แนวคิดพันธุศาสตร์ของนักเรียนด้อยโอกาสช่วงชั้นที่ 4 ของประเทศไทย

Genetic Concepts of Disadvantaged High School Students in Thailand

ทัศนียา รัตนฤาทัย[1] กัญจนา ธีระกุล[2] และ นฤมล ยุตาคม[1]

Thasaneeya Ratanaroutai, Gunjana Theeragool and Naruemon Yutakom

ABSTRACT

The purpose of this research was to explore genetic concepts of disadvantaged Thai high school students in academic year 2004. The 157 participants were 14-21 years old students from 16 disadvantaged schools which aim to educate children in particularly difficult circumstances. The instrument was the genetic concept survey, which consists of two-tier multiple choice diagnostic questions and open-ended questions. The genetic concepts in the survey were inheritance traits, gene, chromosome, dominant and recessive alleles, genetic diseases, sex chromosome and genetic engineering. Data were analyzed by grouping the responses and calculating in percent. The results indicated that the majority of students had alternative conceptions and no conception. In each concept, most students had: 'Alternative Conceptions' in gene, chromosome, dominant and recessive alleles, and genetic diseases concepts; 'Partial Understanding' in inheritance traits, and sex chromosome concepts; and 'No Conception' in genetic engineering concepts.

Key words: genetic concepts, disadvantaged students, high school

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดพันธุศาสตร์ของนักเรียนด้อยโอกาสในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 157 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 14-21 ปี จำนวน 16 โรงเรียนในสังกัดกองการศึกษาสงเคราะห์ ซึ่งมีจุดประสงค์หลักในการให้โอกาสทางการศึกษาแก่เด็กที่มีความยากลำบากใน

[1] โครงการผลิตนักวิจัยพัฒนาด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Program to prepare research and development personnel in science education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

[2] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

การศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสำรวจแนวคิดพื้นฐานทางพันธุศาสตร์ ประกอบด้วยคำถามที่ให้นักเรียนทั้งเลือกตอบพร้อมอธิบายคำตอบ และคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนอธิบายคำตอบ ครอบคลุมแนวคิดพันธุศาสตร์ 7 แนวคิด ได้แก่ พันธุกรรม ยีน โครโมโซม แอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย โรคทางพันธุกรรม โครโมโซมเพศ และพันธุวิศวกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบและคำนวณความถี่คำตอบแต่ละกลุ่มโดยการหาค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ หรือ ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาในแต่ละแนวคิดนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับยีน โครโมโซม แอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย และโรคทางพันธุกรรม มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรม และโครโมโซมเพศ และไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธุวิศวกรรม

บทนำ

การเข้าใจแนวคิดทางพันธุศาสตร์มีความสำคัญต่อการศึกษาชีววิทยาในเรื่อง ทฤษฎีวิวัฒนาการสมัยใหม่ และความหลากหลายทางชีวภาพที่ต้องใช้ความรู้พันธุศาสตร์เป็นพื้นฐาน นอกจากนี้ความเข้าใจแนวคิดทางพันธุศาสตร์ ยังเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมต่างๆ เช่น การคัดเลือกคู่ครอง การตัดสินใจในการปลูกพืชที่ได้รับการตัดแต่งทางพันธุกรรม หรือรับประทานพืชที่ได้รับการตัดแต่งทางพันธุกรรม การรักษาโรคทางพันธุกรรม การสืบหาผู้กระทำความผิดและ การสืบหาความเป็นพ่อแม่ลูก เป็นต้น (Stewart and Dale, 1981; Browning and Lehman, 1988; ไพศาล, 2539: 1-4) ดังนั้น พันธุศาสตร์จึงมีความสำคัญ และทุกคนควรมีความเข้าใจแนวคิดทางพันธุศาสตร์ที่ถูกต้อง เพื่อที่จะสามารถนำความรู้ที่มีไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันได้

พันธุศาสตร์เป็นเนื้อหาหลักในหลักสูตรชีววิทยาของนักเรียนในระดับประถมศึกษาถึงมัธยมศึกษาของหลายประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council (U.S.), 1996; National Science Teachers Association, 1996) และประเทศนิวซีแลนด์ (Ministry of Education, 1997: 64-69) ในประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดเนื้อหาเรื่องพันธุศาสตร์ไว้ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของทุกช่วงชั้น โดยเฉพาะช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาตอนปลาย) ให้มีช่วงเวลาการจัดการเรียนการสอนเป็นระยะเวลามากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาในหนึ่งภาคการศึกษา (สสวท., 2541: 1, 75, 108; สสวท., 2545: 16) นอกจากนี้ในมาตรฐานการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ได้กำหนดพันธุศาสตร์ไว้ในมาตรฐานการจัดการเรียนรู้ ว 1.2 “เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์” (สสวท., 2545: 11, 16)

โรงเรียนสังกัดกองการศึกษาสงเคราะห์เป็นโรงเรียนที่จัดการศึกษาให้แก่เด็กที่ด้อยโอกาสทางการศึกษา หรือบุคคลที่รัฐจำเป็นต้องจัดบริการทางการศึกษาให้เป็นพิเศษ ซึ่งมีความแตกต่างกันด้านสังคม สติปัญญา อารมณ์ และปัญหาเกี่ยวกับภูมิหลังของตนเอง แบ่งได้เป็น 10 ประเภทดังนี้ 1) เด็กถูกบังคับให้ขายแรงงาน 2) เด็กเร่ร่อน 3) เด็กที่อยู่ในธุรกิจทางเพศหรือโสเภณีเด็ก 4) เด็กที่ถูกทอดทิ้งหรือเด็กกำพร้า 5) เด็กที่ถูกทำร้ายทารุณ 6) เด็กยากจนหรืออยู่ในแหล่งชุมชนแออัดหรืออยู่ในถิ่นทุรกันดาร 7) เด็กในชนกลุ่มน้อย 8) เด็กที่มีปัญหายาเสพติด 9) เด็กที่ได้รับผลกระทบจากโรคเอดส์หรือโรคติดต่อร้ายแรงที่สังคมรังเกียจ และ10) เด็ก

ในสถานพินิจและคุ้มครองเด็กและเยาวชน (กองการศึกษาสงเคราะห์, 2544: 13-15)

ในการจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนด้อยโอกาสควรมีวิธีการสอนที่หลากหลายและยืดหยุ่น (กองการศึกษาพิเศษ, 2543) โดยให้นักเรียนเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่คละเพศและความสามารถ ให้ช่วยกันแก้ไขปัญหา และช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการพัฒนาทักษะต่างๆ (Schwartz, 1987) และควรจัดประสบการณ์เรียนรู้ให้สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543: 20-28) ซึ่งเป็นเป้าหมายหนึ่งของการศึกษาสงเคราะห์ (กองการศึกษาสงเคราะห์, 2544: 15-16) และเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษาที่เน้นให้ทุกคนมีความเท่าเทียมกันในการได้รับโอกาสทางการศึกษา จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 10 มาตรา 22 และมาตรา 24 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 7-8, 13-15)

นักเรียนด้อยโอกาสในชั้นเรียนเดียวกันมีความสามารถและความรู้พื้นฐานแตกต่างกัน ครูควรจะวัดแนวคิดที่นักเรียนมีอยู่เดิมก่อนสอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามมาตรฐานการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ การทราบแนวคิดของนักเรียนเป็นขั้นตอนสำคัญในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และเป็นส่วนสำคัญในการวางแผนเพื่อจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ (Yip, 1998) เพราะแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเดิมของนักเรียนสามารถนำไปสู่แนวคิดที่คลาดเคลื่อนอื่นในการเรียนต่อไป (Westbrook and Marek, 1992)

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ให้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของ โรงเรียนสังกัดกองการศึกษาสงเคราะห์ พบว่าผลการเรียนเฉลี่ยในหมวดวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับคะแนน 1 และ 2 มีเพียง 3 โรงเรียนจาก 42 โรงเรียนเท่านั้นที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าระดับ 3 (กองการศึกษาสงเคราะห์, 2545) การมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำอาจมีสาเหตุมาจากการมีแนวคิดคลาดเคลื่อน และการไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์

อนึ่งผลการวิจัยทางการศึกษาเป็นจำนวนมากในต่างประเทศรายงานว่านักเรียนในหลายระดับชั้นจำนวนมากมีแนวคิดคลาดเคลื่อนทางพันธุศาสตร์เกี่ยวกับ ลักษณะทางพันธุกรรม ยีน โครโมโซม แอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย โรคทางพันธุกรรม โครโมโซมเพศ และพันธุวิศวกรรม ดังนี้ ด้านแนวคิดเรื่อง***ลักษณะทางพันธุกรรม*** Hackling and Treagust (1984) และ Ramorogo and Wood-Robinson (1995) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน เช่น รอยด้านที่มือของชาวนา และการวิ่งได้เร็วตามธรรมชาติของนักกีฬาเกิดจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ด้านแนวคิดเรื่อง***ยีน*** Stewart and Dale (1981) พบว่านักเรียนไม่มีความเข้าใจแนวคิดเรื่องยีน Lewis *et al.* (2000a) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับความหมายของยีน หน้าที่ของยีน ตำแหน่งของยีนและความเชื่อมโยงของยีนกับโครงสร้างอื่นๆ ในร่างกาย และ Marbach-Ad and Stavy (2000) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ว่า “ยีน” มีความหมายเหมือนกับ “ลักษณะ” จากผลงานวิจัยพบแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องการถ่ายทอดลักษณะต่างๆของยีนจากรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่งของนักเรียนดังนี้ ก) ลูกเกิดจากทั้งพ่อและแม่ แต่สิ่งที่ถ่ายทอดให้ลูกจากพ่อและแม่ไม่มีความเท่าเทียมกัน ดังงานวิจัยของ Mungsing (1993: 131-138, 162-164) ที่พบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนไทยว่าสัตว์ตัวผู้สามารถส่งถ่ายสารพันธุกรรมให้รุ่นต่อมาได้มากกว่าตัวเมีย ซึ่งตรงกันข้ามกับงานวิจัยของ Wood (1996: 63) ที่พบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนนิวซีแลนด์ ว่าแม่มี

ส่วนมากกว่าพ่อในการก่อกำเนิดทารก ข) ลูกเกิดจากพ่อหรือแม่คนใดคนหนึ่งเท่านั้น (Nagy, 1953; Wood-Robinson, 1994; Ramorogo and Wood-Robinson, 1995) ค) ลูกไม่ได้เกิดจากพ่อหรือแม่แต่เกิดจากสิ่งอื่นหรือสาเหตุอื่น เช่น Nagy (1953) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน เกี่ยวกับทฤษฎีการเกิดว่าไม่มีการเกิด เพราะชีวิตไม่มีวันจบสิ้น และ Ramorogo and Wood-Robinson (1995) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน ว่าเด็กทารกเกิดจากการเก็บเด็กจากแม่น้ำ หรือ เกิดจากเขาของสัตว์จำพวกเนื้อและกวางที่มีเขาเป็นเกลียว หรือ ถูกซื้อมาจากโรงพยาบาล หรือ เป็นลักษณะคล้ายเมล็ดพันธุ์ที่เมื่อเพาะลงในมดลูกที่มีความสมบูรณ์จะสามารถโตมาเป็นทารกได้

ด้านแนวคิดเรื่อง***โครโมโซม*** Hackling and Treagust (1984) พบว่านักเรียนไม่เข้าใจว่า เซลล์ที่อยู่ในร่างกายมีโครโมโซมเป็นคู่ นอกจากนี้ Lewis *et al.* (2000b) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าเซลล์เพศ (sex cells) มีจำนวนโครโมโซมมากกว่าเซลล์ร่างกาย (somatic cells) แนวคิด***แอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย*** Allchin (2000) ระบุตัวอย่างของแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าแอลลีลเด่นสามารถปราบ หรือ ควบคุมแอลลีลด้อยได้แนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่อง***โรคทางพันธุกรรม***ได้ถูกระบุไว้ในวารสาร Quest (MDA: 2001) ว่าโรคที่ไม่มีการสืบเนื่องในครอบครัวแสดงว่าไม่ใช่โรคทางพันธุกรรม และ การได้รับโรคหรือลักษณะที่ไม่เป็นอันตราย เช่นศีรษะล้าน และตาบอดสี จะไม่ถ่ายทอดไปสู่สิ่งมีชีวิตอีกรุ่นหนึ่ง แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับ***โครโมโซมเพศ*** Hackling and Treagust (1984) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าผู้ชายมีโครโมโซมเพศเป็น XY ส่วนผู้หญิงมีโครโมโซมเพศเป็น XX ต่อมา Wood-Robinson (1994) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าลักษณะของมนุษย์ที่ส่งต่อจากรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่งจะส่งต่อจากเพศเดียวกันสู่เพศเดียวกันเท่านั้น ส่วน Ramorogo and Wood-Robinson (1995) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนว่ามือขวามีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงและความเป็นผู้ชาย ส่วนมือซ้ายหมายถึงความอ่อนแอกว่าและมีความสัมพันธ์กับความเป็นผู้หญิงและ Lewis *et al.* (2000b) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทของโครโมโซมเพศ ด้านแนวคิด ***พันธุวิศวกรรม*** Hill and O'Sullivan (1998) พบแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการประยุกต์ใช้พันธุวิศวกรรม ของนักศึกษาสาขาชีววิทยาเกี่ยวกับการรักษาทางยีน (gene therapy) ที่ส่งผลต่อโรค Cystic fibrosis

แม้ว่าจะมีงานวิจัยหลายเรื่องตีพิมพ์เกี่ยวกับแนวคิดพันธุศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน อย่างไรก็ตามยังไม่มีผู้รายงานเกี่ยวกับแนวคิดพันธุศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนด้อยโอกาสในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย ซึ่งนักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีความจำเป็นที่ต้องมีแนวคิดทางพันธุศาสตร์ที่ถูกต้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนชีววิทยาสาขาอื่น และที่สำคัญคือเพื่อการนำไปใช้ในการดำรงชีวิตในสังคม เช่น การแก้ปัญหาและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ รวมทั้งสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ เพื่อไม่ให้บุคคลเหล่านี้ก่อปัญหาให้กับตนเองและสังคมต่อไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจในการสำรวจแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ของนักเรียนด้อยโอกาสในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทย เพื่อให้ครูผู้สอน พันธุศาสตร์ในโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ได้แนวทางในการสำรวจแนวคิดนักเรียนก่อนสอน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแนวคิดพันธุศาสตร์ให้สอดคล้องกับความรู้ที่นักเรียนมีอยู่เดิม ก่อนที่จะสอนแนวคิดอื่น และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนด้อยโอกาสเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาครูชีววิทยาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

สำรวจแนวคิดพันธุศาสตร์ของนักเรียนใน

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ช่วงชั้นที่ 4) ของโรงเรียนสังกัดกองการศึกษาสงเคราะห์ในประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนด้อยโอกาส ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ แนวคิดทางพันธุศาสตร์ที่สำรวจมีทั้งหมด จำนวน 7 แนวคิด เป็นแนวคิดที่นักเรียนเรียนแล้วได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม ยีน โครโมโซม แอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย โรคทางพันธุกรรม โครโมโซมเพศ ส่วนแนวคิดพันธุวิศวกรรม นักเรียนยังไม่ได้เรียนในชั้นเรียนแต่นักเรียนสามารถรับทราบข้อมูลข่าวสารทางสื่อ และสิ่งพิมพ์ต่างๆ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้แบบสำรวจแนวคิดพื้นฐานทางพันธุศาสตร์จำนวน 1 ฉบับ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ 2) กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน 3) กลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน และ 4) กลุ่มที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ และหาค่าร้อยละของคำตอบในแต่ละกลุ่มแนวคิดของคำตอบนักเรียน

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ 157 คน เลือกจาก 16 โรงเรียน สังกัดกระทรวงศึกษาธิการทั่วประเทศ ปีการศึกษา 2547 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ และนักเรียนได้เรียนพันธุศาสตร์พื้นฐานที่จัดไว้ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนนั้นๆแล้ว

เครื่องมือวิจัย

แบบสำรวจแนวคิดพื้นฐานทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนพันธุศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ ครอบคลุม 7 แนวคิด ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม ยีน โครโมโซม แอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย โรคทางพันธุกรรม โครโมโซมเพศ และ พันธุวิศวกรรม ประเภทของคำถามมี 2 ประเภท ได้แก่ คำถามปลายเปิด และคำถามที่ให้เลือกตอบพร้อมระบุเหตุผล จำนวน 15 ข้อคำถาม ผู้วิจัยจัดทำรายการแนวคิดพื้นฐานที่ต้องการสำรวจตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานช่วงชั้นที่ 4 แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาพันธุศาสตร์ 3 ท่าน และด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่าแบบสอบถามดังกล่าวสามารถสะท้อนแนวคิดพันธุศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้ง 7 แนวคิดได้ จากนั้นผู้วิจัยสร้างข้อคำถามเพื่อสำรวจแนวคิดขึ้น จำนวน 15 ข้อ พร้อมเฉลยคำตอบ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถาม และความถูกต้องของคำตอบ หลังจากปรับปรุงข้อคำถามแล้วผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนด้อยโอกาสในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 5 คน แล้วนำข้อมูลที่ได้รับมาปรับปรุงข้อคำถามและจัดทำแบบสำรวจแนวคิดพื้นฐานฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ต่อไป แบบสำรวจมี 2 ตอนคือ ตอนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ และระดับชั้นที่กำลังศึกษา และ ตอนที่ 2 เป็นส่วนที่ถามแนวคิดพันธุศาสตร์พื้นฐาน

การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยส่งแบบสำรวจแนวคิดถึงผู้บริหารโรงเรียนจำนวน 16 โรงเรียนที่มีการสอนพันธุศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พร้อมหนังสือชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและการแจกแบบสอบถามแก่นักเรียน โดยขอความร่วมมือให้ครูชีววิทยาเลือกนักเรียนแบบคละเพศ และความสามารถ จำนวนโรงเรียนละ 2-23 คน (ตามจำนวนนักเรียนที่เรียนชีววิทยาของแต่ละโรงเรียน) เพื่อตอบแบบสำรวจ

และส่งกลับผู้วิจัยทางไปรษณีย์ ยกเว้นโรงเรียนที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผู้วิจัยไปเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนทุกคนตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามกลับมา 157 ฉบับ จาก 16 โรงเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยคณะผู้วิจัยอ่านคำตอบอย่างละเอียด และจัดกลุ่มแยกประเภทคำตอบของนักเรียนในแต่ละแนวคิดออกเป็น 4 กลุ่ม ตามแนวคิดของ Marek *et al.* (1990) Haidar and Abraham (1991) และ Brickhouse *et al.* (2000) ได้แก่ 1) กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงคำตอบของนักเรียนที่แสดงแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน 2) กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน หมายถึงคำตอบของนักเรียนที่แสดงแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน และไม่มีส่วนใดผิด 3) กลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน หมายถึงคำตอบของนักเรียนที่แสดงแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง หรือบางส่วนถูกบางส่วนผิด และ 4) กลุ่มที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึงคำตอบของนักเรียนที่ไม่แสดงแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือไม่ตอบคำถาม หลังจากนั้นผู้วิจัยใช้การคำนวณหาค่าเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

นักเรียนที่ตอบแบบสำรวจทั้งหมด 157 คน เป็นนักเรียนชาย 68 คน เป็นนักเรียนหญิง 89 คน มีอายุระหว่าง 14-21 ปี นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 42.0 มีอายุ 16ปีกำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่4จำนวน 91 คน อยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 คน และในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 64 คน

ผลการสำรวจแนวคิดพื้นฐานทางพันธุศาสตร์ของนักเรียนปรากฏว่าจำแนกแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มได้ดัง Table 1

จาก Table 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 แนวคิด โดยมีกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับยีน ร้อยละ 89.8 โครโมโซม ร้อยละ 84.7 แอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย ร้อยละ 82.2 และโรคทางพันธุกรรม ร้อยละ 54.8 กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรม ร้อยละ 65.0 และโครโมโซมเพศ ร้อยละ 40.1 และกลุ่มที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธุวิศวกรรมร้อยละ62.4 เมื่อพิจารณาแต่ละแนวคิดของนักเรียนปรากฏผลดังนี้ ***แนวคิดลักษณะทางพันธุกรรม*** ที่ว่าลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานได้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 65.0 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน และร้อยละ 32.5 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน กล่าวคือนักเรียนสับสนว่ามีลักษณะใดบ้างที่พ่อแม่สามารถถ่ายทอดมาให้ลูกได้ เช่น บางคนคิดว่าความสามารถในการอ่านหนังสือ และเล่นกีฬาสามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่มาสู่ลูกได้ แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะต่างๆที่สามารถหรือไม่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hackling and Treagust (1984) และ Ramorogo and Wood-Robinson (1995) จาก***แนวคิดยีน*** ที่ว่าลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตแต่ละลักษณะจะมียีนควบคุมอยู่ ซึ่งได้รับการถ่ายทอดจากทั้งพ่อและแม่ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 89.8 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ได้แก่ ก) นักเรียนระบุอย่างอื่นที่ไม่ใช่ยีนในการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมหนึ่งลักษณะที่กำหนดให้ ซึ่งคำตอบที่คลาดเคลื่อนโดยมาก ได้แก่ โครโมโซม ดีเอ็นเอ นิวเคลียส หรือเซลล์ ข) ระบุปัจจัยภายนอกในการควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม เช่น การแปรผันทางพันธุกรรม หรือเจล หรือ เครื่องมือดัดผม ค) อื่นๆ ได้แก่ บางลักษณะถ่ายทอดมาทางพ่อ แต่บางลักษณะต้องถ่ายทอดมาทางแม่ ลักษณะของลูกเกิดจากการถ่ายทอดของอสุจิของพ่อกับมดลูกของแม่ ลูกจะมีลักษณะเหมือนพ่อหรือแม่ที่ให้โครโมโซมมากกว่า ลักษณะ

ของลูกขึ้นกับโครโมโซมหรือยีนที่ได้รับการแบ่งมาและ ลูกอาจได้รับเชื้อจากพ่อมากกว่าจากแม่

แนวคิดคลาดเคลื่อนที่ระบุว่าลูกจะมีลักษณะเหมือนพ่อหรือแม่ที่ให้โครโมโซมหรือเชื้อที่มากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mungsing (1993: 131-138, 162-164) และ Wood (1996: 63) ส่วนแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ระบุว่าบางลักษณะถ่ายทอดมาทางพ่อ แต่บางลักษณะต้องถ่ายทอดมาทางแม่ สอดคล้องกับ Wood (1996: 63) ผลการวิจัยไม่พบแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าลูกเกิดจากพ่อหรือแม่คนใดคนหนึ่ง หรือลูกไม่ได้เกิดจากพ่อหรือแม่แต่เกิดจากสิ่งอื่นหรือสาเหตุอื่น ในส่วนแนวคิดเรื่องหน้าที่และความหมายของยีนจะพบแนวคิดคลาดเคลื่อนที่สูงขึ้น แนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบสอดคล้องกับ Stewart and Dale (1981) Lewis *et al.* (2000a) และ Marbach-Ad and Stavy (2000) การที่นักเรียนระบุเกี่ยวกับดีเอ็นเอหรือโครโมโซม ในความหมายของยีน แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับความรู้ของนักเรียนก่อนสอน

Table 1 Number and Percentages of Student Responses Categorized by Genetic Concepts (N=157)

Concepts	Categories	N	%
1. Inheritance Traits	Scientific conception (S)	4	2.5
	Partial understanding (P)	**102**	**65.0**
	Alternative conception (A)	51	32.5
	No conception (N)	0	
2. Gene	S	0	
	P	4	8.9
	A	141	89.8
	N	2	1.3
3. Chromosome	S	0	
	P	15	9.6
	A	**133**	**84.7**
	N	9	5.7
4. Dominant and Recessive Alleles	S	0	
	P	0	
	A	129	82.2
	N	28	17.8
5. Genetic Diseases	S	9	5.7
	P	44	28.0
	A	86	54.8
	N	18	11.5
6. Sex Chromosome	S	5	3.2
	P	63	40.1
	A	47	30.0
	N	42	26.7
7. Genetic Engineering	S	1	0.6
	P	19	12.1
	A	39	24.8
	N	98	62.4

เรื่องดีเอ็นเอ นอกจากนี้นักเรียนบางคนที่ไม่ตระหนักว่าลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตแต่ละลักษณะมีความสัมพันธ์กับยีน แต่กลับคิดว่าลักษณะบางลักษณะเกิดจากปัจจัยทางกายภาพภายนอก เช่น ผมจะหยิกหรือตรงเกิดจากการใช้เจล ยิ่งแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับความรู้ของนักเรียนก่อนสอนเรื่องต่อไป

แนวคิดโครโมโซมซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 84.7 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เมื่อพิจารณาเป็น 3 แนวคิดย่อยได้แก่ ก) โครโมโซมมีอยู่เป็นคู่ ข) สิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันได้ แตกต่างกันที่รูปร่างลักษณะของโครโมโซม และ ค) จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์จะมีจำนวนครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย พบว่าในแนวคิดย่อย ก) นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คำตอบของนักเรียนบางคนแสดงว่าไม่ได้ตระหนักว่าโครโมโซมมีอยู่เป็นคู่ เช่นตอบว่าโครโมโซมเพศของวัวเป็น X หรือ Y อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น สอดคล้องกับงานวิจัยแนวคิดคลาดเคลื่อนของ Hackling and Treagust (1984) แนวคิดย่อย ข) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีโครโมโซมไม่เท่ากัน บ้างเข้าใจว่า จำนวนโครโมโซมไม่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต และระบุเหตุผลว่าอาจพบโครโมโซมในสิ่งไม่มีชีวิตได้ ส่วนคำตอบอื่นๆได้แก่ ขนาดโครโมโซมขึ้นกับขนาดของลักษณะที่ต้องควบคุม สัตว์แต่ละชนิดจะมีชนิดของโครโมโซมแตกต่างกัน และ จำนวนโครโมโซมขึ้นกับขนาดของสัตว์ เช่น “สัตว์ขนาดใหญ่มีโครโมโซมมากกว่าสัตว์ขนาดเล็ก” สำหรับแนวคิดย่อย ข) นับว่าเป็นข้อค้นพบที่น่าสนใจ เนื่องจากยังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องดังกล่าว แนวคิดย่อย ค) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจำนวนมากตอบว่า จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์จะมีจำนวน 22 เท่าของเซลล์ร่างกาย สอดคล้องกับแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ Lewis *et al.* (2000b) พบว่าเซลล์เพศ หรือเซลล์สืบพันธุ์ (sex cells) มีจำนวนโครโมโซมมากกว่าเซลล์ร่างกาย (somatic cells) ส่วนแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบเพิ่มเติมคือ จำนวนโครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์และเซลล์ร่างกายมีเท่ากัน โครโมโซมในเซลล์สืบพันธุ์ของแต่ละคนมีไม่เท่ากัน หรือ บอกสัดส่วนคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนสับสนเกี่ยวกับศัพท์ทางพันธุศาสตร์ เช่น โครโมโซมร่างกายกับเซลล์ร่างกาย และโครโมโซมเพศกับเซลล์สืบพันธุ์

จาก***แนวคิดแอลลีลเด่น***ซึ่งคือรูปแบบหนึ่งของยีนที่จะแสดงลักษณะของแอลลีลนั้น เมื่ออยู่คู่กับแอลลีลด้อย ***และแนวคิดแอลลีลด้อย***ซึ่งคือรูปแบบหนึ่งของยีนที่จะไม่แสดงออกลักษณะนั้นออกมา ถ้าปรากฏอยู่คู่กับแอลลีลเด่น พบว่านักเรียนร้อยละ 82.2 มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนไม่ระบุเกี่ยวกับ แอลลีล แต่นำคำว่า ยีนมาตอบแทนที่คำว่า แอลลีล กล่าวคือนักเรียนส่วนมากตอบเกี่ยวกับแนวคิดแอลลีลเด่นและแนวคิดแอลลีลด้อย โดยใช้คำว่ายีนเด่นและยีนด้อยตามลำดับ คำตอบที่แสดงแนวคิดคลาดเคลื่อนรองลงมา ได้แก่ การใช้คำว่าลักษณะเด่น-ลักษณะด้อยแทนแอลลีลเด่น-แอลลีลด้อย และนักเรียนบางคนสับสนระหว่าง ยีนเด่น-ยีนด้อย กับ ลักษณะเด่น-ลักษณะด้อย เช่น แมวตัวผู้สีดำมียีนเด่นสีดำและยีนด้อยสีขาว ส่วนแมวสีขาวมียีนเด่นคือสีขาวและยีนด้อยสีดำ อย่างไรก็ตามมีนักเรียนจำนวนหนึ่งตอบว่าการที่ลูกแมวออกมาเป็นสีดำทั้งหมดจากพ่อแมวสีดำและแม่แมวสีขาว เนื่องจาก เหตุผลต่อไปนี้ ก) ด้านปริมาณ ตามหลักการผสมสี เช่น ยีนเด่นของตัวผู้มีมากกว่าตัวเมีย ยีนแมวสีดำมากกว่าแมวสีขาว และ แมวสีดำมีโครโมโซมมากกว่าแมวสีขาว และ ข) ด้านพละกำลัง เช่น ยีนของพ่อแรงกว่ายีนของแม่ เซลล์แมวตัวผู้แข็งแรงกว่าเซลล์ตัวเมีย อสุจิแมวตัวผู้ควบคุมมดลูกแมวตัวเมีย และ แมวตัวผู้แข็งแรงกว่าตัวเมีย และ ค) ลักษณะของลูกมาจากฝ่ายพ่อ เช่น ลูกไม่ได้รับโครโมโซมจากตัวเมีย เกิดการถ่ายทอดจากพ่อไปสู่ลูกเท่านั้น และ พันธุกรรมภายนอกของลูกแมวเกิด

จากแมวตัวผู้เท่านั้น แนวคิดนี้เป็นแนวคิดที่น่าจะให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะจากคำตอบของนักเรียนพบว่า ไม่มีนักเรียนที่ตอบเกี่ยวกับแอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย แต่นักเรียนจะใช้คำว่ายีนเด่นและยีนด้อยในความหมายของ แอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหนังสือเรียนวิชาชีววิทยา เล่ม 2 ว048 ใช้คำว่ายีนเด่นและยีนด้อยในความหมายของแอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย (สสวท., 2543: 8)

แนวคิดโรคทางพันธุกรรม ประกอบด้วย 2 แนวคิดย่อย ได้แก่ ก) โรคทางพันธุกรรมสามารถแสดงออกในรุ่นลูกหลานได้ถ้าพ่อหรือแม่มียีนด้อยที่ผิดปกติแฝงอยู่ และ ข) การแต่งงานระหว่างเครือญาติจะทำให้ลูกหลานมีโอกาสที่จะเป็นโรคทางพันธุกรรมได้มาก ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 54.8 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ได้แก่ ก) มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับยีนของโรคธาลัสซีเมีย ได้แก่ มียีนโรคธาลัสซีเมียคือมีเชื้อโรคนี้ หรือ มียีนของโรคธาลัสซีเมียคือต้องเป็นโรคด้วย ข) มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการแสดงออกของโรคธาลัสซีเมียในรุ่นลูก ได้แก่ เมื่อพ่อแม่มียีนโรคธาลัสซีเมียลูกจะไม่มีโอกาสเป็นโรค ถ้าพ่อแม่มียีนโรคนี้อยู่ลูกต้องเป็นโรค ถ้าพ่อแม่เป็นโรคลูกต้องเป็นด้วย พ่อแม่ที่มียีนโรคธาลัสซีเมียลูกจะเป็นโรคเมื่อมีลูก 4 คนหรือลูกคนที่ 4 จะเป็นโรค โอกาสที่ลูกจะเป็นโรคมีร้อยละ 50 ในรุ่นลูกลักษณะด้อย (การเป็นโรค) จะแสดงออกอย่างชัดเจนหรือมากขึ้น ถ้าลูกมียีนเด่นจะเป็นโรคธาลัสซีเมีย โรคธาลัสซีเมียเกิดบนโครโมโซม x เท่านั้นทำให้ลูกชายเป็นโรคแต่ลูกสาวไม่เป็น หรือโรคนี้ถ่ายทอดจากพ่อสู่ลูก เมื่อถามเกี่ยวกับการแต่งงานระหว่างเครือญาติ นักเรียนไม่กล่าวถึงการเป็นโรคของญาติที่ผู้มียีนโรคธาลัสซีเมียจะแต่งงานด้วย หรือ กล่าวว่าโอกาสเกิดโรคในลูกที่พ่อแม่เป็นญาติกันมีมากกว่าโอกาสเกิดโรคในลูกที่พ่อแม่มียีนโรคธาลัสซีเมีย จากคำตอบของนักเรียนแสดงความไม่เข้าใจความแตกต่างของการมียีนของโรคพันธุกรรมกับการเป็นโรคพันธุกรรม การที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของโรคทางพันธุกรรม และความสัมพันธ์ทางเครือญาติสอดคล้องกับรายงานในวารสาร Quest (MDA, 2001)

แนวคิดโครโมโซมเพศ นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 40.1 มีแนวคิดถูกต้องทางวิทยาศาสตร์บางส่วน ประกอบด้วย 3 แนวคิดย่อย ได้แก่ ก) เพศของทารกขึ้นอยู่กับการเข้าคู่กันของโครโมโซมเพศที่มาจากบิดาและมารดา ข) เพศหญิงมีโครโมโซม XX ค) เพศชายมีโครโมโซม XY เมื่อถามคำถามเกี่ยวกับโอกาสการเกิดลูกตัวเมียหรือตัวผู้ของวัว แนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบเกี่ยวกับเพศของลูกวัว ว่าขึ้นกับปริมาณพันธุกรรม หรือ จำนวนโครโมโซมจากพ่อหรือแม่ หรือ ความสามารถในการแสดงเพศของสเปิร์ม หรือ ความเด่นของเพศ หรือ ความแรงหรือปริมาณของน้ำเชื้อจากพ่อหรือแม่วัวหรือ ลักษณะสีของพ่อแม่ หรือ ท่าทางของวัว หรือ การควบคุมเซลล์ในการถ่ายทอดของพ่อแม่ นักเรียนบางคนเข้าใจว่าเพศของลูกวัวเกี่ยวข้องกับผู้เลี้ยงวัว เช่น ขึ้นกับการถ่ายทอดเซลล์ของผู้เลี้ยงสู่ลูกวัว หรือ ขึ้นกับวิธีการเลี้ยงของเจ้าของวัว มีบ้างที่ระบุว่าลูกวัวจะเป็นเพศผู้หรือเพศเมียอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือ เพศของลูกวัวไม่ขึ้นกับการถ่ายทอดพันธุกรรม แนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบสอดคล้องกับงานของ Lewis *et al.* (2000b) และ Wood-Robinson (1994) แม้ว่าจะแตกต่างกับงานของ Wood-Robinson (1994) ที่ไม่พบแนวคิดว่า ลักษณะที่ส่งต่อจากสิ่งมีชีวิตรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่งจะส่งต่อเฉพาะจากเพศเดียวกันสู่เพศเดียวกัน แต่พบแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของผู้เลี้ยง หรือลักษณะภายนอกของพ่อแม่ หรือ ท่าทางของวัว ที่มีผลต่อเพศของลูกวัว หรือ เพศของลูกวัวไม่ขึ้นกับการถ่ายทอดพันธุกรรม สำหรับแนวคิดย่อย ข) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบได้แก่ โครโมโซมเพศหญิงคือ X หรือ Z ส่วนแนวคิดย่อย ค) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดคลาดเคลื่อนที่พบได้แก่ โครโมโซมเพศชายคือ Y

สำหรับแนวคิดย่อย ข. และ ค. นั้น แม้ว่า Hackling and Treagust (1984) จะพบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับโครโมโซมเพศ กับการระบุเพศ แต่ยังระบุโครโมโซมเพศเป็นคู่ แต่ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่านักเรียนระบุแนวคิดคลาดเคลื่อนของ โครโมโซมเพศเป็นคี่ เช่น X หรือ Y

แนวคิดพันธุวิศวกรรม ซึ่งคือเทคนิคการตัดและเชื่อมต่อโมเลกุลดีเอ็นเอในหลอดทดลอง โดยตัดชิ้นดีเอ็นเอที่ต้องการด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ และนำมาเชื่อมกับดีเอ็นเอพาหะโดยอาศัยเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกส แล้วนำดีเอ็นเอลูกผสมที่ได้ถ่ายโอนเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้าน เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ต้องการ โดยดีเอ็นเอที่ถ่ายเข้าสู่เซลล์นั้นสามารถจำลองตัวเองได้นั้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 62.4 ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ นักเรียนต่ำกว่าร้อยละ 1.0 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และร้อยละ 24.8 มีแนวคิดคลาดเคลื่อน ได้แก่ ก) พันธุวิศวกรรมเกี่ยวข้องกับลักษณะ การถ่ายทอดของลักษณะ หรือ โครงสร้างของลักษณะต่างๆ ข) พันธุวิศวกรรมคือการตัดต่อเนื้อเยื่อ หรือ เซลล์ (ของสิ่งมีชีวิตให้ดีขึ้น) หรือ ค) เป็นการวิจัยหรือศึกษาการผสมกันของสิ่งต่างๆ เช่น นิวเคลียสหรือการกำเนิด หรือ ง) คำตอบอื่นๆ เช่น เกี่ยวข้องกับเพศ หรือ หน้าที่ของร่างกาย หรือ มิวเทชัน หรือ เป็นต้น แบบการสร้างหรือสังเคราะห์ หรือ เป็นองค์ประกอบหนึ่งของพันธุกรรมหรือความคิดแต่ละส่วนของร่างกาย เป็นที่น่าสังเกตว่าแนวคิดพันธุวิศวกรรม แม้ว่าจะมีความสำคัญ และเป็นที่กล่าวถึงอยู่ตลอดเวลาตามสื่อต่างๆทั่วไป แต่กลับพบรายงานการวิจัยแนวคิดเรื่องดังกล่าวเป็นจำนวนจำกัด เช่น Hill and O'Sullivan (1998) ที่พบแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการนำพันธุวิศวกรรมไปประยุกต์ใช้ ประกอบกับผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นถึงการไม่สนใจข่าวและเหตุการณ์รอบตัวเท่าที่ควร

สรุปและวิจารณ์

นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มที่ศึกษานี้มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 แนวคิด โดยมีกลุ่มที่มีแนวคิดส่วนใหญ่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับยีน ร้อยละ 89.8 โครโมโซม ร้อยละ 84.7 แอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย ร้อยละ 82.2 และโรคทางพันธุกรรม ร้อยละ 54.8 กลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรม ร้อยละ 65.0 และโครโมโซมเพศ ร้อยละ 40.1 และกลุ่มที่ไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพันธุวิศวกรรมร้อยละ 62.4 แนวคิดคลาดเคลื่อนในงานวิจัยนี้พบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาดังนี้ ลักษณะทางพันธุกรรมสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hackling and Treagust (1984) และ Ramorogo and Wood-Robinson (1995) แนวคิดยีนสอดคล้องกับงานวิจัยของ Stewart and Dale (1981) Mungsing (1993: 131-138, 162-164) Wood (1996:63) Lewis *et al.* (2000a) และ Marbach-Ad and Stavy (2000) แนวคิดโครโมโซมสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hackling and Treagust (1984) และ Lewis *et al.* (2000b) แนวคิดโรคทางพันธุกรรม สอดคล้องกับข้อมูลในวารสาร Quest (MDA: 2001) ด้านแนวคิดโครโมโซมเพศสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lewis *et al.* (2000b) และมีทั้งส่วนที่สอดคล้องและแตกต่างจาก Wood-Robinson (1994) แต่แตกต่างจาก Hackling and Treagust (1984) ส่วนแนวคิดแอลลีลเด่นและแอลลีลด้อย ผลการวิจัยพบสิ่งที่แตกต่างจาก Allchin (2000) และด้านแนวคิดพันธุวิศวกรรมผลการวิจัยพบแนวคิดคลาดเคลื่อนเพิ่มเติมจาก Hill and O'Sullivan (1998) ที่ค้นพบแนวคิดคลาดเคลื่อนเรื่องการประยุกต์ใช้ทางพันธุวิศวกรรม

การค้นพบว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมากหลังเรียนพันธุศาสตร์พื้นฐานแล้ว อาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนการสอนที่ยังไม่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของนักเรียนด้อยโอกาสที่มีข้อจำกัดด้านการเรียนรู้ ดังนั้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องจึง

ควรช่วยกันหาแนวทางการจัดการเรียนการสอนพันธุศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนด้อยโอกาสได้เรียนรู้พันธุศาสตร์ตามความสามารถ และนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับตนเองและสังคมได้

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัยที่พบแนวคิดคลาดเคลื่อนทางพันธุศาสตร์พื้นฐานเป็นจำนวนมากของกลุ่มเด็กด้อยโอกาส แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการวัดแนวคิดของนักเรียนก่อนสอน เพื่อหาทางจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียนต่อไป ดังที่ Pashley (1994) และ Wood-Robinson (1994) ระบุว่าการหาแนวคิดพันธุศาสตร์ของนักเรียนก่อนสอนเป็นสิ่งที่สำคัญมาก และทำให้การสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการละเลยแนวคิดที่นักเรียนมีอยู่เดิมก่อนเรียน และครูควรวัดแนวคิดนักเรียนหลังเรียนในแต่ละแนวคิด เพื่อแก้ปัญหาการนำแนวคิดคลาดเคลื่อนในอีกแนวคิดหนึ่งมาเชื่อมโยงสู่อีกแนวคิดหนึ่ง

2. เมื่อพบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนน่าจะย้อนกลับไปดูวิธีการสอนของครูว่าเป็นอย่างไร เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนพันธุศาสตร์สำหรับนักเรียนด้อยโอกาส

คำขอบคุณ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารอ้างอิง

กองการศึกษาพิเศษ. 2543. *คู่มือการจัดการเรียนร่วมในระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ

กองการศึกษาสงเคราะห์. กรมสามัญศึกษา. กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. *รายงานการวิจัยการศึกษาสภาพและความต้องการในการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของโรงเรียนสังกัดกองการศึกษาสงเคราะห์ กรมสามัญศึกษา*. กรุงเทพฯ: กองการศึกษาสงเคราะห์

กองการศึกษาสงเคราะห์. 2545. *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสังกัดกองการศึกษาสงเคราะห์*. กรุงเทพฯ: กองการศึกษาสงเคราะห์.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2539. *พันธุศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2541. *คู่มือครูวิชาชีววิทยา 2 ว 048*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2543. *หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา เล่ม 2 ว048*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2543. *ปฏิรูปการเรียนรู้: ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545. *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

Allchin, D. 2000. "Mending Mendelism". *The American Biology Teacher* 62(9): 633-639.

Brickhouse, N.W., Z. R. Dagher, and W. J. Letts. 2000. "Diversity of Students' Views about Evidence, Theory, and the Interface Between Science and Religion in an Astronomy Course". *Journal of Research in Science Teaching* 37(4): 340-362.

Browning, M. E. and J. D. Lehman. 1988.

"Identification of Student Misconceptions in Genetics Problem Solving via Computer Program". *Journal of Research in Science Teaching* 25(9): 747-761.

Hackling, M. W. and D. Treagust. 1984. "Research Data Necessary for Meaningful Review of Grade Ten High School Genetics Curricula". *Journal of Research in Science Teaching* 21(2): 197-209.

Haidar, A. H. and M. R. Abraham. 1991. "A Comparison of Applied and Theoretical Knowledge of Concepts Based on the Particulate Nature of Matter". *Journal of Research in Science Teaching* 28(10): 919-938.

Hill, R. and H. O'Sullivan. 1998. "Biology Students' Understanding of Cystic Fibrosis, Gene Therapy, and Gene Screening". *Journal of Biological Education* 32(2): 103-110.

Lewis, J., J. Leach and C. Wood-Robinson. 2000a. "All in the Genes? – Young People's Understanding of the Nature of Genes". *Journal of Biological Education* 34(2): 74-79.

Lewis, J., J. Leach and C. Wood-Robinson. 2000b. "Chromosomes: The Missing Link- Young People's Understanding of Mitosis, Meiosis, and Fertilization". *Journal of Biological Education* 34(4): 189-199.

Marbach-Ad, G. and R. Stavy. 2000. "Students' Cellular and Molecular Explanations of Genetic Phenomena". *Journal of Biological Education* 34(4): 200-205.

Marek, E.A., C. Eubanks and T. H. Gallaher. 1990. "Teachers' Understanding and the Use of the Learning Cycle". *Journal of Research in Science Teaching* 27(9): 821-834.

MDA. 2001. "Simply Stated Genetics Myths". *MDA Publications: Quest.* 8(6).
(Online)
Available: http://www.mdausa.org/publications/Quest/q86ss.cfm

Ministry of Education. 1997. *Science in the New Zealand Curriculum.* Wellington: Learning Media Limited.

Mungsing, W. 1993. *Students' Alternative Conceptions about Genetics and The Use of Teaching Strategies for Conceptual Change.* Alberta: Thesis of Doctor of Philosophy (Science Education), University of Alberta.

Nagy, M. H. 1953. "Children's Birth Theories". *The Journal of Genetic Psychology* 83(second half): 217-226.

National Research Council (U.S.). 1996. *National Science Education Standards.* Washington, DC.: National Academy Press.

National Science Teachers Association. 1996. *Scope, Sequence, and Coordination: a Framework for High School Science Education.* Arlington: National Science Teachers Association.

Pashley, M. 1994. "A-level Students: Their Problems With Gene and Allele". *Journal of Biological Education* 28(2): 120-126.

Ramorogo, G. and C. Wood-Robinson. 1995. "Batswana Children's Understanding of Biological Inheritance". *Journal of Biological Education* 29(1): 60-71.

Schwartz, W. 1987. "Teaching Science and Mathematics to At Risk Students". *ERIC Digests.*
(Online)
Available: http://www.ericdigests.org/pre-927/math.htm

Stewart, J. and M. Dale. 1981. "Solutions to Genetics Problems: Are they the same as correct answers?". *The Australian Science Teachers Journal* 27(3): 59-64.

Westbrook, S. L. and E. A. Marek. 1992. "A Cross-age Study of Student Understanding of the Concept of Homeostasis". *Journal of Research in Science Teaching* 29(1): 51-61.

Wood, R. E. 1996. *From My DNA to Darwin: Learning and Teaching in Genetics.* Thesis of Doctor of Philosophy, The University of Waikato.

Wood-Robinson, C. 1994. "Young People's Ideas about Inheritance and Evolution". *Studies in Science Education* 24(-): 29-47.

Yip, D. 1998. "Identification of Misconceptions in Novice Biology Teachers and Remedial Strategies for Improving Biology Learning". *International Journal of Science Education* 20(4): 461-477.