

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ **Pre-Service Science Teachers' Understanding of Nature of Science and Ability to Integrate Nature of Science into Teaching**

อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ^{1,*}, พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ², สุรพล วิเศษสรรค์³
และ เฉลิมพล กาญจนวรินทร์⁴
Artitaya Jituafeua^{1,*}, Pongprapan Pongsophon², Suraphon Visetsorn³
and Chalermpol Kanchanawarin⁴

ABSTRACT

Certainly, without knowledge and ability to integrate the nature of science (NOS) into teaching, instructors cannot effectively teach NOS. The purpose of this study was to investigate pre-service science teachers' understanding of NOS and their ability to integrate NOS into teaching. The participants consisted of 17 pre-service science teachers from a teacher preparation institution in Southern Thailand. The study was conducted during their field experience in the second semester, academic year 2011. The researcher measured the pre-service science teachers' understanding of NOS using the Views of Nature of Science (VNOS C) questionnaire developed by Lederman. The responses were examined and categorized into groups using Ho-Wisniewski's analytical framework. The researcher measured the ability to integrate NOS into teaching by classroom observation, examining the participants' lesson plans, interviewing university supervisors and

¹ โครงการปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Doctoral Program in Science Education, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

² ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

³ ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Zoology, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

⁴ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Physics, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

* Corresponding author, e-mail: artitaya_sci@hotmail.com

cooperating teachers on the participants' teaching practice to portray NOS instruction, and by validating the findings. The results indicated that most of the pre-service science teachers held naive views of NOS in all aspects except for the tentative nature of scientific knowledge. On their ability to integrate NOS into teaching, the results indicated that pre-service science teachers had two approaches to teaching NOS; the implicit approach and the deficient approach.

Keywords: nature of science, ability to integrate nature of science, pre-service science teachers

บทคัดย่อ

หากขาดความรู้และความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้สอนจะไม่สามารถจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์จำนวน 17 คน ของมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในภาคใต้ และฝึกประสบการณ์วิชาชีพในภาคปลาย ปีการศึกษา 2554 ผู้วิจัยวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Views of Nature of Science) หรือ VNOS (C) พัฒนาโดย Lederman วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการตีความและจัดกลุ่มคำตอบตามแนวคิดของ Ho-Wisniewski และวัดความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตชั้นเรียน ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ สัมภาษณ์อาจารย์นิเทศก์และอาจารย์พี่เลี้ยง จากนั้นวิเคราะห์ประเภทของการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่านักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับประชาคมนักวิทยาศาสตร์แทบทุกด้าน ยกเว้นด้านความเป็นพลวัต ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สองรูปแบบ ได้แก่ การบูรณาการ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบไม่ชัดเจน และการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ปรากฏธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์

บทนำ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถือเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ดังจะเห็นได้จากการระบุธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งระดับชาติและนานาชาติ ดังเช่น สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science [AAAS]) ได้กำหนดให้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ (AAAS, 1993) สำหรับประเทศไทยได้ให้ความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ซึ่งปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 8 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยกำหนดให้เป็นสาระบูรณาการ ซึ่งผู้สอนจะต้องสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไปด้วยเสมอในการสอนวิทยาศาสตร์ทุกเนื้อหาและทุกระดับ ทั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายกลุ่มได้แสดงจุดยืนว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยเพิ่ม ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุจุดแข็งและข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พัฒนามุมมองเกี่ยวกับวิธีการทาง

วิทยาศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการอื่นๆ ของความรู้ (Lederman, 2007 cited Driver *et al.*, 1996)

ปัจจุบันหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะและได้เสนอแนะแนวทางการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ระบุในหลักสูตรมุ่งเน้นไปที่การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ จิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) หากพิจารณาแล้วอาจยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ทั้งนี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ระบุในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ ที่สำคัญมีหลายด้าน อาทิ การอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต ลงความเห็นและความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งผู้สอนควรสอดแทรกหรือบูรณาการประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวลงไปในการจัดการเรียนรู้ ปัจจุบันมีวิธีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้จากงานวิจัยบ่งชี้ว่า วิธีสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนความคิดเป็นวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดขณะนี้ (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002) แต่จากงานวิจัยได้สะท้อนให้เห็นว่าครูส่วนใหญ่ขาดทั้งความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และขาดความสามารถ ในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998) โดยเฉพาะด้านความแตกต่างระหว่างทฤษฎีและกฎ รวมถึงด้านการสังเกตและการลงความเห็น (สุทธิดา และ นฤมล, 2551) ปัจจุบันแม้ครูพยายามที่จะสร้างความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ก็มุ่งเน้นไปที่วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit) ผ่านทักษะ

กระบวนการและวิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยสันนิษฐานว่าการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นผ่านกระบวนการและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งขาดการอภิปรายประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000)

สำหรับบริบทของประเทศไทยมีข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อยมาก จึงทำให้เกิดข้อคำถามต่อมาว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์จากสถาบันผลิตครูของไทย ผู้ซึ่งเป็นฟันเฟืองหลักในการขับเคลื่อนวิชาชีพครูในอนาคต มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานที่กำหนดอย่างไร เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานอันจะทำให้สถาบันผลิตครูสามารถกำหนดแนวทางในการพัฒนานักศึกษาครูให้มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและสามารถถ่ายทอดการรับรู้ไปสู่ห้องเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์

วิธีการวิจัย

ประเด็นที่ศึกษา

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดของ Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, and Schwartz (2002) ได้แก่ 1) การอ้างอิงหลักฐาน

เชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 2) การสังเกต ลงความเห็นและความคิดตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 3) ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ 4) จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5) การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 6) มติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ 7) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ 8) ความเป็นพลวัตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอน ตามกรอบแนวคิดซึ่งเสนอโดย Abd-El-Khalick, Bell, and Lederman (1998), Abd-El-Khalick and Lederman (2000) รวมทั้ง สุทธิดา และ นฤมล (2551) ได้แก่ (1) การสอนที่ไม่ปรากฏธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Deficient) (2) การสอนที่บอกความรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Didactic) (3) การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit) และ (4) การสอนที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด (Explicit and Reflective)

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในครั้งนี้ ประกอบด้วยนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 5 จำนวน 17 คน ของมหาวิทยาลัยราชภัฏแห่งหนึ่งในภาคใต้ และฝึกประสบการณ์วิชาชีพภาคปลายปีการศึกษา 2554 ทั้งหมดมีประสบการณ์ในการปฏิบัติการสอนหนึ่งภาคเรียน ก่อนฝึกประสบการณ์วิชาชีพทุกคนผ่านการเรียนวิชาชีพครู วิชาเฉพาะและวิชาทักษะการสอนมาแล้ว และไม่มีประสบการณ์ในการเรียนหรือได้รับการอบรมด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ ทั้งนี้ในการรายงานผลการวิจัยจะใช้รหัสแทนชื่อนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น โดย F แทน เพศหญิงและ M แทนเพศชาย

ระยะเวลา การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการในภาคปลาย ปีการศึกษา 2554 รวมระยะเวลา 20

สัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. เครื่องมือวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ Views of Nature of Science (VNOS (C)) พัฒนาโดย Lederman et al. (2002) มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด 10 ข้อ วัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 8 ด้าน แบบวัดนี้ได้ผ่านการพิจารณาและตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5 ท่าน ทั้งนี้มีการทดลองใช้แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนใช้จริง ซึ่งมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76

2. เครื่องมือประเมินความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิธีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 รูปแบบได้แปรมาเป็นพฤติกรรมการสอนหรือตัวบ่งชี้ การพิจารณาความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละแบบจะอาศัยหลักฐานที่ได้จากการสังเกตชั้นเรียน การสัมภาษณ์อาจารย์ในเทศก์และอาจารย์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามข้อมูลที่ต้องการศึกษา ดังนี้

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสัปดาห์ที่ 6 ผู้วิจัยให้นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูทั้ง 17 คน ทำแบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 60 นาที

ความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอน

1. ผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาคปลาย ปีการศึกษา 2554 โดยสังเกตกลุ่มที่ปฏิบัติการสอนระดับประถมศึกษาตอนต้น ประถมศึกษาตอนปลาย และมัธยมศึกษาตอนต้น จากกลุ่มที่ศึกษาทั้งหมด 17 คน ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดของสภาพที่ตั้งของโรงเรียนที่ห่างไกลจึงทำให้สามารถสังเกตการสอนของนักศึกษาได้เพียง 14 คน คนละ 1-3 ครั้ง เฉลี่ยคนละ 2 ครั้ง ต่อนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู 1 คน เว้นระยะการสังเกต 1 เดือน ทั้งนี้ผู้วิจัยอยู่ในสนามวิจัยระยะเวลานาน (Prolonged Engagement) ทำให้ตรวจสอบได้ว่าข้อมูลที่ได้นั้นมีความผิดพลาดบิดเบือนมากน้อยเพียงใด โดยเริ่มสังเกตการสอนในสัปดาห์ที่ 5 และ 7 จากการจัดการเรียนรู้ 20 สัปดาห์ ใช้เวลาสังเกตแต่ละครั้ง 50 นาที และบันทึกวิดีโอทุกครั้ง

2. ระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสัปดาห์ที่ 6 ผู้วิจัยให้นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพทำแบบสอบถามการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 60 นาที

3. สัมภาษณ์อาจารย์นิเทศก์และอาจารย์ที่เลี้ยงในประเด็นการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนในระหว่างนักศึกษาฝึกปฏิบัติการสอนในสัปดาห์ที่ 15

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ VNOS (C) โดยการจัดกลุ่มของคำตอบออกเป็น 4 ประเภท (ปรับปรุงจาก Ho-Wisniewski, 2008) คือ 1) มีมุมมองสอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในประชาคมนักวิทยาศาสตร์ (Informed View: IV) 2) มุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition View: TV) โดยตอบไม่ครบถ้วนหรือมีส่วนที่ไม่ถูกต้อง 3) มีมุมมองไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Naïve View: NV) และ 4) ไม่สามารถ

จัดกลุ่มได้ (Not Categorized: NC) จากนั้นหาความถี่และรายงานโดยใช้ค่าความถี่ในแต่ละกลุ่ม ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater Reliability) โดยผู้ตรวจซึ่งมีความรู้และมีประสบการณ์ในการสอนและวิจัยธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 คนแยกตรวจข้อมูลชุดเดียวกันอย่างอิสระแล้วพิจารณาความสอดคล้องของการตีความ อภิปรายและหาข้อสรุปในการจัดกลุ่มคำตอบเพื่อให้เกิดความเที่ยง

2. วิเคราะห์ประเภทการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เทคนิคสามเส้าด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (Methodological Triangulation) จากการสังเกตการสอน วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ การสัมภาษณ์อาจารย์ที่เลี้ยง/อาจารย์นิเทศก์ รวมทั้งแบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบยืนยันวิธีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัย

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

จากการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูพบว่า โดยภาพรวมนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยน และมีมุมมองไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในประชาคมนักวิทยาศาสตร์แทบทุกด้าน ยกเว้นความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 1

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 สามารถจำแนกความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้ 3 รูปแบบ โดยแบ่งตามความถี่ในการตอบเป็นเกณฑ์ ดังนี้

ตารางที่ 1 ความเข้าใจของเนื้อหาวิชาของวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน (N=17)

องค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู			
	IV*	TV*	NV*	NC*
1. การอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อ 1)	2	15	0	0
2. การสังเกต ลงความเห็นและมีความเป็นตัวคนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (ข้อ 4)	3	9	5	0
(ข้อ 7)	0	7	7	3
3. ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ (ข้อ 5)	1	7	9	0
4. จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อ 8)	2	4	11	0
5. การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อ 9)	1	5	10	1
6. มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ (ข้อ 10)	0	9	4	4
7. วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ข้อ 2)	0	14	3	0
(ข้อ 3)	0	15	2	0
8. ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ข้อ 6)	10	3	4	0

* หมายเหตุ: IV = Informed View, TV = Transition View, NV = Naive View, NC = Not Categorized

แบบที่ 1 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้ตอบส่วนใหญ่มีมุมมองสอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในประชาคมนักวิทยาศาสตร์ (Informed View) ได้แก่ ความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มุมมองที่ถูกตั้งคือ “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีข้อมูลใหม่จากการสังเกตหรือการแปลความใหม่จากข้อมูลชุดเดิมที่อธิบายความรู้เดิมได้ดีกว่า” จากการศึกษาพบว่า มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 10 ใน 17 คน มีมุมมองเช่นนี้ โดยแสดงให้เห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพลวัตรและสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากค้นพบข้อมูลใหม่และจากสาเหตุอื่นๆหลายประการร่วมกัน ดังตัวอย่างคำตอบ “หลังจากที่นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ (เช่น ทฤษฎีอะตอม ทฤษฎีวิวัฒนาการ) ทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพราะเมื่อเวลาผ่านไปการค้นพบสิ่งใหม่ๆ เกิดขึ้น หากเกิดการขัดแย้งกับข้อเท็จจริงที่เคยค้นพบก่อนหน้านี้ ทำให้ข้อมูลหรือหลักฐานที่ถูกค้นพบใหม่น่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับมากขึ้น ด้วยสาเหตุหลายประการร่วมกัน เช่น ความก้าวหน้าทาง

เทคโนโลยี การทดลอง ข้อมูลหลักฐานการอ้างอิงและความสามารถของนักวิทยาศาสตร์” (F033)

แบบที่ 2 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้ตอบส่วนใหญ่มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน (Transition View) ได้แก่ การอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มุมมองที่ถูกตั้งคือ วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ มีหลักฐานที่ตรวจสอบได้ บางครั้งนักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถเข้าถึงปรากฏการณ์ได้โดยตรง การสังเกตธรรมชาติจะถูกกรองผ่านเครื่องมือช่วยในการรับรู้ จากการศึกษพบว่า มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 15 ใน 17 คน มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ดังตัวอย่างคำตอบ “วิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้ธรรมชาติซึ่งมนุษย์ใช้กระบวนการเพื่อหาคำตอบโดยสังเกต สืบถาม ทดลอง และสรุปผล สิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากความรู้อื่นคือ การทดลอง” (F001) ทั้งนี้คำตอบไม่ครบถ้วน ซึ่งการทดลองเป็นเพียงประจักษ์พยานหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

การสังเกต ลงความเห็นและมีความเป็นตัวคนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ มุมมองที่ถูกต้องในด้านนี้คือ วิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนพื้นฐานการสังเกตและลงความเห็นข้อมูลจากการสังเกต บางสิ่งไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสรับรู้ได้เนื่องจากเกินขีดจำกัดของประสาทสัมผัสมนุษย์ แต่มนุษย์เชื่อว่ามีสิ่งนั้นเนื่องจากมีประจักษ์พยาน เช่น อะตอม และสปีชีส์จากการศึกษาพบว่า มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 9 ใน 17 คน มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ดังตัวอย่างคำตอบ “นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการเฝ้าสังเกต และทดลองซ้ำแล้วซ้ำอีก รวบรวมข้อมูลและบันทึกผลในการเสนอข้อสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอม” (F011) ทั้งนี้จากคำตอบจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตทางตรงและทางอ้อม (การทดลอง) โดยไม่ปรากฏการกล่าวถึงการลงความเห็น และความมีตัวตนตามทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

มิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ มุมมองที่ถูกต้องคือ วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมของมนุษย์ และได้รับอิทธิพลโดยสังคมและวัฒนธรรมซึ่งนักวิทยาศาสตร์เป็นสมาชิกอยู่ คุณค่าและการคาดหวังของสังคมจึงกำหนดว่านักวิทยาศาสตร์จะทำงานดีความ และได้รับข้อสรุปต่างๆ จากการศึกษพบว่า มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 9 ใน 17 คน มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ดังตัวอย่างคำตอบ “วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรม โดยเฉพาะในสังคมปัจจุบัน มนุษย์พึ่งพาวิทยาศาสตร์มากขึ้นทั้งในเรื่องของการแพทย์ การดำรงชีวิตต่างๆ” (F005)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มุมมองที่ถูกต้องคือ “การทดลอง เป็นการสำรวจหรือตรวจสอบ รวมถึงการจัดกระทำกับตัวแปร มีการทดสอบสมมติฐานและตัดสินใจความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ” จากการศึกษพบว่า มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 14 ใน 17 คน มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยมีการอธิบายให้เห็นว่าการทดลองเป็นการทดสอบสมมติฐาน แต่ขาดการชี้ประเด็นให้เห็นถึงการจัด

กระทำตัวแปรและระบุความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้ถูกต้องสมบูรณ์ ดังตัวอย่างคำตอบ “การทดลอง คือกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้” (F037)

เมื่อวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านเดียวกันต่างบริบทข้อคำถาม ซึ่งมุมมองที่ถูกต้องคือ “ความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ต้องการการทดลองเพียงอย่างเดียว เนื่องจากข้อมูลบางอย่างสามารถรวบรวมผ่านการสังเกต” จากการศึกษพบว่า มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 15 ใน 17 คน มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน ดังตัวอย่างคำตอบ “ความก้าวหน้าขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาจากการทดลอง หากไม่มีการทดลองก็ย่อมที่จะไม่มีทฤษฎีหรือกฎต่างๆ” (F005)

แบบที่ 3 องค์ประกอบธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ผู้ตอบส่วนใหญ่มีมุมมองไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในประชามนักวิทยาศาสตร์ (Naïve View) ได้แก่

ทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ มุมมองที่ถูกต้องคือ ทฤษฎีและกฎเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์คนละประเภท ทฤษฎีเป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ มีที่มาจากการตั้งสมมติฐานและทดลอง ส่วนกฎเป็นข้อสรุปรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สามารถสังเกตได้ จากการศึกษพบว่า มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 9 ใน 17 คน มีมุมมองไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการยอมรับในประชามนักวิทยาศาสตร์ ทั้งหมดให้เหตุผลว่า ทฤษฎีและกฎมีความแตกต่างกัน ทฤษฎีเป็นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ หรือเป็นการคิดค้นทดลอง สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่กฎคือหลักการ ข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติ กฎไม่เปลี่ยนแปลง ดังตัวอย่างคำตอบ “ทฤษฎีคือ ส่วนที่เป็นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกฎคือ สูตรที่เป็นข้อกำหนดตายตัว โดยทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีเหตุผลสนับสนุนแต่กฎเปลี่ยนแปลงไม่ได้” (F010) ซึ่งเป็น

คำตอบที่ผิด ทั้งกฎและทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานใหม่มาสนับสนุน

จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มุมมองที่ถูกต้องคือ นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในทุกขั้นตอนของกระบวนการหาความรู้ จากการศึกษพบว่า มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 11 ใน 17 คน มีมุมมองไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ โดยมีความเข้าใจว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ไม่มีบทบาทต่อการดำเนินการทดลอง/สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบ “สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ต้องมีคือ ความรู้ ความเชี่ยวชาญในเรื่องที่จะทดลอง นักวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีความคิดสร้างสรรค์หรือจินตนาการ หรือถ้ามีก็น้อย” (F008)

การถูกเหนี่ยวนำโดยทฤษฎีของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มุมมองที่ถูกต้องคือ วิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพล และถูกขับเคลื่อนด้วยทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน ดังนั้นการตั้งคำถาม การออกแบบวิธีการศึกษา การตีความหมายข้อมูลจึงถูกชี้นำด้วยทฤษฎีนั้นๆ นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ยังมีอิทธิพลส่วนบุคคลซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้เช่นกัน อาทิ ค่านิยมส่วนบุคคล ผลประโยชน์ ประสพการณ์เดิม ซึ่งสามารถจะชี้นำได้ว่านักวิทยาศาสตร์จะทำอะไร และอย่างไร จากการศึกษพบว่า มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 10 ใน 17 คน มีมุมมองไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ โดยตอบไม่ตรงประเด็นและไม่ได้สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังตัวอย่างคำตอบ “คาดคะเนหลายทิศทางเพื่อให้ทดสอบได้หลากหลาย ให้เกิดความชัดเจนยิ่งขึ้น” (M016)

หมายเหตุ: ในรายงานผลการศึกษา การขีดเส้นใต้หมายถึง การให้คำตอบที่คลาดเคลื่อนไม่สมบูรณ์

ความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

จากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ 14 คน เฉลี่ยคนละ 2 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 28 ครั้ง พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2 รูปแบบ คือ การบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจน และการจัดการเรียนรู้ ที่ไม่ปรากฏธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ วิธีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ใช้มากที่สุดคือ การบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจน จำนวน 21 ครั้ง รองลงมาคือ การจัดการเรียนรู้ที่ไม่ปรากฏธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 7 ครั้ง แสดงดังตารางที่ 2

ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอข้อมูลโดยจำแนกตามวิธีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ไม่ปรากฏธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Deficient) เป็นการสอนที่ไม่มีการกล่าวหรืออ้างอิงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หรือสอนโดยคลาดเคลื่อนไปจากหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จากการสังเกตการสอนพบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูใช้วิธีบอกความรู้ หรือให้นักเรียนแบ่งกลุ่มอ่านเนื้อหาในหนังสือเรียน ศึกษาใบความรู้ และทำแบบฝึกหัด บางครั้งก็เปลี่ยนบทบาทเป็นผู้สารถ โดยไม่ให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น ในการสอนเรื่องแรงโน้มถ่วง (F036) ผู้สอนให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตอบคำถามจากใบงาน นำเสนอคำตอบหน้าชั้นเรียน ศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือและบันทึกสาระความรู้ลงสมุด จากกรณีตัวอย่างสะท้อนให้เห็นว่านักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้สอนวิทยาศาสตร์ผิดแผกไปจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยมีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้บอกความรู้ ไม่มีการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ หรือทำกิจกรรมสำรวจ/สืบเสาะ

เหมือนกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ได้มาซึ่งการค้นพบความรู้ ตัวอย่างบทสนทนาที่พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญใน

การบอกความรู้ในการสอน เรื่องสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นเกณฑ์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 2 การบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

รหัส	จำนวนครั้ง/ระดับที่สอน/เรื่องที่สอน	วิธีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*			
		Deficient	Didactic	Implicit	Explicit and Reflective
F008	ครั้งที่ 1 ป. 1 เรื่อง สมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นเกณฑ์	✓			
	ครั้งที่ 2 ป. 3 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลก			✓	
M016	ครั้งที่ 1 ป. 2 เรื่อง สมบัติของวัสดุและการเลือกใช้ให้เหมาะสม			✓	
	ครั้งที่ 2 ป. 2 เรื่อง การเลือกใช้สิ่งของอย่างไรจึงปลอดภัย			✓	
F036	ครั้งที่ 1 ป. 3 เรื่อง แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ			✓	
	ครั้งที่ 2 ป. 3 เรื่อง แรงโน้มถ่วง	✓			
F030	ครั้งที่ 1 ป. 3 เรื่อง น้ำหนักของวัตถุ			✓	
	ครั้งที่ 2 ป. 5 เรื่อง อันตรายจากเสียงดัง	✓			
F001	ครั้งที่ 1 ป. 4 เรื่อง การผสมแสงสี			✓	
	ครั้งที่ 2 ป. 2 เรื่อง ชนิดและหลักการทำงานของเซลล์สุริยะ			✓	
M026	ครั้งที่ 1 ป. 4 เรื่อง แสงและการมองเห็น			✓	
F028	ครั้งที่ 1 ป. 4 เรื่อง การเคลื่อนที่ของแสง			✓	
	ครั้งที่ 2 ป. 4 เรื่อง ชนิดของตัวกลาง			✓	
F035	ครั้งที่ 1 ป. 4 เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุกับพื้นผิวสัมผัส			✓	
	ครั้งที่ 2 ป. 5 เรื่อง การลอยและจมน้ำ			✓	
F005	ครั้งที่ 1 ป. 5 เรื่อง ของเหลวมีความหนาแน่นอย่างไร			✓	
	ครั้งที่ 2 ป. 5 เรื่อง การเคลื่อนที่ของเสียง			✓	
F033	ครั้งที่ 1 ป. 6 เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย			✓	
	ครั้งที่ 2 ป. 6 เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร			✓	
F003	ครั้งที่ 1 ม. 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของวัตถุ			✓	
	ครั้งที่ 2 ม. 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานโดยการพาความร้อน			✓	
F020	ครั้งที่ 1 ม. 1 เรื่อง อุณหภูมิของอากาศ			✓	
	ครั้งที่ 2 ม. 1 เรื่อง ลมและพายุ	✓			
	ครั้งที่ 3 ม. 1 เรื่อง การพยากรณ์อากาศ	✓			
F010	ครั้งที่ 1 ม. 2 เรื่อง อุณหภูมิและหน่วยวัดอุณหภูมิ	✓			
	ครั้งที่ 2 ม. 2 เรื่อง ความเร็วและอัตราเร็วของวัตถุ	✓			
F011	ครั้งที่ 1 ม. 2 เรื่อง ดิน			✓	
	ครั้งที่ 2 ม. 2 เรื่อง แร่			✓	

หมายเหตุ: Deficient = การสอนที่ไม่ปรากฏธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, Didactic = การสอนที่บอกความรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, Implicit = การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง, Explicit and Reflective = การสอนที่เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด

F แทนเพศหญิง และ M แทนเพศชาย และให้รหัสแทนชื่อนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

F008: เปิดหน้า 50 ค่ะ วันนี้เราเรียนเรื่องสมบัติของวัตถุค่ะ เปิดไปเลย เขาบอกว่าสมบัติของวัตถุที่ใช้เป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น รูปร่าง รูปร่างในที่นี้มีอะไรบ้างคะ

นักเรียน: วงกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม เจ็ดเหลี่ยม แปดเหลี่ยม (นักเรียนตอบตามหนังสือ)

เมื่อใช้แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูพบว่า ในระหว่างปฏิบัติการสอน บางครั้งตนเองก็ไม่ได้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพราะเนื้อหาที่สอนในคาบนั้น ไม่เหมาะสมที่จะบูรณาการ (F008, F010 และ F020) และขณะที่บางส่วนกล่าวว่า ตนเองก็ไม่แน่ใจ เพราะไม่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงไม่รู้ว่าควรสอนอย่างไร (สัมภาษณ์ F011 และ M016 วันที่ 21 พฤศจิกายน 2554) ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์อาจารย์พี่เลี้ยงของ F036 ที่กล่าวว่า “นักศึกษาสอนเรื่องพลังงานไฟฟ้าก็ได้ให้นักเรียนยกตัวอย่างการใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน” ซึ่งไม่มีการกล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สัมภาษณ์อาจารย์พี่เลี้ยงของ F036 วันที่ 7 ธันวาคม 2554)

2) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการบูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้ง (Implicit) เป็นการจัดการกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ตรงกับหลักการของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์หรืออภิปราย จากการสังเกตการสอนพบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูส่วนใหญ่มีการจัดการกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลองที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และสรุปข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เช่น ในการจัดการเรียนรู้เรื่องอุณหภูมิของอากาศ (F020) เริ่มต้นผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนถึงอุณหภูมิอากาศในแต่ละบริเวณว่ามีอุณหภูมิเท่ากันหรือไม่ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จาก

นั้นแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อศึกษาอุณหภูมิของอากาศในช่วงวันตามเวลาที่กำหนดโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ และเขียนกราฟเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา โดยนักเรียนเป็นผู้ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองและสรุปผล ทั้งนี้จากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมพบว่า ทั้งหมดมีการระบุตัวชี้วัดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ลงในแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ไม่มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน ตัวอย่างบทสนทนาที่พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมที่ตรงกับหลักการของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่ไม่สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้

F005: วันนี้เราจะทำการทดลองกันในเรื่อง “ของเหลวมีความหนาแน่นอย่างไร” วิธีการทำตามที่เราได้ศึกษาจากใบกิจกรรมเลยนะคะ เมื่อทดลองเสร็จ ให้วาดรูปลงไปด้วยคะ นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร วาดลงไป พร้อมระบายสีให้ชัดเจนนะคะว่าแยกเป็นกี่ชั้น แต่ละชั้นคืออะไร

เมื่อใช้แบบสอบถามสภาพการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู พบว่า ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์บางชั่วโมงมีการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้ทำการศึกษาและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากการทำกิจกรรมสำรวจ สืบเสาะ หรือทดลอง ทั้งในและนอกห้องเรียน (F001, F005, F030, F036) สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์อาจารย์พี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ ดังเช่น

“...ระหว่างปฏิบัติการสอน นักศึกษาได้จัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เช่น เรื่องการดำรงชีวิตของพืช มีการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es...” (สัมภาษณ์อาจารย์พี่เลี้ยง F003 วันที่ 8 ธันวาคม 2554)

“...เท่าที่นิเทศการสอนมา 3 ครั้ง พบว่า นักศึกษามีการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนทำการทดลอง และอภิปรายผลการทดลอง...” (สัมภาษณ์อาจารย์นิเทศก์ วันที่ 8 ธันวาคม 2554)

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับประชามณักวิทยาศาสตร์แทบทุกด้าน ยกเว้นด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ซึ่งพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนและในประจำการส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ไม่สอดคล้องกับมติประชามของนักวิทยาศาสตร์ในด้านทฤษฎีและกฎทางวิทยาศาสตร์ (Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998) และด้านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Mellado, 1997)

เมื่อพิจารณาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รายด้าน ในด้านการอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์พบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูส่วนใหญ่มีมุมมองต่อการอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแง่วิธีการได้มาซึ่งความรู้โดยเน้นประจักษ์พยานจากการทดลองเป็นหลัก แท้จริงหลักฐานเชิงประจักษ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ได้มาด้วยการทดลองแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มุมมองนี้เป็นอีกมุมมองหนึ่งที่มีความคลาดเคลื่อนสูง ซึ่งเกิดจากการให้ความสำคัญกับประจักษ์พยานจากการทดลองเป็นสาเหตุที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่นๆ (Seung, Bryan, & Butler, 2009) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบันมักเน้นให้ผู้เรียนตรวจสอบความรู้โดยใช้วิธีการทดลอง จึงทำให้เข้าใจคลาดเคลื่อนว่าสิ่งที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากสาขาวิชาอื่นคือ การทดลอง

มากกว่าหลักฐานเชิงประจักษ์อื่นๆ

ในด้านจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูส่วนใหญ่มีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเข้าใจว่าจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ไม่มีบทบาทต่อการดำเนินการทดลอง การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือถ้ามีก็น้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thye and Kwen (2003) ที่รายงานว่า ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการไม่ได้อยู่ในขั้นตอนใดๆ ของการสำรวจทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการนำเสนอวิธีการทางวิทยาศาสตร์มักเป็นแบบเส้นตรงที่แน่นอนตายตัว จึงทำให้คนส่วนใหญ่เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติตามขั้นตอนนั้นๆ อย่างเคร่งครัด ไม่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งความเป็นจริงนักวิทยาศาสตร์ต่างยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่สำคัญในการแสวงหาความรู้ ซึ่งพวกเขาต้องใช้ทั้งจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นการออกแบบการศึกษา และการตีความหมายข้อมูล (University of California Museum of Paleontology, 2012)

ในด้านมิติทางสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูส่วนใหญ่มีมุมมองในระยะปรับเปลี่ยน โดยเชื่อว่าวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรม โดยเฉพาะสังคมปัจจุบัน มนุษย์พึ่งพาวิทยาศาสตร์มากขึ้นทั้งในเรื่องการแพทย์และการดำรงชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีต (Mellado, 1997) ซึ่งให้ข้อค้นพบว่า อย่างน้อยก็สังคมของนักวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนช่วยสังคมให้เจริญ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยังขาดการเชื่อมโยงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคม และวัฒนธรรมที่มีความสัมพันธ์กันโดยตรง ผู้สอนวิทยาศาสตร์ยังคงสอนวิทยาศาสตร์แบบแยกส่วนและมุ่งเน้นเฉพาะองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ด้านความเป็นพลวัตรของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นด้านที่นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ส่วนใหญ่มีมุมมองที่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ครูมองความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว (Mellado, 1997) อาจด้วยเหตุผลว่า ทั้งหมดผ่านการเรียนรู้ในรายวิชาเอก (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา) ซึ่งในบทเรียนจะกล่าวถึงประวัติการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทฤษฎี และกฎต่างๆ เช่น เรื่องประวัติและการค้นพบเซลล์ และโครงสร้างอะตอม เป็นต้น ซึ่งทำให้ส่วนใหญ่ผ่านประสบการณ์เหล่านี้มาแล้ว จึงทำให้มองลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพลวัตร

ด้านการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนพบว่า ส่วนใหญ่มีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดแจ้งและบางเนื้อหา มีการสอนที่ไม่ปรากฏธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ทั้งนี้เนื้อหาเรื่องอันตรายจากเสียงดัง สมบัติของวัตถุที่ใช้เป็นเกณฑ์ ลมและพายุ และการพยากรณ์อากาศ เป็นเรื่องที่นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูไม่มีแนวทางในการจัดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ไม่มีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ขณะที่เนื้อหาเรื่องแรงโน้มถ่วง อุณหภูมิและหน่วยวัดอุณหภูมิ ความเร็วและอัตราเร็วของวัตถุ นักศึกษามีแนวทางในการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ก็ละเลยที่จะบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีตพบว่า ผู้สอนให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์น้อยกว่าผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอื่นๆ (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998) อีกทั้งความตั้งใจหรือเป้าหมายของผู้สอนยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้สอนตัดสินใจที่จะบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Lederman, 1999) ข้อค้นพบอีกประการหนึ่งจากงานวิจัยคือ นักศึกษา

ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูส่วนใหญ่มีมุมมองที่ไม่สอดคล้องกับมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Akerson and Volrich (2006) ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า หากครูมีมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม รวมทั้งให้ความสำคัญกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนก็จะทำให้ครูปฏิบัติการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้ง (Explicit NOS Approach) ซึ่งการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีนี้สามารถทำให้ผู้เรียนพัฒนามุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับที่ได้รับการยอมรับในประชาคมนักวิทยาศาสตร์ได้ (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002)

นอกจากนี้กลุ่มที่ศึกษาทั้งหมดไม่มีประสบการณ์ด้านการเรียนหรืออบรมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ แม้ว่าจะได้ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาทักษะการสอนเพื่อการจัดการเรียนรู้สาระวิชาวิทยาศาสตร์มาแล้ว แต่ยังคงขาดการประยุกต์ทฤษฎีสู่การจัดการเรียนรู้ ทั้งหมดได้รับความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากรายวิชาดังกล่าวน้อยมาก เนื่องจากข้อจำกัดของหลักสูตรที่ไม่ได้เน้นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้เป็นหนึ่งในเป้าหมายของการเรียนรู้ในรายวิชา ซึ่งผู้สอนได้กล่าวถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพียงหนึ่งหรือสองครั้งเท่านั้น โดยไม่ได้ยกตัวอย่างประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และวิธีการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ส่งผลให้นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเหล่านี้ขาดทั้งความรู้และวิธีสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ไม่มีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูคนใดบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดแจ้งร่วมกับการสะท้อนคิด ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abd-El-Khalick, Bell, and Lederman (1998) ที่กล่าวว่าประสบการณ์ในการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนพบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมีระดับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย ส่วนใหญ่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระยะปรับเปลี่ยนและมีมุมมองไม่สอดคล้องกับมิติประชาคมนักวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนรู้พบว่ายังขาดการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนร่วมกับการสะท้อนคิด การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบไม่ชัดเจนและการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ปรากฏธรรมชาติของวิทยาศาสตร์พบบ่อยที่สุดในการวิจัยนี้

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางมายังสถาบันการศึกษาที่ทำหน้าที่ผลิตครูวิทยาศาสตร์ควรมุ่งพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอน โดยเริ่มจากการบูรณาการในรายวิชา อาทิ รายวิชาวิธีสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนอาจจัดประสบการณ์ให้นักศึกษาเรียนรู้ขอบเขตและความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจนและเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ปฏิบัติการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมถึงฝึกสะท้อนประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนฝึกประสบการณ์วิชาชีพ สถาบันผลิตครูควรจัดประสบการณ์ให้นักศึกษาได้เรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแนวทางการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยอาจจัดเป็นหลักสูตรเสริมในรูปแบบของการอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) และติดตามผลในระหว่าง

ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ระหว่างนั้นควรมีระบบการนิเทศติดตามให้ความช่วยเหลืออย่างต่อเนื่อง โดยอาจใช้กลยุทธ์กระบวนการสร้างระบบที่เลี้ยง (Coaching and Mentoring) ผนวกกับชุมชนนักปฏิบัติ (Community of Practice) ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเตรียมนักศึกษาคูให้มีความเข้าใจและสามารถบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและคงทน และในการวิจัยครั้งต่อไปเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของกลุ่มที่ศึกษาที่กว้างขึ้น ควรศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และความสามารถในการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการสอนในบริบทอื่นๆ เพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลและอ้างอิงผลกับกลุ่มประชากรได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2558

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ชูตาตม. (2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*, 29(3), 228–239.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science*

- Education*, 82(4), 417–436.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701.
- Akerson, V. L., & Volrich, M. L. (2006). Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 377–394.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Ho-Wisniewski, E. (2008). Pre-Post VNOS Results. *Illinois Mathematics and Science Academy*. Retrieved from <https://www3.imsa.edu/system/files/VNOS+summary+112508.pdf>.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflexive versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916–929.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In Abell, S. K., Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, 831–879. cited Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young peoples' s images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
- Mellado, V. (1997). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. *Science and Education*, 6(4), 311–354.
- Seung, E., Bryan, L. A., & Butler, M .B. (2009). Improving preservice middle grades science teachers' understanding of the nature of science using three instructional approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(2), 157–177.
- Thye, T. L., & Kwen, B. H. (2003). Assessing the nature of science views of Singaporean pre-service teachers. *A paper presented at the annual conference of the New Zealand/ Australian Association for Research in Education. Auckland. November 30 – December 3, 2003. Paper Number: TAN03096*. Retrieved from <http://www.aare.edu.au/03pap/tan03096.pdf>.
- University of California Museum of Paleontology. (2012). *Understanding science. California : University of California Museum of Paleontology*. Retrieved from <http://undsci.berkeley.edu/>

TRANSLATED THAI REFERENCES

- Chamrat, S., & Yutakom, N. (2008). Chemistry teachers' understanding and practices of the nature of science when teaching atomic structure concepts. *Kasetsart Journal: Social Sciences*, 29(3), 228–239. [in Thai]
- Ministry of Education. (2008). *Indicators and core content of science, The basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: Agricultural co-operative community Thailand. [in Thai]