกแยะองค์ประกอบย่อยของพยานวัตถุ หลักการเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักการของโครมาโทกราฟี หลักการตรวจหมู่เลือด การใช้หลักการตรวจดีเอ็นเอ นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้อง วิเคราะห์เป็นหลักการได้จากนักเรียนปิง และนักเรียนมล ดังนี้

...การตรวจดีเอ็นเอ เช่น คราบเลือดที่ตะปูหลังบ้านเอาไปตรวจดีเอ็นเอ ไปเปรียบเทียบ ดีเอ็นเอของผู้ต้องสงสัย

(นักเรียนปิง, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 กรกฎาคม 2554)



ภาพ 19 แสดงกิจกรรมการตรวจพิสูจน์พยานวัตถุ



...การตรวจเลือดเราจะดูปฏิกิริยาของแอนติเจนกับแอนติบอดี เพราะถ้าใครมีหมู่เลือดที่ไม่ตรงกับที่เกิดเหตุ เราก็คัดทั้งผู้ต้องสงสัยคนนั้นได้ค่ะ

(นักเรียนมล, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 กรกฎาคม 2554)

...อาจารย์ครับโครมาโทกราฟี แยกสีหมึกน้ำเงินออกจากกันได้จริงๆ แสดงว่าสีที่อยู่ในหมึกมันถูกดูดซับขึ้นไปตามแอลกอฮอล์ไม่พร้อมกันนะสิครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเมฆ แบบมีส่วนร่วม)

การรวบรวมข้อมูล จากพยานวัตถุที่เกิดเหตุ การสรุปและการตัดสินใจว่าใครน่าจะเป็นคนร้ายจากผู้ต้องสงสัยโดยสรุปจากหลักฐานทั้งหมด ซึ่งนักเรียนสามารถเกิดความคิดวิเคราะห์ ด้านหลักการได้ โดยตัวอย่างผลงานนักเรียนกลุ่ม 2 นักเรียนเลือกพยานวัตถุที่ระบุตัวผู้เป็นขึ้นเนื้อที่อยู่ในกองไฟ ดึงองค์ประกอบของเหตุการณ์น่าจะเป็นของผู้ตายและขึ้นเนื้อนี้สามารถตรวจหาดีเอ็นเอได้ จากคู่มือนักเรียนกลุ่ม 2 ดังนี้

2.1 ชื่อพยานวัตถุ.....ชิ้นไม้

2.2 รายละเอียดของพยานวัตถุ.....มีเส้นเลือดดำที่ทอไป

2.3 ความเชื่อมโยงของพยานวัตถุกับเหตุการณ์.....ชิ้นไม้ที่พบในที่เกิดเหตุ เป็นไม้ที่ขึ้นในบริเวณที่เกิดเหตุ

2.4 การส่งตรวจ ☒ ส่ง ☐ ไม่ส่ง

2.5 วิธีการตรวจสอบ.....INA

ภาพ 20 แสดงผลงานนักเรียนกลุ่ม 2 เรื่อง คดีฆาตกรรมครูวิภา

นักเรียนมีหลักการในการตรวจที่เกิดเหตุ สามารถระบุพยานวัตถุที่ระบุตัวผู้ร้าย รวมถึงวิธีการตรวจพิสูจน์ได้อย่างถูกต้อง ดังตัวอย่างผลงานของนักเรียนกลุ่ม 4 และกลุ่ม 6

พยานวัตถุชิ้นที่ 2

1.1 ชื่อพยานวัตถุ... ไม้ตัด ๗.๕ ม.

1.2 รายละเอียดของพยานวัตถุ... ไม้สามเหลี่ยมตัดเป็น

1.3 ความเชื่อมโยงของพยานวัตถุกับเหตุการณ์
ผู้ในอาชญากรรมบาดเจ็บที่เท้า

1.4 การส่งตรวจ ☒ ส่ง ☐ ไม่ส่ง

1.5 วิธีการตรวจสอบ... ตรวจด้วยตาเปล่า... N/A

ภาพ 21 แสดงผลงานนักเรียนกลุ่ม 4 เรื่องคดีฆาตกรรมครูวิภา

บทกวีที่แต่งโดยเพื่อนบ้าน (มด, นก, นก, แอ่นท้องเขียว)

ภาพ 22 แสดงผลงานนักเรียนกลุ่ม 6 สรุปรายละเอียดพยานวัตถุระบุตัวผู้ร้าย

2. การคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ

คือความสามารถของนักเรียนในการจำแนก แยกแยะ เปรียบเทียบความแตกต่างของพยานวัตถุในสถานการณ์จำลอง การหาสิ่งที่สำคัญหรือมีบทบาทมากที่สุดได้

จากการสังเกตพฤติกรรมแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์นักเรียน และผลงานนักเรียนเรื่องเอนไซม์ตัดจำเพาะ พบว่ากิจกรรมนี้นักเรียนต้องมีการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญคือนักเรียนต้องจำแนกแยกแยะสายดีเอ็นเอของชายสองคนนี้ว่าแตกต่างกันอย่างไร ใช้เอนไซม์ชนิดใดตัดเป็นท่อนๆ ได้ รวมถึงการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของสายดีเอ็นเอที่ตัดได้ดังผลงานนักเรียนนี้ ดังนี้

เกิดการจำแนกแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าจะไรสำคัญหรือจำเป็นต่อการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ และวิเคราะห์ได้ว่าความสำคัญของการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในหลอดทดลองที่เรียกว่าเทคนิค PCR อยู่ที่ไหน ดังคำถามที่ผู้วิจัยถามนักเรียนว่าทำไมในหลอดทดลองต้องใช้เอ็นไซม์จากแบคทีเรียในน้ำพุร้อนด้วย นักเรียนตอบว่า

...เพราะการทำ PCR ต้องใช้อุณหภูมิสูงแล้วก็ต่ำ เอนไซม์ในร่างกายเรามันทนไม่ได้จะเสียสภาพเพราะมันเป็นโปรตีน แบคทีเรียพวกนี้มันอยู่ในที่มีอุณหภูมิสูงได้และเจริญเติบโตได้แสดงว่าเอนไซม์ของมันต้องทำงานได้ในที่ร้อนมากครับ

(นักเรียนเสริฐ, ผู้ให้สัมภาษณ์, 24 มิถุนายน 2554)

...เราต้องหาเอนไซม์ที่ทำงานได้ในอุณหภูมิสูงคะ เพราะการทำ PCR ต้องมีช่วงที่อุณหภูมิมันสูง ถ้าเป็นเอนไซม์ปกติจะทำงานไม่ได้

(นักเรียนไก่, ผู้ให้สัมภาษณ์, 24 มิถุนายน 2554)

...เอนไซม์ในเซลล์เรามันทนไม่ได้หรอกครับแค่อุณหภูมิสัก 40 ก็ชักตายตั้งแล้ว มันเป็นโปรตีนเหมือนเอาผมไปลงไฟครับหิงกอเลย ต้องใช้พวกอยู่ในน้ำพุร้อนมันอยู่ได้ ไม่ตายแสดงว่าเอนไซม์ของมันทำงานอยู่

(นักเรียนหมอน, ผู้ให้สัมภาษณ์, 24 มิถุนายน 2554)

นักเรียนเขียนข้อเปรียบเทียบการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจากเซลล์สิ่งมีชีวิตกับในหลอดทดลองได้ ดังตัวอย่างผลงานนักเรียนน้ำชา

ข้อเปรียบเทียบระหว่างการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในเซลล์สิ่งมีชีวิตกับในหลอดทดลอง

ข้อเปรียบเทียบ	เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	PCR
1. วัตถุประสงค์ที่ใช้สังเคราะห์	ดีเอ็นเอ ต้นแบบ	ดีเอ็นเอต้นแบบ เอนไซม์ จำกัดไพรเมอร์
2. อุณหภูมิขณะเพิ่มจำนวน	ปกติ ทั่วๆ	ไม่คงที่สูง:ลดต่ำลง
3. เอนไซม์ที่ใช้	มีแค่เอนไซม์ที่ใช้แทนงานดีเอ็นเอ เอนไซม์ที่หาซื้อได้ตามท้องตลาด	มีแค่เอนไซม์
4. การตรวจสอบดีเอ็นเอสายใหม่	มี	ไม่มี
5. ความยาวของสายดีเอ็นเอที่ สังเคราะห์ได้	มาก	สั้นกว่า

ภาพ 25 แสดงผลงานของนักเรียนน้ำชา เรื่อง การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

กิจกรรมหลายพิมพ์นิ้วมือเป็นการจำแนกหลายพิมพ์นิ้วมือของตนเองว่าเป็นรูปแบบใดพร้อมทั้งดูลายพิมพ์นิ้วมือของตนเองเปรียบเทียบกับสมาชิกในห้องเรียนว่ามีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร รูปแบบไหนมีจำนวนมากที่สุดในห้องเรียน พร้อมทั้งจัดกลุ่มที่มีลักษณะเหมือนกันกันอยู่กลุ่มเดียวกัน ดังผลงานนักเรียนทิพย์

1. วิเคราะห์ลายนิ้วมือของตนเอง

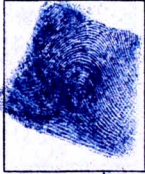
นิ้วหัวแม่มือ

นิ้วชี้

นิ้วกลาง

นิ้วนาง

นิ้วก้อย



มีดหางงัดงา

สาคีร์

มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

2. ลายนิ้วมือแต่ละนิ้วในกลุ่มที่ซ้ำกันมากที่สุด

นิ้วหัวแม่มือ

นิ้วชี้

นิ้วกลาง

นิ้วนาง

นิ้วก้อย



มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

3. ลายนิ้วมือแต่ละนิ้วในห้องของนักเรียนที่ซ้ำกันมากที่สุด

นิ้วหัวแม่มือ

นิ้วชี้

นิ้วกลาง

นิ้วนาง

นิ้วก้อย



มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

มีดหางงัดงา

ภาพ 26 แสดงผลงานของนักเรียนทิพย์ เรื่อง ยีนบำบัด

กิจกรรมคดีฆาตกรรมครูวิภาพว่านักเรียนสามารถจำแนกแยกแยะพยานวัตถุแต่ละชิ้นในที่เกิดเหตุว่าน่าจะเป็นของคนร้ายหรือผู้ตาย วัตถุพยานชิ้นไหนที่มีความสำคัญในการพิสูจน์หาความจริงได้ พยานวัตถุชิ้นไหนที่บอกเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมหรือเหตุการณ์ในขณะเกิดเหตุได้ ดังนี้

...จากการที่ได้ไปตรวจในที่เกิดเหตุก็พบมีรอยเท้าเปื้อนโคลนทางหลังบ้านคิดว่าน่าจะเป็นของคนร้าย และพบกระป๋องเบียร์ข้างๆ พบรอยการรัดประตูหลังบ้านหน้าต่างห้องเก็บของและพบเลือดที่ตะปูหน้าต่าง เดว่าน่าจะเป็นของคนร้าย และพบหยดเลือดเป็นทางไปถึงหน้าต่างติดกับในห้องด้านในมีรอยงัด ทำให้ดิฉันสันนิษฐานว่าคนร้ายน่าจะเข้าทางหลังบ้าน

(นักเรียนวรรณ, ผู้ให้สัมภาษณ์, 25 มิถุนายน 2554)

...เราว่าสิ่งที่บอกตัวคนร้ายได้เป็นคราบเลือดที่ติดตะปูหลังบ้านนะ แต่อย่าไปหาลายนิ้วมือแฝงในที่เกิดเหตุเลย เพราะน่าจะไม่มีเพราะพบถุงมือคนร้ายตกอยู่ข้างกองไฟ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเสก แบบมีส่วนร่วม)

คำถาม	ระบุคำตอบ	หลักฐานอ้างอิงและเหตุผล
1. เกิดเมื่อไหร่ (วันและเวลา)	02 : 10 : 37	บันทึกที่ติดตะปู
2. ผู้ตายเป็นใคร (หากไม่มีศพจะยืนยันผู้ตายอย่างไร)	นางวิภา	จันทน์ แกะกระดูกที่ติด
3. คนร้ายเข้าบ้านทางไหน	หลังบ้าน	มีกลิ่นเลือดคนร้ายที่สวนหลังบ้าน
4. คนร้ายเป็นใคร	คนในหมู่บ้าน	พบถุงมือที่ติดตะปูที่สวน

ภาพ 27 แสดงผลงานนักเรียนกลุ่ม 7 เรื่อง คดีฆาตกรรมครูวิภาพ

ในกิจกรรมคดีฆาตกรรมครูวิภา นักเรียนสามารถจำแนก เปรียบเทียบผลการตรวจพิสูจน์หลักฐานได้ว่าใครคือผู้เกี่ยวข้องกับหลักฐานในที่เกิดเหตุ โดยนักเรียนระบุตัวผู้ต้องสงสัยได้ถูกต้องนายสมาน และสามารถระบุตัวผู้ตายได้ว่าเป็นนางสาววิภา ดังผลงานของนักเรียนนั้น

การวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

แผ่นลายพิมพ์ดีเอ็นเอแผ่นที่ 1 หลายพิมพ์ดีเอ็นเอระบุตัวผู้ตาย	
แหล่งที่มาของดีเอ็นเอ	ผลการเปรียบเทียบตรงกับ
กองเลือดในห้องนอน	นางสาววิภา
ชิ้นเนื้อที่ไม่ไหมไฟ หลังบ้าน	นางสาววิภา
พ่อครูวิภา	นายสมาน
แม่ครูวิภา	

แผ่นลายพิมพ์ดีเอ็นเอแผ่นที่ 2 หลายพิมพ์ดีเอ็นเอเทียบกับผู้ต้องสงสัย	
แหล่งที่มาของดีเอ็นเอ	ผลการเปรียบเทียบตรงกับ
เลือดที่ตะปู	นายสมาน
กองเลือดในห้องนอน	นางสาววิภา
ผู้ต้องสงสัย	นายสมาน

ภาพ 28 แสดงผลงานนักเรียนนั้น เรื่องการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ

...เมื่อก่อนไม่คิดว่าหมู่เลือดจะบอกอะไรได้นะ ก็คนมีหมู่เดียวกันเป็นล้าน แต่มันมีความสำคัญตรงตัดหมู่เลือดคนที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้งได้

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนหมู่ แบบมีส่วนร่วม)

ในฐานะหมู่เลือดนักเรียนสามารถเปรียบเทียบผลหมู่เลือดของในที่เกิดเหตุกับผู้ต้องสงสัย โดยคัดทั้งผู้ต้องสงสัยที่ไม่เกี่ยวข้องจากหมู่เลือดได้ถูกคน พร้อมระบุเลือดในที่เกิดเหตุมีหมู่เลือดตรงกับใครบ้าง ดังผลงานของนักเรียนหลัง

ฐานที่ 2
ผลการตรวจหมู่เลือด

แหล่งที่มา	หมู่เลือด
กองเลือดในห้องนอน	B
หยดเลือดที่ตะปูทางเข้าหลังบ้าน	O
นางสาววิภา	B
นายพัลลภ	A
นายสมาน	O
นายเล็ง	O
นายแดน	O
นายทศพล	B

กองเลือดในห้องนอน หมู่เลือดตรงกับ นายพัลลภ กัญญาพัสดุ
หยดเลือดที่ตะปู หมู่เลือดตรงกับ นายสมาน, 4 นาย, นายแดน
ผู้ต้องสงสัยที่คัดทิ้งได้จากหมู่เลือด นายทศพล

ภาพ 29 แสดงผลงานนักเรียนหลัง เรื่องการการตรวจวิเคราะห์หมู่เลือด

3. การคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์

คือความสามารถในความสามารถในการให้เหตุผล การหาความสัมพันธ์ของวัตถุหรือเหตุการณ์ว่ามีความเชื่อมโยงกันอย่างไร

กิจกรรมเอนไซม์ตัดจำเพาะ ใช้ประโยชน์ในการตัดสายดีเอ็นเอในสิ่งมีชีวิตต่างๆ เพื่อนำไปใช้ตัดต่อทำประโยชน์ในด้านพันธุวิศวกรรม นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างชายสองคนนี้ได้ว่าสามารถนำมาตรวจหาลายพิมพ์ดีเอ็นเอได้ การเชื่อมโยงสิ่งที่เรารู้ถ่ายทอดเข้าในชีวิตประจำวัน มีการคิดต่อยอด ดังคำกล่าวของนักเรียน ยัย อ้อมและจูน ดังนี้

...นี่ภาพออกเลยว่ายเอนไซม์ตัดจำเพาะคือกรรไกรที่ตัดกระดาษได้ แต่ต่างจากกรรไกรตรงที่มันตัดได้แบบจำเพาะจุดนี้แหละ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนยัย แบบมีส่วนร่วม)

...อาจารย์คะเอนไซม์มันมีเป็นพันชนิดเลยหรอคะ....ถ้าฉันเราก็ตัดและต่อดีเอ็นเอสิ่งมีชีวิตอะไรก็ได้ซิคะหนูอยากจะทำต่อยีนเขาควายมารวมกับยีนของเพื่อนผู้ชายจังเลย

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนอ้อม แบบมีส่วนร่วม)

...ยั้งเงิเวลาเกิดคดีฆ่ากันตาย ถ้าในที่เกิดเหตุมีดีเอ็นเอของคนร้ายเราก็สามารถจับคนร้ายได้สิครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนจน แบบมีส่วนร่วม)

เนื้อหาในเรื่อง GMOs มุ่งเน้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ถึงผลกระทบในการใช้พันธุวิศวกรรมในการตัดต่อยีนในสิ่งมีชีวิตที่ต่างชนิดกันทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม และสามารถถ่ายทอดพันธุกรรมที่เกิดจากการตัดต่อยีนนี้ให้กับลูกหลาน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้การคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ว่าผลที่ได้จาก GMOs นั้นมีผลกระทบกับใคร ที่ไหน อย่างไรบ้างและในมุมมองของนักเรียนเห็นว่าควรสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องต่อ GMOs ให้รอบด้านต่อสาธารณชน ดังรายละเอียด ดังนี้

...เขบอกว่าอาหาร GMOs ให้มันให้ผลผลิตเยอะกว่า ดีกว่าของธรรมชาติ แต่ใครที่สร้างมันขึ้นมาแล้วจดลิขสิทธิ์ขายผูกขาดน่าจะได้รับประโยชน์มหาศาลเลยนะ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนหลัง แบบมีส่วนร่วม)

...ที่เรียนมาพืชต้องผสมพันธุ์กันเกิดละอองเรณูพวกที่เป็น GMOs ไปตกใส่พวกที่ปกติธรรมชาติ มันไม่พากันเป็น GMOs หמדหรือหรือ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนอ้อม แบบมีส่วนร่วม)

...อ้าว มันก็มีผลต่อสิ่งแวดล้อมสิ พวกห่วงโซ่อาหารมันจะเป็นยังไงอู๋

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนปิง แบบมีส่วนร่วม)

...อาจารย์คะ หนูว่าต้องให้คนอื่นเข้าใจว่า GMOs มันคืออะไร มีผลกระทบต่อคนสัตว์หรือสิ่งแวดล้อมยังไง แล้วใครได้ใครเสีย มันต้องพูดให้ชัด และต้องทดสอบให้แน่ใจว่าไม่อันตรายแล้วค่อยเอาออกมา

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนนิ แบบมีส่วนร่วม)



3. ผลกระทบที่เกิดจาก GMOs ในด้านต่างๆ

ข้อมูลด้านบวก	ข้อมูลด้านลบ
1. พัฒนาการการเกษตรรวดเร็วโดยตรงตามที่ มุ่งประสงค์การ 2. สามารถกินได้ทันที 3. พืชสามารถผลิตสารทางชีวภาพ ที่สัตว์กินได้ปลอดภัย 4. ได้ผลิตภัณฑ์ที่คงการ	1. อาจเกิดเชื้อโรคชนิดใหม่ๆ 2. อาจทำให้เป็นต้นก่อมลพิษ 3. อาจเกิดอาการแพ้ในมนุษย์และสัตว์ได้
นักเรียนคิดอย่างไร การ มีการควบคุมและมีการตรวจสอบอย่างระมัดระวังก่อนนำ GMO และควรศึกษาว่าผลิตภัณฑ์ นั้นเป็น GMO และควรศึกษาถึงประโยชน์และโทษที่จะสร้างความเสียหายแก่สาธารณะชน	

ภาพ 30 แสดงผลงานของนักเรียนผู้ยัยเรื่อง GMOs

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเรื่องคดีฆาตกรรมครูวิภา มีรูปแบบกิจกรรมเป็นคดีฆาตกรรมครูวิภา สถานที่เกิดเหตุบ้านพักผู้วิจัยในโรงเรียน ไม่มีศพ นักเรียนรับบทบาทเป็นเจ้าหน้าที่สืบสวนสอบสวนที่ต้องตรวจที่เกิดเหตุจริงว่าเกิดอะไรขึ้น ใครน่าจะเป็นคนร้ายจากผู้ต้องสงสัยทั้ง 5 คน พยานวัตถุแต่ละชิ้นในที่เกิดเหตุมีความเกี่ยวข้องกันอย่างไร นักเรียนสามารถเชื่อมโยงพยานวัตถุกับเหตุการณ์ได้ ดังผลงานของนักเรียนกลุ่ม 4

นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในคดีฆาตกรรมครูวิภาได้ จากการตอบของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ทั้ง 5 คน พบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพยานวัตถุกับเหตุการณ์ได้ เช่น เส้นทางที่คนร้ายเข้าบ้าน บางคนสามารถร้อยเรียงเหตุการณ์เป็นลำดับได้แม้สิ่งที่นักเรียนสันนิษฐานบางอย่างจะคลาดเคลื่อนไปบ้างเพราะใช้หลักการคาดเดาจากสิ่งที่นักเรียนเห็น นักเรียนสามารถระบุความสำคัญของพยานวัตถุที่สามารถนำไปตรวจหาตัวคนร้ายหรือระบุตัวผู้ตายได้

...คนร้ายเข้าทางหลังบ้านดูจากรอยเท้าเปื้อนดิน ผู้ร้ายดื่มเบียร์กระป๋องแล้วทิ้งไว้ที่ระเบียงหลังบ้านก่อนจะเหยียบตะปู ทำให้เกิดบาดแผลและเข้ามาทางประตูห้องเก็บของหลังบ้าน เกิดรอยหยดเลือดมาเป็นทางด้วย ผู้ตายรู้สึกตัวเพราะผู้ร้ายส่งเสียงดังก่อนที่จะเกิดการต่อสู้ ก่อนที่คนร้ายจะใช้มีดปลายแหลมแทงที่ร่างกายของผู้ตาย เวลาในการเกิดฆาตกรรมดูจากนาฬิกาที่ตกแตกมีถ่านหลอดกระเด็นออกมา เข็มสั้นชี้เลข 2 เข็มยาวชี้เลข 9 คาดว่าเวลาเกิดเหตุ 02.45 น. คาดว่าผู้ร้ายกับผู้ตายต่อสู้กันและปิดนาฬิกาตกลงมา พอผู้ตายเสียชีวิตก็เปิดเอากระเป๋าใส่ของต่าง ๆ เอาตัวในกระเป๋าจนหมดแล้วลากศพผู้ตายไปทางด้านข้างบ้านแล้วลงมือหั่นศพเผาที่กองไฟทำลายหลักฐานและถอดถุงมือสูบบุหรี่จนระอศพจนไหม้ก่อนจะหนีไปทางป่าหลังบ้าน

(นักเรียนยุทธ, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 กรกฎาคม 2554)

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียน และการสังเกตแบบมีส่วนร่วม พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจ รู้สึกชอบ สนุกสนาน มีความสุข มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มาก เพราะเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่เคยเรียนรูปแบบที่สร้างสถานการณ์จำลองที่นักเรียนรู้สึกว่าเหมือนจริงมากและให้นักเรียนได้เป็นผู้คลี่คลายคดีฆาตกรรมด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความคิด หาเหตุผล วิเคราะห์ความเชื่อมโยงพยานวัตถุที่เกิดเหตุกับเหตุการณ์ รวมถึงนำพยานวัตถุบางชิ้นไปตรวจพิสูจน์ทางนิติศาสตร์ นักเรียนรู้สึกท้าทายอยากพิสูจน์ความจริง จากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนผิงและนักเรียนต่าย ดังนี้

ความรู้สึกจากการได้เรียนรู้
..... สักใจมาก และพอใจในการเรียนรู้อย่างนี้ เพราะทำให้ได้เรียนรู้เรื่อง
..... ททาสอบบุนละเย ๗ อย่าง การเก็บบนักฐานเก็บดข่มไว้ ใช้เครื่องมืออะไร และสักการ
..... ทดล้นดม ไปสำรวจสถานที่จริง ประทับใจมากค่ะ

ภาพ 33 แสดงบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนผิง

ความรู้สึกจากการได้เรียนรู้
..... ข้าพเจ้าได้รู้เหตุการณ์ใหม่ ๆ ที่ไม่เคยเรียนเคยจำได้ในหนังสือ
..... ให้ข้าพเจ้ามีความรู้สึกดีใจ และ ประทับใจ ในการเรียนการสอนวิชานี้
..... ความรู้ที่ได้เห็นจากเจ้าก็คิดว่า การสอนแบบนี้ดีนะ ทดลอง อะไรต่าง ๆ
..... สิ่งที่เราสงสัยไม่เคย ก็เลยเปลี่ยนใจในความเข้าใจ ที่เราสามารถสอนและ บอกต่อ
..... ความรู้สึกในเมื่อ นั้น เราเห็นว่าดีแล้ว และ ข้าพเจ้าเลยสอนต่อในสถานที่จริง
..... ที่วัดวังและ ที่อื่น และ ทำในข้าพเจ้าเป็นคนที่สนใจมาก

ภาพ 34 แสดงบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนต่าย

จากการพูดคุยกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มอาสาสมัครเตรียมที่เกิดเหตุคดีฆาตกรรม นักเรียน
รู้สึกตื่นเต้น และสนุก อยากรู้ว่าใครเป็นคนร้าย ไม่ยอมให้ผู้วิจัยเฉลยหรือบอกเรื่องราวเหตุการณ์
ต้องการจะพิสูจน์ค้นหาด้วยตัวเอง ดังคำกล่าวของนักเรียนลัม

...อาจารย์คะ แค่นูมาเตรียมสถานที่ นูยังตื่นเต้นเลย มันต้องเตรียมของ
ทุกอย่างเหมือนจริงมาก แต่อาจารย์ไม่ต้องบอกนูนะว่าเรื่องมันเป็นมาอย่างไร นูจะ
พิสูจน์เอง นูอยากรู้ว่าใครเป็นคนร้าย มันตื่นเต้นดี
(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนลัม แบบมีส่วนร่วม)

...กลุ่มผมเตรียมสถานที่เหมือนจริงมากเลยนะครับ ถ้าพรุ่งนี้เพื่อนมาตรวจ
ที่เกิดเหตุจะต้องกลัวแน่ๆ เลยเพราะคิดว่าน่าจะมีคนร้ายและคนตายจริง
(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนแดน แบบมีส่วนร่วม)

ในขณะที่ทำการสอนมีนักเรียนมาคุยกับผู้วิจัยถึงการทำกิจกรรมนิเวศวิทยาศาสตร์ที่ทำให้
นักเรียนรู้สึกสนุกสนาน ทำทนายความอย่างรู้เรื่องเห็นในการหาคำตอบ นักเรียนได้ใช้ความคิด
วิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริง ดังการสนทนาของนักเรียนสมร และนักเรียนเซน

...โฮ มาเรียนแต่ละครั้งเนียหนูเดาอาจารย์ไม่ออกเลยว่าจะมาไม้ไหน แต่ละคดี
ฆาตกรรมที่อาจารย์ให้พวกหนูทำ เดาคิดว่าคนร้ายไม่ได้เลย ถ้าไม่เรียนเนื้อหาหมา แหม
ทดลองด้วย ให้พวกหนูใช้ความคิดตลอดเลย อาจารย์สอนอย่างนี้ทุกคาบเลยนะพวกหนู
ชอบ ไม่่ง่วงด้วยตื่นเต้นดี

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนสมร แบบมีส่วนร่วม)

...อาจารย์คิดได้ไงครับ เอาเรื่องฆาตกรรมมาสอนในวิชานี้ได้ มันสุดยอดเลยครับ
ทำให้ผมอยากเป็นตำรวจเลยครับ รู้สึกมันท้าทาย มันทำให้เราต้องการรู้ว่าใครคือคนร้าย
แล้วเหตุการณ์มันเป็นยังไงครับ

(การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนเซน แบบมีส่วนร่วม)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นตัวแทนมา 5 คน เป็นนักเรียนชาย 2 คน นักเรียนหญิง
3 คน คำถามที่ว่านักเรียนคิดว่าสถานการณ์จำลองทางนิเวศวิทยาศาสตร์ที่เรียนมาทำให้นักเรียนได้รู้
อะไรในเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ นักเรียนมีความคิดว่าการเรียนแบบสถานการณ์จำลอง
ทางนิเวศวิทยาศาสตร์สามารถทำให้พวกเขาได้เรียนรู้เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอได้ดีกว่าเรียนตาม
หนังสือเรียน ต้องฝึกปฏิบัติจริง เหมือนอยู่ในชีวิตประจำวัน ได้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับเรื่องเทคโนโลยี
ในรูปสถานการณ์จำลองรวมถึงปฏิบัติการสกัดดีเอ็นเอจากน้ำผลไม้ มีการสืบหาตัวคนร้ายต้องใช้
ความคิดในการวิเคราะห์พยานวัตถุต่างๆ เพื่อคลี่คลายคดีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

...มากเลยครับ แทนที่จะนั่งเรียนเฉยๆ ในห้อง อาจารย์ก็มีกิจกรรมสนุกๆมาให้พวก
ผมได้เรียนครับ ทำให้ผมได้รู้เรื่องการตัดเอ็นไซม์ตัดจำเพาะตัดยังไง และการสกัด
ดีเอ็นเอ การหาลายนิ้วมือแฝง ความสำคัญของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอว่ามีประโยชน์ยังไง
และเกี่ยวข้องกับชีวิตเราอย่างไรบ้าง และอาจารย์ก็ให้พวกเราได้สวมบทบาทเป็นนักสืบ
หาตัวคนร้ายรู้สึกสนุกมากครับ

(นักเรียนเต้, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 กรกฎาคม 2554)

...หนูก็ได้รู้ว่าเราสามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงหรือในสถานการณ์ที่อาจารย์กำหนดมาได้จริงๆ หนูคิดว่าความรู้ที่ได้เรียนเรื่องดีเอ็นเอ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราค่ะ

(นักเรียนทราย, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 กรกฎาคม 2554)

คำถามว่านักเรียนคิดว่าการเรียนแบบสถานการณ์จำลองแบบนี้ กระตุ้นการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนคิดว่าการเรียนแบบสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ กระตุ้นการคิดวิเคราะห์ เพราะเป็นการเรียนจากสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดในรูปคดีฆาตกรรมที่นักเรียนจะต้องคลี่คลายคดีให้ได้ เป็นการเรียนรู้ที่ต้องลงมือปฏิบัติจริง รวมทั้งมีความรู้สึกร่วมไปด้วยเพราะได้เรียนจากสถานที่และเหตุการณ์คล้ายจริง เป็นการเรียนรู้ที่น่าตื่นเต้น ทำทนายให้นักเรียนได้ค้นหาความจริง

...ผมคิดว่ากระตุ้นความคิดมากครับ เพราะทำให้ผมมีความรู้สึกที่เราเป็นนักสืบ อยากรู้ตัวคนร้าย อีกอย่างได้ออกไปตรวจบ้านพักผู้วิจยที่ทำไมทำให้เกิดเหตุก็รู้สึกตื่นเต้นครับ เห็นเลือดจริง แล้วผมมีความรู้สึกเหมือนเป็นตำรวจที่ไปตรวจศพที่มีคนตาย แล้วสนุกกับการเดาตัวผู้ร้าย จากหลักฐานที่อยู่ในที่เกิดเหตุว่ามันบอกอะไรเราบ้าง และยังได้ทำแล็บด้วย ถ้าเรียนแบบปกติเหมือนเรื่องอื่นก็คงนั่งเรียนเฉยๆ ครับ

(นักเรียนยุทธ, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 กรกฎาคม 2554)

...กระตุ้นค่ะ เพราะการเรียนจากสถานการณ์จำลองทำให้เรารู้จักนำเรื่องที่เรียนมาวิเคราะห์ และใช้สิ่งที่เรียนได้อย่างเต็มที่ ไม่ใช่ว่าจะจะสามารถตอบได้เลยว่าใครทำอะไรที่ไหน อย่างไร ปัญหาของคดีฆาตกรรมนี้ค่อนข้างซับซ้อนทำให้ต้องคิดให้รอบคอบและต้องหาหลักฐานมาพิสูจน์ให้ได้ด้วยว่าเรื่องที่เราสงสัยหรือตั้งสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่

(นักเรียนเก้, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 กรกฎาคม 2554)

นักเรียนมีความรู้สึกต่อการเรียนแบบสถานการณ์จำลองทางนิติวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร นักเรียนบอกว่าแตกต่างกัน จากตอนที่นักเรียนรู้สึกเฉยๆ นักเรียนปิง และนักเรียนเพ็ญคิดว่าเป็นเรื่องที่ยากและเป็นเรื่องทางนิติวิทยาศาสตร์ที่ดูซับซ้อน

ยากเกินไป แต่เมื่อเรียนแล้ว แต่พอได้เรียนแล้วนักเรียนรู้สึกสนุกสนาน รู้สึกชื่นชอบ ตื่นเต้น ได้ลงมือปฏิบัติจริงส่วนนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์คนอื่นๆก็แสดงความคิดเห็นในทิศทางเดียวกัน

...แตกต่างกันครับ ก่อนเรียนก็รู้สึกว่ามันจะทำหรือมันวิเคราะห์ได้หรือไม่ เนื่องจากการปฏิบัติและตอบคำถามก็เป็นเชิงเดาเป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อทำและปฏิบัติจริงจากที่เราสงสัยก่อนเรียนมันก็เริ่มหายสงสัยไปเรื่อยๆ เนื่องจากเราเป็นคนหรือเป็นผู้ที่ต้องพิสูจน์ให้ได้ว่าความจริงคืออะไร ทำให้เราเกิดทักษะในการกระบวนการทำงาน และเพิ่มความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และสิ่งสำคัญสามารถทำข้อสอบและกิจกรรมหลังเรียนได้โดยมีความเข้าใจ

(นักเรียนปิง, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 กรกฎาคม 2554)

...แตกต่างกันค่ะ เพราะหนูคิดว่าการเรียนนิติวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องซับซ้อน เรียนแล้วไม่รู้เรื่อง แต่พอได้มาปฏิบัติจริงๆ พบว่าไม่ได้เลวร้ายอย่างที่คิด เป็นการเรียนที่สนุก เพราะเราได้ไขปริศนาด้วยตัวเอง ทดลองด้วยตัวเอง และสามารถนำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการสถานการณ์ทำให้เข้าใจบทเรียนมากขึ้น และได้เรียนการตรวจหมู่เลือด ได้เรียนการตรวจและเก็บลายนิ้วมือแฝง ทำให้รู้สึกตื่นเต้นเพราะเป็นสิ่งที่ไม่เคยทำมาก่อนค่ะ ประโยชน์ได้

(นักเรียนเพ็ญ, ผู้ให้สัมภาษณ์, 5 กรกฎาคม 2554)