

Development of Technological Pedagogical Biology Content Knowledge (TPAC_{BIOK}) Criteria of Biology Student Teachers

Onuma Phankhat

M.Sc. (Biotechnology), Assistant Professor
Department of Teacher Education, Faculty of Education and Development Sciences
Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus

Nantarat Kruea-In

Ph.D. (Science Education), Assistant Professor
Department of Teacher Education, Faculty of Education and Development Sciences
Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus

Tussatrin Wannagatesiri

Ph.D. (Science Education), Assistant Professor
Department of Teacher Education, Faculty of Education and Development Sciences
Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus

Received: November 8, 2019/ Revised: April 30, 2020/ Accepted: May 26, 2020

Abstract

This study aims 1) develop criteria for biology student teachers' technological pedagogical biology content knowledge (TPAC_{BIOK}) and 2) to try out the developed TPAC_{BIOK} criteria with biology student teachers. Specific criteria for TPAC_{BIOK} comprising 7 components were originally developed and validated by 15 science education experts (IOC = 0.73-1.00). Cronbach's alpha reliability coefficient of the criteria was 0.99. The results from the try out of total 60 criteria reflected that biology student teachers self-assessment scores were higher than the scores from lesson plan assessment and teaching behaviors. Based on the results this study suggests that the biology student teachers' TPAC_{BIOK} should be improved.

Keywords: Technological Pedagogical Biology Content Knowledge, Biology Student Teacher

การพัฒนาเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยา ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี สำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา

อรอุมา พันธุ์เกตุ

วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

นันทรัตน์ เครืออินทร์

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ทัศนรินทร์ วรรณเกตุศิริ

ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา), ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

วันรับบทความ: 8 พฤศจิกายน 2562/ วันแก้ไขบทความ: 30 เมษายน 2563/ วันตอบรับบทความ: 26 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา และ 2) ทดลองใช้เกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา ผู้วิจัยพัฒนาเกณฑ์การประเมินจำเพาะสำหรับครูผู้สอนชีววิทยาตามองค์ประกอบ 7 ด้าน และสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 15 คน พร้อมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องตามเนื้อหา (IOC อยู่ในช่วง 0.73-1.00) และความเชื่อมั่นของเกณฑ์ประเมินโดยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคมีค่า 0.99 ผลการทดลองใช้เกณฑ์ประเมินจำนวนทั้งหมด 60 ข้อสะท้อนให้เห็นว่าแนวโน้มของระดับการประเมินตนเองของนักศึกษาครูชีววิทยาอยู่ในระดับมาก และสูงกว่าผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมการสอนที่ผู้วิจัยสังเกตตามเกณฑ์ประเมินอยู่หนึ่งระดับ ทั้งนี้ ผลการใช้เกณฑ์ประเมินเผยให้เห็นว่า ความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครูชีววิทยายังอยู่ในเกณฑ์ที่ควรได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้น

คำสำคัญ: ความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี, นักศึกษาครูชีววิทยา

บทนำ

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPCK หรือ TPACK) พัฒนามาจากกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Pedagogical Content Knowledge : PCK) ของ Shulman (1986) ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดที่ยอมรับและใช้ในการศึกษาวิจัยโดยการผนวกวิธีการสอนที่เหมาะสมในเนื้อหาวิชาที่ตนเองสอน ต่อมา Mishra และ Koehler (2006) และ Koehler and Mishra (2009) ได้นำกรอบแนวคิด PCK มาพัฒนาโดยการผนวกเทคโนโลยีที่เหมาะสมและหลากหลายกับวิธีการสอน และเนื้อหาที่ตนเองสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (Jang, 2010) ปัจจุบันนี้นักการศึกษาได้นำกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีมาใช้ในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาอย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นวิถีทางที่ครูวิทยาศาสตร์ใช้เทคโนโลยีเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาให้เข้าใจง่ายขึ้นเหมาะสมกับวิธีการสอนของตนเอง เช่น การใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นแนวคิดของนักเรียน หรือสืบค้นโมเดลคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ การใช้ Google Earth เพื่อช่วยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล และเรียนรู้โมเดลเรื่องปรากฏการณ์เอลนีโน เป็นต้น (Lin, Tsai, Chai, & Lee, 2013) การช่วยให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ การสร้างหรือจัดการแบบจำลองปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ (Chai, Koh, & Tsai, 2010; Graham et al., 2009)

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีเป็นกรอบแนวคิดที่ถูกนำมาใช้ส่งเสริมเพื่อช่วยให้ครูผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในการผนวกเทคโนโลยี เนื้อหา และศาสตร์การสอน ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายและเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2009) โดยสามารถแยกตามองค์ประกอบ 7 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) ความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical Knowledge: PK)

ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK) ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) ความรู้ในเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) (Schmidt et al., 2009)

ชีววิทยาเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าซึ่งในการศึกษาจะพึงพาการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือทางชีววิทยารวมถึงเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์เพื่อช่วยในการศึกษาสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามกรอบแนวคิดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ครูผู้สอนชีววิทยาต้องมีความรู้ความเข้าใจการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีในบทเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น (Aquino, 2015; Tafil & Atici, 2016) รวมถึงทักษะการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางชีววิทยาเพื่อศึกษาเนื้อหาชีววิทยาจำเพาะ เช่น การเตรียมสไลด์สด ของเซลล์สิ่งมีชีวิต การใช้กล้องจุลทรรศน์ การใช้เครื่องมือผ่าตัดเพื่อศึกษาระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตและการใช้อุปกรณ์เพื่อทดลองเรื่องระบบนิเวศ เป็นต้น

งานวิจัยที่พัฒนาเกณฑ์การประเมินตนเองเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับเนื้อหาวิชาเฉพาะ ได้แก่ Graham et al. (2009) สร้างแบบสอบถามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (TCK) และการออกแบบการเรียนการสอนโดยนำเทคโนโลยีที่จำเพาะมาใช้ในการสอนชีววิทยา (TPACK) Lin et al. (2013) สร้างแบบสอบถามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับครูวิทยาศาสตร์ที่เน้นความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่คิดใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในเนื้อหาจำเพาะ (TPACK) Cetin-Dindar, Boz, Sonmez, and Celep (2018) สร้างแบบสอบถามความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครุเคมีที่เน้น

ความรู้เกี่ยวกับประเภทของเครื่องมือเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในหัวข้อเคมี ความรู้เกี่ยวกับการมีเครื่องมือเทคโนโลยีที่ต่างกับบมโนทัศน์เคมีที่จำเพาะและการเปรียบเทียบเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน และเลือกเครื่องมือเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการสอนเนื้อหาเคมีของตนเอง (TCK) เห็นได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยานั้นยังไม่ปรากฏงานวิจัยที่ศึกษาผ่านมา ดังนั้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการพัฒนาเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Biology Content Knowledge: TPAC_{BioK}) เป็นสิ่งที่สำคัญ ทั้งนี้ เนื่องจากเกณฑ์การประเมิน TPAC_{BioK} ที่มีความชัดเจนและครอบคลุมประเด็นทางชีววิทยาสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการกำหนดแนวทางและขอบเขตการพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาครูชีววิทยา การสร้างแบบสอบถามให้นักศึกษาครูชีววิทยาในการประเมินตนเอง และการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาที่มีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา
2. เพื่อทดลองใช้เกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา

ตาราง 1

นิยามปฏิบัติการของ TPAC_{BioK} แยกตามองค์ประกอบ 7 ด้าน

องค์ประกอบ	นิยามปฏิบัติการ
1. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK)	ความรู้ความเข้าใจและความสามารถของครูผู้สอนโดยแสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนจนถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการใช้ และประโยชน์ของเทคโนโลยีเหล่านั้นในการสนับสนุนให้การปฏิบัติงานและการสื่อสารในหน้าที่ครูผู้สอนให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด (Mishra & Koehler, 2006; Liang, Chai, Koh, Yang, & Tsai, 2013)

วิธีการศึกษา

กลุ่มเป้าหมาย

งานวิจัยนี้มุ่งสร้างเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา จึงกำหนดกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม ดังนี้ 1) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 15 คน ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนชีววิทยาระดับอุดมศึกษา 3 คน อาจารย์ผู้สอนนักศึกษาครูชีววิทยา 5 คน และอาจารย์ผู้สอนชีววิทยาระดับมัธยมศึกษา 7 คน ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการสอนและ/หรือการนิเทศการสอน นักศึกษาครูชีววิทยา และ 2) นักศึกษาครู สาขาการสอนชีววิทยาชั้นปีที่ 4 จำนวน 13 คน ในหลักสูตรครู 5 ปี ที่ผ่านการเรียนรายวิชาพฤติกรรมกรรมการสอนชีววิทยา (Teaching Behavior in Biology)

กระบวนการพัฒนาเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา ผู้วิจัยได้ศึกษานิยาม รวบรวม และคัดเลือกเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีเทียบเคียงกับงานวิจัยที่ผ่านมา (ดังแสดงในตาราง 1) แล้วเพิ่มเติมเกณฑ์ประเมินจำเพาะสำหรับครูผู้สอนชีววิทยาตามองค์ประกอบ 7 ด้าน จากนั้นนำไปสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาที่มีต่อเกณฑ์การประเมินดังกล่าว เพื่อระบุประเด็นเพิ่มเติมหรือตัดลดเกณฑ์ต่าง ๆ พร้อมทั้งตรวจสอบความเที่ยงเชิงเนื้อหาตามนิยามของ TPAC_{BioK} ที่ตั้งไว้

ตาราง 1 (ต่อ)

องค์ประกอบ	นิยามปฏิบัติการ
2. ความรู้ด้านเนื้อหา (CK)	<p>ความรู้ความเข้าใจของครูผู้สอนเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่สอนโดยมีความรู้ความเข้าใจเชิงลึกในเนื้อหาชีววิทยา ความรู้ในเนื้อหา มโนทัศน์ที่สำคัญ หลักการ ทฤษฎี ข้อปฏิบัติ โครงสร้างและกรอบความคิดของเนื้อหาชีววิทยา ธรรมชาติขององค์ความรู้ และธรรมชาติของการสืบเสาะเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาที่จะใช้ในการสอน รวมถึงนำความรู้ทางชีววิทยาไปเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน มีการรับรู้ความรู้หรือข้อมูลข่าวสารใหม่ ๆ ที่ทันสมัย ตอบคำถามของผู้เรียนได้เมื่อผู้เรียนถามคำถาม และสามารถวาดสรุปอธิบายเนื้อหาชีววิทยาขณะที่ยังสอนได้ (Mishra & Koehler, 2006; Liang et al., 2013; Deng, Chai, So, Qian, & Chen, 2017; Cetin-Dindar et al., 2018)</p>
3. ความรู้ด้านวิธีการสอน (PK)	<p>ความรู้ความเข้าใจและความสามารถของครูผู้สอนเกี่ยวกับกระบวนการและแนวปฏิบัติการสอน วิธีการปฏิบัติการสอนหรือเพื่อการเรียนรู้ กลยุทธ์ วิธีสอนและเทคนิคการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับระดับอายุของผู้เรียน การจัดการชั้นเรียน การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปฏิบัติจริง การวัดและประเมินผลผู้เรียน การดำเนินการสอนให้สอดคล้องและบรรลุให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ค่านิยม และเป้าหมายของการศึกษารวมถึงการให้คำแนะนำ การสร้างแรงจูงใจ การจัดประสบการณ์เสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2009; Schmidt et al., 2009; Lin et al., 2013)</p>
4. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK)	<p>ความรู้ความเข้าใจและความสามารถของครูผู้สอนในการบูรณาการ หรือผนวกความรู้ในเนื้อหาชีววิทยากับวิธีการสอน เทคนิค กลยุทธ์การสอนอย่างเหมาะสม (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2009; Schmidt et al., 2009; Lin et al., 2013)</p>
5. ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (TPK)	<p>ความรู้ความเข้าใจและความสามารถของครูผู้สอนในการบูรณาการ หรือผนวกความรู้ในวิธีการสอนกับความรู้ในเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม และการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Tilya, 2003; Schmidt et al., 2009; Koehler & Mishra, 2009; Koh, Chai, & Tsai, 2010)</p>
6. ความรู้ในเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (TCK)	<p>ความรู้ความเข้าใจและความสามารถของครูผู้สอนในการบูรณาการ หรือผนวกความรู้ในเนื้อหาชีววิทยากับความรู้ในเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เป็นความรู้ในการใช้เทคโนโลยีสนับสนุนเนื้อหา รวมถึงการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีในการเปลี่ยนรูปสิ่งแสดงแทนความรู้ (Knowledge Representation) ให้อยู่ในรูปแบบหรือลักษณะที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ได้ของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น และทักษะการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางชีววิทยา และเทคโนโลยีแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันเป็นมาตรฐาน ทั้งเทคโนโลยีเก่าและเทคโนโลยีใหม่ในระบบแอนะล็อก (Analog System) และระบบดิจิทัล (Digital System) รวมถึงความสามารถในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษา (Koehler & Mishra, 2009; Schmidt et al., 2009; Liang et al., 2013; Deng et al., 2017)</p>
7. ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK)	<p>ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถของครูผู้สอนในการบูรณาการ หรือผนวกเทคโนโลยีที่เหมาะสมและหลากหลายกับกระบวนการสอนในเนื้อหาชีววิทยาที่ตนเองสอน ส่งผลให้เกิดการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ในเนื้อหาชีววิทยาที่สอนด้วยการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2009; Liang et al., 2013; Deng et al., 2017)</p>

ขั้นตอนที่ 2 การหาคุณภาพของเกณฑ์
การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธี
การสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครู
ชีววิทยา คุณภาพของเกณฑ์การประเมินสะท้อน
จากการตรวจสอบความเที่ยงเชิงเนื้อหาจาก
ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน
15 คน (IOC อยู่ในช่วง 0.73-1.00) โดยมีรายการ
ในองค์ประกอบทั้ง 7 ด้าน จำนวนทั้งสิ้น 60 ข้อ
ดังแสดงในตาราง 2 แล้วนำไปทดลองใช้กับ
นักศึกษาครูชีววิทยาจำนวน 40 คน หาค่าความ
เชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
มีค่าเท่ากับ 0.99

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้เกณฑ์การ
ประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธี
การสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา การนำ
เกณฑ์การประเมิน TPAC_{BIOK} มาใช้เพื่อประเมิน
ตนเองของนักศึกษาครูชีววิทยาเกี่ยวกับความรู้
ความเข้าใจ TPAC_{BIOK} ผู้วิจัยประเมินแผนการ
จัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา และพฤติกรรมการ
สอนแบบจุลภาคของนักศึกษาครูชีววิทยา
จำนวน 13 คน โดยวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของ
องค์ประกอบ TPAC_{BIOK} และตีความหมายของ
ค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย
ของ Aquino (2015) โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปล
ความหมายดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง ผู้ตอบแบบ
ประเมินมีระดับความคิดเห็นในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง ผู้ตอบแบบ
ประเมินมีระดับความคิดเห็นในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ผู้ตอบแบบ
ประเมินมีระดับความคิดเห็นในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ผู้ตอบแบบ
ประเมินมีระดับความคิดเห็นในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ผู้ตอบแบบ
ประเมินมีระดับความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. การพัฒนาเกณฑ์การประเมินความรู้
ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธี
การสอนและเทคโนโลยี
สำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา

จากการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
ทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษามีข้อเสนอแนะในประเด็น
ต่าง ๆ ดังนี้ 1) ด้าน TK เน้นที่ใช้แอปพลิเคชัน
แอนิเมชัน และสถานการณ์จำลองเสมือนจริงที่
เกี่ยวกับเนื้อหาชีววิทยา ในประเด็นดังกล่าวผู้วิจัย
มีความคิดเห็นว่าเป็นสอดคล้องกับการออกแบบ
วิธีการสอน หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ประกอบการใช้รูปภาพ คลิปวิดีโอ สื่อแอนิเมชัน
แบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหา
ชีววิทยาที่สอน 2) ด้าน PCK เกี่ยวกับการประเมิน
เพื่อพัฒนาการเรียนในห้องเรียนเกิดขึ้นอย่างไร
ต่อเนื่องระหว่างการเรียนรู้การสอน เป็นกระบวนการ
ประเมินที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็งด้วย
ตนเอง เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้และผลงานของ
ตนเองได้ด้วยวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนความรู้
ความสามารถของตนเอง และ 3) ด้าน TCK ควร
เน้นการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
ชีววิทยาที่สอน เนื่องจากชีววิทยาเป็นการศึกษา
ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต การศึกษา
ปรากฏการณ์จากธรรมชาติ เป็นการศึกษาความจริง
ตามเหตุและผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ดังนั้น การศึกษาเนื้อหาชีววิทยาบางเนื้อหาต้อง
พึ่งพาการใช้อุปกรณ์ทางชีววิทยา เช่น การใช้กล้อง
จุลทรรศน์ศึกษารูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์
สิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่สามารถเห็นได้ด้วย
ตาเปล่า การใช้เครื่องมือผ่าตัดศึกษาสรีรวิทยาของ
สิ่งมีชีวิต และการเตรียมสไลด์สดของเซลล์สิ่งมีชีวิต
 เป็นต้น

2. ผลการทดลองใช้เกณฑ์การประเมิน ความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธี การสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา

ผลการประเมินตนเอง การประเมิน
แผนการจัดการเรียนรู้ และพฤติกรรมการสอน
แบบจุลภาคของนักศึกษาครูชีววิทยา จำนวน 13 คน
เกี่ยวกับ TPAC_{BIOK} ในแต่ละด้าน รายละเอียดดัง
แสดงในตาราง 2

ตาราง 2

คุณภาพของเกณฑ์การประเมินความรู้ในเนื้อหาชีววิทยามหาวิทยาลัยการสอนและเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูชีววิทยา (Cronbach' $\alpha = .99$)

องค์ประกอบของ TPAC _{BIOK}	การประเมินตนเอง			แผน+พฤติกรรมการสอน		
	Mean	S.D.	การแปลผล	Mean	S.D.	การแปลผล
องค์ประกอบ 1 ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK)	3.83	.82	มาก	3.47	.79	ปานกลาง
1. การใช้โปรแกรม Word-Processor	4.38	.77	มาก	4.46	.88	มาก
2. การใช้โปรแกรม Electronic Spreadsheet	3.08	.95	ปานกลาง	2.62	1.33	ปานกลาง
3. การสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต (เช่น E-mail, Skype, Line, Messenger, WhatsApp)	4.38	.65	มาก	3.54	1.33	มาก
4. การใช้โปรแกรมแก้ไขภาพ (เช่น Photoshop)	3.31	.86	ปานกลาง	3.00	1.53	ปานกลาง
5. การใช้โปรแกรมนำเสนองาน (เช่น MS-PowerPoint)	4.46	.78	มาก	4.08	.95	มาก
6. การค้นหาข้อมูล เนื้อหาสาระจากเว็บไซต์	4.54	.52	มากที่สุด	4.38	1.26	มาก
7. การใช้งาน Web 2.0 (เช่น Facebook, Blog, Wikis)	4.15	.69	มาก	3.31	1.44	ปานกลาง
8. การใช้งานระบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ LMS (เช่น Moodle)	2.31	1.38	น้อย	2.38	1.50	น้อย
องค์ประกอบ 2 ความรู้ด้านเนื้อหา (CK)	3.80	.24	มาก	3.50	.32	มาก
1. ความรู้ความเข้าใจแนวคิดที่สำคัญ หลักการ ทฤษฎี ข้อปฏิบัติในเนื้อหาชีววิทยาที่ถูกต้อง	4.23	.73	มาก	3.15	.99	ปานกลาง
2. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตั้งคำถามและสมมติฐาน ทดลอง และลงข้อสรุปได้	4.00	1.16	มาก	3.62	1.12	มาก
3. การอธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่สอดคล้องตามแนวคิดทางชีววิทยาได้อย่างสมเหตุสมผล	3.62	1.19	มาก	3.31	1.18	ปานกลาง
4. การเชื่อมโยงเนื้อหาชีววิทยาไปสู่เนื้อหาอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันได้	3.62	.87	มาก	3.23	1.01	ปานกลาง
5. การตอบคำถามผู้เรียนได้เมื่อผู้เรียนถามคำถามทางชีววิทยา	3.85	1.35	มาก	3.38	1.26	ปานกลาง
6. การบันทึกข้อมูล หรือแผนภาพ หรือวาดรูป อธิบายเพื่อสรุปหรืออธิบายเนื้อหาชีววิทยาได้	3.69	.95	มาก	3.92	1.44	มาก
7. การนำความรู้ทางชีววิทยาไปเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน	3.62	1.04	มาก	3.92	1.04	มาก
องค์ประกอบ 3 ความรู้ด้านวิธีการสอน (PK)	4.12	.41	มาก	3.10	.49	ปานกลาง
1. การเลือกมาตรฐานและตัวชี้วัด และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ถูกต้อง	4.54	.66	มากที่สุด	3.54	1.05	มาก

ตาราง 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของ TPAC _{BioK}	การประเมินตนเอง			แผน+พฤติกรรมการสอน		
	Mean	S.D.	การแปลผล	Mean	S.D.	การแปลผล
2. การออกแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	4.23	.73	มาก	2.54	.66	ปานกลาง
3. การใช้วิธีการเรียนรู้ในห้องเรียนที่หลากหลายเหมาะสมกับผู้เรียน	3.92	.95	มาก	2.46	.88	น้อย
4. การบริหารจัดการชั้นเรียน	3.77	.83	มาก	3.46	.97	ปานกลาง
5. การจัดระเบียบและรักษาระเบียบในห้องเรียน	3.46	.97	ปานกลาง	3.23	.93	ปานกลาง
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	4.23	.73	มาก	2.77	1.17	ปานกลาง
7. การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย	4.15	.80	มาก	2.46	.97	น้อย
8. การใช้วิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้	3.85	.90	มาก	3.31	1.03	ปานกลาง
9. การกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเป็นกลุ่มได้	4.15	.80	มาก	3.69	.95	มาก
10. ความเข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลาย และความแตกต่างของผู้เรียน	3.92	1.04	มาก	3.54	1.20	มาก
องค์ประกอบ 4 ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน (PCK)	3.82	.45	มาก	2.96	.31	ปานกลาง
1. การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของเนื้อหาชีววิทยาที่สอนได้ถูกต้อง	4.46	.66	มาก	3.00	.91	ปานกลาง
2. การเลือกใช้วิธีการสอนได้เหมาะสมกับเนื้อหาชีววิทยาที่จะสอนได้	3.92	.64	มาก	2.69	.75	ปานกลาง
3. การใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ และเกิดกระบวนการคิดเกี่ยวกับเนื้อหาชีววิทยา	3.92	.86	มาก	3.00	1.08	ปานกลาง
4. การทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาชีววิทยาที่สอน	3.62	1.33	มาก	3.23	1.24	ปานกลาง
5. เลือกใช้วิธีการสอนเพื่อแก้ไข misconceptions ที่คลาดเคลื่อนทางชีววิทยาของผู้เรียนได้	3.54	1.20	มาก	2.85	1.41	ปานกลาง
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	4.38	.51	มาก	2.38	1.04	น้อย
7. การพัฒนาแบบทดสอบ หรือแบบสำรวจอื่น ๆ เพื่อประเมินผลในเนื้อหาชีววิทยาอย่างหลากหลาย	3.15	1.28	ปานกลาง	2.92	1.32	ปานกลาง

ตาราง 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของ TPAC _{BIOK}	การประเมินตนเอง			แผน+พฤติกรรมการสอน		
	Mean	S.D.	การแปลผล	Mean	S.D.	การแปลผล
8. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นประยุกต์ใช้เนื้อหาชีววิทยาในการแก้ปัญหาในห้องเรียนและในชีวิตประจำวัน	3.31	1.18	ปานกลาง	3.08	1.19	ปานกลาง
9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ หรือแก้ปัญหาเพื่อเข้าใจในเนื้อหาชีววิทยา	4.08	.86	มาก	3.46	1.05	ปานกลาง
องค์ประกอบ 5 ความรู้ในวิธีการสอนผนวกเทคโนโลยี (TPK)	4.02	.51	มาก	3.49	.38	ปานกลาง
1. การเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวิธีการสอนของตนเอง	4.31	.48	มาก	3.77	.93	มาก
2. การเลือกเทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เหมาะสม	4.31	.63	มาก	3.62	.96	มาก
3. การเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน	4.31	.75	มาก	3.69	1.03	มาก
4. การใช้เทคโนโลยีกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4.00	1.00	มาก	3.69	.95	มาก
5. การใช้เทคโนโลยี สื่อทางคอมพิวเตอร์ และข้อมูลสารสนเทศเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด	3.85	1.14	มาก	3.38	1.19	ปานกลาง
6. การช่วยให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง	4.15	.69	มาก	4.15	1.21	มาก
7. การใช้เทคโนโลยีเพื่อการทำงานร่วมกัน และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนทั้งในและนอกชั้นเรียน	3.46	1.39	ปานกลาง	3.00	1.58	ปานกลาง
8. การใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการวัดและประเมินผลการเรียนของผู้เรียน	4.15	.80	มาก	3.31	1.25	ปานกลาง
9. การจัดการชั้นเรียนขณะที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน	3.69	.86	มาก	3.46	1.27	ปานกลาง
10. การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเป็นช่องทางในการรับหรือส่งข้อมูลระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนด้วยกัน	3.31	1.18	ปานกลาง	2.85	1.46	ปานกลาง
องค์ประกอบ 6 ความรู้ในเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (TCK)	3.31	.67	ปานกลาง	3.10	.60	ปานกลาง
1. การใช้เทคโนโลยีช่วยในการสืบค้นเนื้อหา หรือข้อมูลทางชีววิทยาในการสนับสนุนความสมบูรณ์	4.38	.65	มาก	4.23	1.17	มาก

ตาราง 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของ TPAC _{BioK}	การประเมินตนเอง			แผน+พฤติกรรมการสอน		
	Mean	S.D.	การแปลผล	Mean	S.D.	การแปลผล
2. การเลือกรูปภาพ คลิปวิดีโอ สื่อแอนิเมชัน แบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาชีววิทยาที่สอน	4.31	.86	มาก	4.15	1.07	มาก
3. การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ หรือเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาชีววิทยา	4.15	.69	มาก	3.85	1.07	มาก
4. การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการจัดการ และการสื่อสารข้อมูลของเนื้อหาชีววิทยา	4.15	.69	มาก	3.92	1.12	มาก
5. การสืบค้นมีโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาชีววิทยาผ่านอินเทอร์เน็ต	4.23	.93	มาก	3.46	1.66	ปานกลาง
6. การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทางชีววิทยา						
- การใช้กล้องจุลทรรศน์	3.77	1.42	มาก	3.15	1.41	ปานกลาง
- การเก็บรักษาตัวอย่างพืช (การอัดแห้ง, การดองในน้ำยา)	2.77	1.24	ปานกลาง	2.69	1.32	ปานกลาง
- การเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์ (การดองน้ำยา การสตัฟ)	2.69	1.18	ปานกลาง	2.62	1.26	ปานกลาง
- การใช้อุปกรณ์การแพร่แบบออสโมซิส (Osmosis Apparatus Set)	2.77	1.01	ปานกลาง	2.62	1.19	ปานกลาง
- การใช้อุปกรณ์ทดลองปัจจัยที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	3.00	1.23	ปานกลาง	2.85	1.41	ปานกลาง
- การใช้เครื่องมือผ่าตัด (Dissecting Set) เพื่อศึกษาระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต	3.23	1.48	ปานกลาง	2.92	1.55	ปานกลาง
- การเตรียมสไลด์สดของเซลล์สิ่งมีชีวิต	3.77	1.54	มาก	3.38	1.76	ปานกลาง
- การใช้อุปกรณ์เพื่อทดลองเรื่องระบบนิเวศ	3.38	1.39	ปานกลาง	3.15	1.63	ปานกลาง
- การใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง	2.85	1.14	ปานกลาง	2.62	1.33	ปานกลาง
- การใช้เครื่องวัดความจุปอด	2.69	1.11	ปานกลาง	2.62	1.39	ปานกลาง
- การใช้เครื่องวัดอัตราการหายใจ	2.77	1.17	ปานกลาง	2.62	1.33	ปานกลาง
- การใช้เครื่องวัดการคายน้ำ	2.69	1.11	ปานกลาง	2.62	1.26	ปานกลาง
- การใช้อุปกรณ์ปอดเทียม	2.69	1.03	ปานกลาง	2.46	1.20	น้อย
- การใช้อุปกรณ์การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	2.62	1.04	ปานกลาง	2.46	1.20	น้อย

ตาราง 2 (ต่อ)

องค์ประกอบของ TPAC _{BIOK}	การประเมินตนเอง			แผน+พฤติกรรมการสอน		
	Mean	S.D.	การแปลผล	Mean	S.D.	การแปลผล
องค์ประกอบ 7 ความรู้ในเนื้อหาทฤษฎีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK)	4.01	.28	มาก	2.52	.21	ปานกลาง
1. การใช้เครื่องมือเทคโนโลยีเพื่อสร้างแนวปฏิบัติการสอนที่อยู่บนพื้นฐานความรู้ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน และสอดคล้องเป็นไปตามทฤษฎีที่เกี่ยวกับความรู้เนื้อหาชีววิทยา	4.23	.73	มาก	2.38	.51	น้อย
2. การปรับ หรือประยุกต์เทคโนโลยีที่มีอยู่ให้สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับบริบทของโรงเรียน หรือผู้เรียน และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.31	.75	มาก	2.54	.52	ปานกลาง
3. การเลือกใช้วิธีการสอนและสื่อเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเนื้อหาชีววิทยาในแต่ละหัวข้อเพื่อช่วยให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้น	4.31	.63	มาก	2.92	.95	ปานกลาง
4. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาชีววิทยาในแต่ละหัวข้อ เพื่อจัดประสบการณ์จริงแก่ผู้เรียน	3.92	1.12	มาก	2.31	.75	น้อย
5. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบจำลองวิดีโอเสมือนจริงที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาชีววิทยาในแต่ละหัวข้อเพื่อช่วยให้เรียนรู้ในสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้จริง	3.85	.99	มาก	2.62	.87	ปานกลาง
6. การออกแบบวิธีการสอนหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการใช้รูปภาพ คลิปวิดีโอแบบจำลองคอมพิวเตอร์ สื่อแอนิเมชันที่สอดคล้องกับเนื้อหาชีววิทยาที่สอน	3.92	.86	มาก	2.69	.63	ปานกลาง
7. การใช้เครื่องมือเทคโนโลยีเพื่อช่วยลดความยุ่งยากของการปฏิบัติงานสอนชีววิทยา	4.15	.56	มาก	2.62	.77	ปานกลาง
8. การใช้การสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตกับผู้เรียนเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาชีววิทยา	3.38	1.19	ปานกลาง	2.23	.44	น้อย
9. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ ประกอบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ชีววิทยาของผู้เรียน	4.00	.72	มาก	2.54	.78	ปานกลาง
10. การใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ช่วยในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการประยุกต์ใช้เนื้อหาชีววิทยาในการแก้ปัญหาในห้องเรียนและในชีวิตประจำวัน	4.00	.91	มาก	2.31	.63	น้อย

จากตาราง 2 ผลการประเมินตนเองของ นักศึกษาครูชีววิทยา จำนวน 13 คน ในภาพรวม พบว่า นักศึกษาระบุความรู้ความเข้าใจของตนเอง ด้าน TCK อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.31) จากข้อมูลรายชื่อพบว่า นักศึกษาประเมินตนเองในระดับปานกลางเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์และ เครื่องมือทางชีววิทยา ส่วนในด้านอื่น ๆ อยู่ในระดับ มาก (ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.80-4.12) และผลการ ทดลองใช้เกณฑ์ TPAC_{BIOK} เพื่อประเมินแผนการ จัดการเรียนรู้และพฤติกรรมการสอน ในภาพรวม พบว่า นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจด้าน CK อยู่ใน ระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50) ส่วนในด้านอื่น ๆ อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.52 - 3.49) ในการเปรียบเทียบการใช้เกณฑ์การประเมิน TPAC_{BIOK} ประเมินตนเอง ประเมินแผนการจัดการ เรียนรู้และพฤติกรรมการสอน พบว่าด้าน CK อยู่ใน ระดับมากเช่นเดียวกัน และด้าน TCK อยู่ในระดับ ปานกลางเช่นเดียวกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักศึกษา ต้องการการส่งเสริมความรู้ด้าน TCK โดยเฉพาะการ ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทางชีววิทยา ทั้งนี้ในความรู้ ด้านอื่น ๆ พบว่าแนวโน้มของระดับการประเมิน ตนเองสูงกว่าการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และ พฤติกรรมการสอนอยู่หนึ่งระดับ ซึ่งสะท้อนให้เห็น ว่า นักศึกษาเชื่อมั่นในความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ TPAC_{BIOK} สูงกว่าผลการประเมินแผนการจัดการ เรียนรู้ที่นักศึกษาออกแบบ และพฤติกรรมการสอน ของนักศึกษาที่ผู้วิจัยสังเกตตามสภาพจริง ทั้งนี้ ความรู้ในเนื้อหาชีววิทยามนวกวิธีการสอนและ เทคโนโลยีของนักศึกษาครูชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์ ที่ควรได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้น

การอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้สร้างเกณฑ์การประเมิน TPAC_{BIOK} ที่มีความจำเพาะสำหรับครูผู้สอนวิชา ชีววิทยาโดยการรวบรวมองค์ประกอบของ TPACK ในงานวิจัยที่ผ่านมา และเพิ่มเติมในประเด็นทาง ชีววิทยาตามมุมมองของผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 15 คน เพื่อให้เกิดความครบถ้วนและสมบูรณ์ตามองค์ประกอบ ของ TPAC_{BIOK} ในทุกด้านตามบริบทของการจัดการ

เรียนรู้เนื้อหาชีววิทยาของประเทศไทยที่ส่งผลให้ เกิดความแตกต่างของเกณฑ์การประเมินในบาง ประเด็น เช่น การรักษาสสมดุลระหว่างการ จัด กระบวนการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ หลักฐาน เชิงประจักษ์ การเรียนรู้จากสื่อคอมพิวเตอร์จำลอง สถานการณ์ และการเน้นการวัดและประเมินเพื่อ สะท้อนคิด เป็นต้น สำหรับค่าคุณภาพของเกณฑ์การ ประเมินที่พัฒนาขึ้นมีระดับความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.99 ซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ งานวิจัยที่พัฒนาเครื่องมือเกี่ยวกับ TPACK ที่ผ่านมา (Schmidt et al., 2009; Chai et al., 2010; Kafyulilo, Fisser, & Voogt, 2013; Cengiz, 2015; Deng et al., 2017)

นอกจากนี้ การเปรียบเทียบการใช้เกณฑ์ การประเมิน TPAC_{BIOK} ประเมินตนเอง ประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมการสอนของ นักศึกษา มีแนวโน้มของระดับการประเมินตนเองสูง กว่า การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้และ พฤติกรรมการสอนของนักศึกษาที่ผู้วิจัยสังเกตตาม สภาพจริงอยู่หนึ่งระดับ โดยมีด้านที่มีระดับการ ประเมินอยู่ระดับเดียวกัน 2 ด้าน ได้แก่ ด้าน CK อยู่ ในระดับมาก และด้าน TCK อยู่ในระดับปานกลาง โดยเฉพาะการประเมินรายชื่อเกี่ยวกับการใช้ อุปกรณ์และเครื่องมือทางชีววิทยา (ค่าเฉลี่ยอยู่ใน ช่วง 2.46-3.77) สะท้อนให้เห็นว่านักศึกษาขาด ความรู้ความเข้าใจ และขาดทักษะการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือทางชีววิทยาบางประเภท เช่น การใช้ อุปกรณ์ปอดเทียม และการใช้อุปกรณ์การหายใจ แบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นต้น ซึ่งเครื่องมืออุปกรณ์ เกี่ยวกับเนื้อหาชีววิทยาจำเพาะเป็นเครื่องมือ เทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาชีววิทยามากขึ้น โดยนักศึกษา ที่ได้รับการกระตุ้นเพื่อส่งเสริมการผนวกเทคโนโลยี กับประสบการณ์การเรียนรู้ (TCK) จากการฝึก ปฏิบัติในชั้นเรียนจะมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการ สอนและเทคโนโลยี (Aquino, 2015) ดังนั้น ในการ พัฒนานักศึกษาครูชีววิทยาจึงมีความจำเป็นต้อง พัฒนาทักษะการใช้เครื่องมืออุปกรณ์เกี่ยวกับเนื้อหา ชีววิทยาจำเพาะร่วมด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้มีรายละเอียด และจำนวนข้อที่ค่อนข้างมาก โดยการนำไปใช้ เช่น การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ การนิเทศ หรือการประเมินความรู้ความสามารถของครูผู้สอนชีววิทยา เป็นต้น ผู้ประเมินจำเป็นต้องพิจารณาบริบทของเนื้อหาชีววิทยานั้น ๆ ว่าสามารถบรรลุตามเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้หรือไม่ ยกตัวอย่างเช่น การใช้เทคโนโลยีเพื่อการทำงานร่วมกัน และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนทั้งในและนอกห้องเรียน รวมถึงการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเป็นช่องทางในการรับหรือส่งข้อมูลระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนด้วยตนเอง อาจไม่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Aquino, A. B. (2015). Self-efficacy on technological, pedagogical and content knowledge (TPACK) of biological science pre-service teachers. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research, 3*(4), 151-57.
- Cengiz, C. (2015). The development of TPACK, technology integrated self-efficacy and instructional technology outcome expectations of pre-service physical education teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 43*(5), 411-422.
- Cetin-Dindar, A., Boz, Y., Sonmez, D. Y., & Celep, N. D. (2018). Development of pre-service chemistry teachers' technological pedagogical content knowledge. *Chemistry Education Research and Practice, 1*-30. Retrieved September, 22, 2019, from <http://xlink.rsc.org/?DOI=C7RP00175D>.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L. & Tsai, C-C. (2010). Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). *Education Technology & Society, 13*(4), 63-73.
- Deng, F., Chai, C. S., So, H-J., Qian, Y., & Chen, L. (2017). Examining the validity of the technological pedagogical content knowledge (TPACK) framework for preservice chemistry teachers. *Australasian Journal of Educational Technology, 33*(3), 1-14.
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., Clair, L. St., & Harris, R. (2009). Measuring the TPACK con dence of inservice science teachers. *TechTrends, 53*(5), 70-79.
- Jang, S. (2010). Integrating the interactive whiteboard and peer coaching to develop the TPACK of secondary science teachers. *Computers & Education, 55*(4), 1744-1751.

1.2 เกณฑ์การประเมิน TPAC_{BIOK} นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาความสามารถของครูผู้สอนชีววิทยาทั้งในรูปแบบเกณฑ์การประเมินวินิจฉัยก่อนเรียน การประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้และการประเมินหลังเรียน ในฐานะของผู้เรียนเองสามารถใช้เป็นกรอบตรวจสอบตนเองในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการผนวกเทคโนโลยี เนื้อหาชีววิทยา และศาสตร์การสอน เพื่อให้เกิดการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการสังเกตพฤติกรรมการสอนของนักศึกษาคณะชีววิทยา พบว่า นักศึกษาบางคนออกแบบการเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด รวมถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด ดังนั้น หัวข้อวิจัยที่น่าสนใจในการศึกษาต่อไปต้องมีการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาชีววิทยาผนวกวิธีการสอน

- Kafyulilo, A. C., Fisser, P. & Voogt, J. (2013). TPACK development in teacher design teams : Assessing the teachers' perceived and observed knowledge. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 4698-4703.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S. & Tsai, C. C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore pre-service teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 563-573.
- Liang, J. C., Chai, C. S., Koh, J. H. L., Yang, C-J., & Tsai, C-C. (2013). Surveying in-service preschool teachers' technological pedagogical content knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4), 581-94.
- Lin, T-C., Tsai, C-C., Chai, C. S., & Lee, M-H. (2013). Identifying science teachers' perceptions of technological pedagogical and content knowledge (TPACK). *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 325-336.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Schmidt, D. A., Baran, A. D., Thompson, A. D. P., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an Assessment instrument for preservice teacher. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Education Research*, 15(2), 4-14.
- Tafli, T., & Atici, T. (2016). The opinions of pre-service biology teacher' about the context teacher' skills in technological pedagogical content knowledge. *European Journal of Education Studies*, 2(9), 21-36.
- Tilya, F. (2003). *Teacher support for the use of MBL in activity-based physics teaching in Tanzania. Doctoral dissertation*. Enschede: University of Twente.