

## Science Process Skills of Grade 10 Students Related to Cells and Cell Processes

Usa Nakthong<sup>1</sup>, Thiraporn Anuntasethakul<sup>2</sup> and Naruemon Yutakom<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Candidate (Science Education),

The Program to Prepare Research and Development Personnel for Science Education,  
Faculty of Education,

E-mail: g4586018@ku.ac.th

<sup>2</sup>Ph.D. (Physiology), Lecturer,

Department of Zoology, Faculty of Science,

<sup>3</sup>Ph.D. (Science Education), Assistant Professor,

Department of Education, Faculty of Education,

Kasetsart University

### Abstract

The purpose of this study was to explore 120 grade 10 students on science process skills related to cells and cell processes. The sample was 120 students of three schools in Suphanburi. The questionnaire was composed of six open-ended questions, covered both basic and integrated science process skills: calculating, predicting, formulating hypothesis, identifying variables, experimenting and drawing conclusion. The results indicated that most of students lacked of science process skills related to cells and cell processes on calculating, formulating hypothesis, identifying variables, and drawing conclusion. This finding implies that the lacking of science process skills would be the problems for students in understanding scientific conceptions and doing science.

**Keywords:** cells and cell processes, grade 10 students, science process skills, scientific conception

## ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์

อุษา นาคทอง<sup>1</sup>, อีราพร อนันตะเศรษฐกุล<sup>2</sup> และนฤมล ยุตาคม<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. (Science Education), นิสิตปริญญาเอก

โครงการผลิตนักวิจัยพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์

E-mail: g4586018@ku.ac.th

<sup>2</sup>Ph.D. (Physiology), อาจารย์

ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

<sup>3</sup>Ph.D. (Science Education), ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 120 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษา 3 แห่งในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายจำนวน 6 ข้อ ซึ่งครอบคลุมการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นผลรวม 6 ทักษะ ได้แก่ การคำนวณ การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ผลการสำรวจพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะในด้านการคำนวณ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปรและการตีความหมายและการลงข้อสรุป ผลจากการที่นักเรียนขาดทักษะที่สำคัญเหล่านี้ในการเรียนน่าจะเป็นปัญหาสำหรับนักเรียนในการทำความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ และขาดความสามารถในการปฏิบัติการทดลองและการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : เซลล์และกระบวนการของเซลล์, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, แนวคิดวิทยาศาสตร์

## บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ทุกคนต้องได้รับการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญที่เกิดขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นสาขาวิชาที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด พัฒนาทักษะในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และการทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ รวมทั้งช่วยพัฒนาผู้เรียน ให้สามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย ดังนั้น การพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและสังคมจึงมีการเน้นทั้งในเรื่องของเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี: สสวท., 2546)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าและสืบเสาะความรู้ (Germann & Aram, 1996) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนตามจุดมุ่งหมาย หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน และทักษะขั้นผสม (วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2532 ; สสวท., 2546) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีอยู่ 8 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา การสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การใช้ตัวเลข และการพยากรณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีอยู่ 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การให้นิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลองและการตีความหมายและการลงข้อสรุป

เซลล์และกระบวนการของเซลล์เป็นแนวคิดหนึ่งในวิชาชีววิทยาที่ต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งในขั้นพื้นฐานและขั้นผสม เนื่องจากในการศึกษาเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์นั้นจะต้องมีขั้นตอนของการศึกษาที่มุ่งเน้น ทักษะการปฏิบัติทดลองผสมผสานกับเนื้อหาโดยใช้การปฏิบัติทดลองเป็นเครื่องมือในการสำรวจตรวจสอบ การค้นคว้า การสร้างข้อสรุปและก่อให้เกิดปัญหาใหม่ ๆ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และได้ปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน (ณรงค์ศิลป์ รุณพนม, 2531; สสวท., 2546)

มีผลงานวิจัยของต่างประเทศอยู่หลายเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น Padilla, Okey และ Dillshaw (1983) ได้บูรณาการการปฏิบัติทดลองเข้ากับบทเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยได้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม นักเรียนกลุ่มแรกได้ปฏิบัติทดลองตามที่ครูกำหนดให้ ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้ปฏิบัติทดลองโดยได้คิดและออกแบบการทดลองเอง ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ 2 ที่มีประสบการณ์ในการคิดและออกแบบการทดลองเองมีทักษะในการปฏิบัติทดลองดีกว่านักเรียนในกลุ่มแรก และข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้คือ การสร้างให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องใช้เวลาและต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง Germann, Aram และ Burke (1996) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถามในแบบสำรวจ AASPS แล้วนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาแบบสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชื่อ SPSI จากนั้นให้นักเรียนจำนวน 364 คน ตอบคำถามในแบบสำรวจ SPSI ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะในการตั้งสมมติฐาน และจากผลการสำรวจ

สามารถบ่งชี้ได้ว่าทักษะทั้งสองนี้มีความสำคัญมาก และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการออกแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้

เช่นเดียวกับ Beaumont-Walters & Soyibo (2001) ได้สำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนในประเทศจาไมกา โดยตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ เพศ ระดับชั้น ประเภทของโรงเรียน ประเภทของนักเรียน และฐานะทางเศรษฐกิจของนักเรียน โดยให้นักเรียนตอบแบบสำรวจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนที่ค่อนข้างต่ำในแต่ละทักษะตามลำดับดังนี้ คือ การแปลความหมายข้อมูล การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการกำหนดและควบคุมตัวแปร นอกจากนี้ ยังพบว่าความแตกต่างของระดับชั้น ประเภทของโรงเรียน ประเภทของนักเรียนและฐานะทางเศรษฐกิจของนักเรียนนั้นมีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นเหล่านี้ได้เกิดขึ้นกับนักเรียนไทยมาเป็นเวลานานเช่นเดียวกัน (Boonklub, 2000) มีงานวิจัยของไทยหลายเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลายซึ่งส่วนมาก เป็นงานวิจัยประเภทสำรวจและศึกษาระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นผสมในวิชาวิทยาศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น ณัฐนันท์ แต้มทอง (2538) ได้สำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้แบบสำรวจเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ ผลการสำรวจพบว่านักเรียนส่วนมากมีระดับผลสัมฤทธิ์ในทักษะขั้นพื้นฐานค่อนข้างสูงยกเว้นทักษะการคำนวณและการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและมิติกับเวลา มงคล เสนามนตรี (2539) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้โมเดลรูปตัววีกับการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทักษะขั้นพื้นฐานสูงกว่าทักษะขั้นผสมสุนทรีย์ สิงห์พันธ์ (2542) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ผลการวิจัยรายงานว่ามีนักเรียนส่วนใหญ่อขาดทักษะเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการลงข้อสรุปซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการทดลอง ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชนก คะยอม (2543) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะขั้นผสมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และพบว่าทักษะที่นักเรียนยังพัฒนาได้ไม่ดี คือ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปรและการลงข้อสรุป

จากรายงานผลการวิจัยทั้งของต่างประเทศและในประเทศสามารถสรุปได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมโดยเฉพาะทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการลงข้อสรุป ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะที่สำคัญในการทดลองทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะความรู้ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการศึกษาของไทยได้ตระหนักและเห็นความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้มีนโยบายในการปรับเปลี่ยนหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นทั้งในด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนเพื่อให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตามความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

การสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของ สสวท. พ.ศ. 2546 ซึ่งถือว่าเป็นหลักสูตรที่ได้มีการปรับเปลี่ยนแล้วนั้น จะทำให้ทราบว่านักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการ

เรียนการสอนวิชาชีววิทยาต่อไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สำรวจเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ ประกอบด้วย 6 ทักษะ คือ การคำนวณ การพยากรณ์ การทดลอง การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 6 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการคำนวณ การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปที่เกี่ยวข้องในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นข้อมูลแก่ผู้วิจัยในการนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานแก่ครูผู้สอนวิชาชีววิทยา และนักการศึกษาในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และหลักสูตรการเรียนการสอนเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์

### ขอบเขตการวิจัย

1. สำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 6 ทักษะ ได้แก่ การคำนวณ การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ซึ่งได้กำหนดความหมายและขอบเขตของแต่ละทักษะไว้ดังนี้

- ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ ซึ่งค่าใหม่ที่เกิดขึ้นจะส่งผล

ให้ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่นำมาคำนวณ

- ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือข้อมูลจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ ในเรื่องนั้นหรือข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ

- การตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำตอบล่วงหน้าสำหรับปัญหาใหม่หรือทำนายผลล่วงหน้าในสถานการณ์ใหม่ที่ยังไม่เคยรู้มาก่อนได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำไปทดสอบได้ โดยต้องอาศัยหลักการและเหตุผลที่ได้เรียนรู้มาประกอบ

- การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งหรือกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

- การทดลอง หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยการทดลองนั้นเป็นการสร้างเหตุการณ์หรือสถานการณ์จำลองขึ้นมาอย่างหนึ่งเพื่อที่จะสังเกตผลที่เกิดขึ้นภายใต้ปัญหาที่กำหนดให้

- การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์นั้น

2. หัวข้อและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ เซลล์ ขนาดของเซลล์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเข้าและออกจากเซลล์

3. กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์จำนวน 120 คน จากโรงเรียน 3 แห่งในจังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ที่ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

## นิยามศัพท์เฉพาะ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถามตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งประกอบด้วย 6 ทักษะ ได้แก่ การคำนวณ การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป โดยการกำหนดความสามารถนี้ใช้เกณฑ์จากการตอบคำถามในแบบสำรวจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ Odom (1995) Germann, Aram & Burke (1996) และ Beaumont-Walters & Soyibo (2001)

## วิธีดำเนินการวิจัย

### กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 3 แห่งในจังหวัดสุพรรณบุรีที่ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 120 คน ซึ่งทุกคน เป็นนักเรียนสายวิทยาศาสตร์ที่ได้ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3 มาแล้ว ระดับผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์จากระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในช่วง 2.0-4.0

ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนทั้ง 120 คนนี้ได้เรียนวิชาชีววิทยาทั้งที่เป็นวิชาพื้นฐานและวิชาเพิ่มเติมตามหลักสูตรของ สสวท. พ.ศ. 2546 โดยมีหัวข้อและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเซลล์และกระบวนการของเซลล์ ได้แก่ เซลล์ ขนาดของเซลล์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์และการลำเลียงสารผ่านเข้าและออกจากเซลล์ ซึ่งนักเรียนทั้ง 120 จาก 3 โรงเรียนได้เรียนเนื้อหาเหล่านี้แล้วในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้เป็นแบบสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และกระบวนการของเซลล์ (Science Process Skills Related to Cells and Cell Processes Survey) ซึ่งครอบคลุมทั้งทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นผสม ได้แก่ การพยากรณ์ การคำนวณ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป รูปแบบของข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิดที่ให้อิสระนักเรียนในการเขียนตอบ ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือแบบเรียน คู่มือ ครูวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์

2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบสำรวจ โดยข้อคำถามส่วนใหญ่ในแบบสำรวจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นได้พัฒนามาจากแนวคิดของ Odom (1995) Germann, Aram & Burke (1996) และ Beaumont-Walters & Soyibo (2001) และผู้วิจัยได้นำมาปรับเพื่อให้เข้ากับบริบทของประเทศไทย

3. นำแบบสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นคณาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์ และคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3 ท่าน และจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสำรวจในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

- ความถูกต้องของเนื้อหาและข้อคำถามในแบบสำรวจ
- ความเที่ยงตรงและความเหมาะสมของข้อคำถาม
- การสื่อความหมายของข้อคำถามและภาพประกอบ

4. แก้ไขและปรับปรุงแบบสำรวจตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำแบบสำรวจไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการเรียนเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์แล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คนในโรงเรียนเดียวกันกับที่ทำการศึกษ ซึ่งผลจากการทดลองใช้แบบสำรวจพบว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถตอบคำถามได้ตรงกับสิ่งที่ถาม ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงการสื่อความหมายและประเด็นของข้อคำถาม และกลุ่มตัวอย่างใช้เวลาในการตอบข้อคำถามในแบบสำรวจประมาณ 60 นาที

#### 5. นำแบบสำรวจที่ได้ไปเก็บข้อมูล

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบสำรวจไปให้กับครูผู้สอนชีววิทยาที่สอนเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของทั้ง 3 โรงเรียน ครูผู้สอนให้นักเรียนจำนวน 40 คน ของแต่ละโรงเรียนที่ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจงตอบคำถามในแบบสำรวจให้เสร็จในห้องเรียนโดยไม่ได้จำกัดเวลาในการตอบคำถาม แต่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการตอบคำถามในแบบสำรวจประมาณ 60 นาที และครูผู้สอนทั้ง 3 ท่านได้นำแบบสำรวจทั้งหมดส่งกลับคืนให้กับผู้วิจัย

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสำรวจของนักเรียนมีขั้นตอนดังนี้

1. อ่านคำตอบและคำอธิบายเหตุผลของนักเรียนทุกคนเพื่อดูภาพรวมของคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด
2. นำคำตอบและคำอธิบายของนักเรียนมาตีความหมาย และจำแนกเป็นกลุ่มโดยใช้เกณฑ์ของ Germann, Aram และ Burke (1996) ดังนี้

- กลุ่ม A : คำตอบถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์
- กลุ่ม B : มีส่วนของคำตอบถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์

ไม่สมบูรณ์

กลุ่ม C : มีทั้งคำตอบที่ถูกต้องและผิดปะปนอยู่ด้วยกัน

กลุ่ม D : ไม่มีส่วนของคำตอบที่ถูกต้อง

กลุ่ม E : ไม่ตอบคำถาม ไม่เขียนคำตอบหรือตอบไม่ตรงประเด็น

3. คำนวณความถี่ของคำตอบในแต่ละกลุ่มคิดเป็นร้อยละเทียบกับจำนวนนักเรียนทั้งหมด

#### ผลการวิจัย

ผลการสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย 6 ทักษะนั้น สามารถนำเสนอกลุ่มของคำตอบในรูปร้อยละของนักเรียนในแต่ละทักษะ ในแต่ละข้อคำถามและสถานการณ์ที่กำหนดให้ ดังแสดงในตารางที่ 1

จากผลการวิจัยพบว่า มีนักเรียนร้อยละ 58 มีทักษะในการทดลองโดยที่นักเรียนสามารถเขียนคำตอบแสดงขั้นตอนทดสอบการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าและออกจากเซลล์ได้โดยแนวคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นดังนี้ 1) ลอกเยื่อหุ้มส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อด้านในบาง ๆ มาวางบนแผ่นสไลด์ที่สะอาด 2) หยดน้ำลงไปที่ยื่อหุ้ม 1-2 หยด 3) นำแผ่นกระจกปิดสไลด์ปิดทับโดยไม่ให้มีฟองอากาศ 4) นำสไลด์ไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายต่ำแล้วปรับเป็นกำลังขยายสูง 5) สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลนักเรียนร้อยละ 30 มีทักษะในการทดลองที่ไม่สมบูรณ์โดยที่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายวิธีการเตรียมสไลด์ของเซลล์เยื่อหุ้มได้อย่างชัดเจน เช่น นักเรียนไม่ได้ระบุถึงปริมาณของน้ำที่หยดลงบนเยื่อหุ้ม และบางคนไม่ได้ ระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ นักเรียนร้อยละ 5 ตอบคำถามที่แสดงให้เห็นว่าขาดทักษะในการทดลอง กล่าวคือ นักเรียนไม่ได้ระบุว่าจะนำส่วนของเยื่อหุ้มมาส่องดูแต่ตอบว่าส่วนใดก็ได้ ซึ่งอาจทำให้ผลการทดลองของนักเรียนเกิดความคลาดเคลื่อนและนักเรียนบางคนไม่ได้บอกถึงขั้นตอนของการใช้

## ตาราง 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ข้อคำถามและสถานการณ์ และกลุ่มของคำตอบ (ร้อยละ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ / ข้อคำถามและสถานการณ์	กลุ่มของคำตอบ (ร้อยละ)				
	กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C	กลุ่ม D	กลุ่ม E
1. การทดลอง	58	30	0	5	7
- นักเรียนคนหนึ่งต้องการทดสอบการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าและออกภายในเซลล์พืชโดยใช้เยื่อหุ้ม นักเรียนจะมีวิธีการเตรียมสไลด์ของเซลล์เยื่อหุ้มเพื่อส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์อย่างไร					
2. การพยากรณ์	42	28	10	10	10
- จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้างต้น นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อหยดสารละลายน้ำตาลเข้มข้น 10% ลงในสไลด์ของเซลล์เยื่อหุ้ม					
3. การตั้งสมมติฐาน	20	0	0	60	20
- ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานของการทดลองเมื่อหยดสารละลายน้ำตาลเข้มข้น 10% ลงไปในสไลด์ของเซลล์เยื่อหุ้ม					
4. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	18	0	30	39	13
- ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรอิสระ ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมที่สอดคล้องกับสมมติฐานของการทดลอง					
5. การตีความหมายและการลงข้อสรุป	33	8	18	33	8
- ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองที่ได้จากการเตรียมสไลด์สดของเซลล์เยื่อหุ้มแล้วหยดสารละลายน้ำตาลเข้มข้น 10% ลงไปในสไลด์					
6. การคำนวณ	18	0	0	74	8
- นักเรียนนำเยื่อหุ้มไปตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตร ด้วยกำลังขยายต่ำ (x10) แล้วให้คำนวณหาความกว้างเซลล์เยื่อหุ้มแต่ละเซลล์ พร้อมทั้งแสดงวิธีทำ					



$\Phi = 1.6$  มิลลิเมตร

กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์และนักเรียนร้อยละ 7 ไม่ได้ตอบคำถาม

ผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะการพยากรณ์ของนักเรียนพบว่า มีนักเรียนร้อยละ 42 มีทักษะในการพยากรณ์ โดยนักเรียนสามารถพยากรณ์ได้ว่าเมื่อหยดสารละลายน้ำตาลเข้มข้น 10% ลงบนสไลด์ของเซลล์

เยื่อหุ้ม จะทำให้เซลล์เยื่อหุ้มเหี่ยวลงเนื่องจากน้ำออสโมซิสออกจากเซลล์เยื่อหุ้ม ซึ่งจากคำตอบเหล่านี้ ทำให้ทราบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องการแพร่และการออสโมซิสมาใช้ในการตอบคำถามด้วย นักเรียนร้อยละ 28 มีทักษะในการพยากรณ์บางส่วน กล่าวคือ แนวทางในการพยากรณ์ถูกต้องแต่ขาดการ



อธิบายเหตุผลประกอบการพยากรณ์ นักเรียนร้อยละ 10 มีทักษะในการพยากรณ์ที่ถูกและที่ผิดปะปนกัน เช่น เซลล์เยื่อหุ้มจะเหี่ยวลง เพราะสารละลายน้ำตาลแพร่เข้าไปในเซลล์เยื่อหุ้มและเซลล์เยื่อหุ้มจะเหี่ยวลง เนื่องจากการเคลื่อนที่ของน้ำ เป็นต้น นักเรียนร้อยละ 10 ขาดทักษะในการพยากรณ์เพราะจากคำตอบของนักเรียนนั้นทำให้ทราบว่าพยากรณ์ของนักเรียนไม่ได้อยู่บนพื้นฐานของความรู้หรือสถานการณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ และนักเรียนไม่ได้พิจารณาถึงข้อมูลที่กำหนดให้จากการทดลอง เช่น เซลล์เยื่อหุ้มจะโตขึ้นเพราะสารละลายได้แพร่เข้าไปในเซลล์เยื่อหุ้ม และเซลล์เยื่อหุ้มจะเปลี่ยนสีและมีขนาดใหญ่ขึ้นและนักเรียนร้อยละ 10 ไม่ได้เขียนคำตอบ

ทักษะการตั้งสมมติฐานนั้นเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการปฏิบัติการทดลองและการค้นหาคำตอบ เพราะเป็นแนวทางที่ช่วยให้เกิดการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งทักษะการตั้งสมมติฐานนี้ได้ถูกบรรจุไว้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (สสวท., 2546) เพื่อเป็นการมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการตั้งสมมติฐานในการนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่จากผลการสำรวจพบว่ามีนักเรียนถึงร้อยละ 60 ที่ยังขาดทักษะในการตั้งสมมติฐานโดยสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้นไม่ได้แสดงถึงแนวทางในการออกแบบและวางแผนการทดลอง นักเรียนบางคนยังสับสนระหว่างปัญหาของการทดลองกับสมมติฐาน ยกตัวอย่างสมมติฐานที่นักเรียนตั้งขึ้น เช่น สารละลายมีผลต่อเซลล์เยื่อหุ้มอย่างไร เซลล์เยื่อหุ้มจะมีปรากฏการณ์อย่างไรเมื่ออยู่ในสารละลายที่เข้มข้นกว่า และสารละลายน้ำตาลเข้มข้น 10% มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มหรือไม่ ซึ่งไม่ถือว่าเป็นสมมติฐานของการทดลอง นักเรียนร้อยละ 20 มีทักษะในการตั้งสมมติฐานที่ถูกต้องสมบูรณ์และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการนำมาใช้ออกแบบและวางแผนการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ เช่น สารละลายน้ำตาลเข้มข้น 10% มีผลต่อการเคลื่อนที่เข้าและออก

ของน้ำภายในเซลล์เยื่อหุ้มและถ้าความเข้มข้นของสารมีผลต่อการเข้าและออกของน้ำภายในเซลล์เยื่อหุ้มแล้ว ดังนั้น เมื่อหยดสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน จะทำให้มีการเคลื่อนที่เข้าและออกของน้ำภายในเซลล์เยื่อหุ้มแตกต่างกัน เป็นต้น และนักเรียนร้อยละ 20 ไม่ได้ตอบคำถาม

สำหรับทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรนั้น ผลการสำรวจพบว่า นักเรียนร้อยละ 39 ขาดทักษะในการกำหนดตัวแปร โดยที่นักเรียนไม่สามารถกำหนดตัวแปรได้ครบถ้วนและถูกต้องโดยเฉพาะตัวแปรต้นและตัวแปรตาม นักเรียนบางคนกำหนดตัวแปรได้เพียงหนึ่งตัวแปร นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดตัวแปรที่ต้องควบคุมได้ถูกต้อง นักเรียนร้อยละ 30 สามารถกำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง 2 ตัวแปรจากทั้งหมด 3 ตัวแปร มีนักเรียนเพียงร้อยละ 18 เท่านั้นที่กำหนดตัวแปรได้ถูกต้องทั้ง 3 ตัวแปรซึ่งแต่ละตัวแปรนั้นมีความหมายนำมาสู่การปฏิบัติการทดลองได้และมีความสอดคล้องกับการทดลองที่กำหนดให้ ส่วนนักเรียนอีกร้อยละ 13 ไม่ได้เขียนคำตอบ ซึ่งผลการสำรวจนี้ยังพบว่านักเรียนบางคนที่ยังขาดทักษะในการกำหนดตัวแปร ยังขาดทักษะในการตั้งสมมติฐานที่ดีด้วย

สำหรับทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปนั้น ผลการสำรวจพบว่ามีนักเรียนร้อยละ 33 ขาดทักษะในการลงข้อสรุป โดยข้อสรุปของนักเรียนนั้นขาดความสอดคล้องกับการทดลองที่กำหนดให้ เช่น สารละลายน้ำตาลมีการแพร่เข้าไปในเซลล์เยื่อหุ้มทำให้เซลล์เยื่อหุ้มเต่งขึ้น และความเข้มข้นของสารน้อยแพร่ไปสู่ความเข้มข้นของสารมากจึงทำให้เซลล์เต่ง เป็นต้น ซึ่งข้อสรุปเหล่านี้ยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดกระบวนการออสโมซิสในเซลล์พืชด้วย ในทางตรงกันข้ามมีนักเรียนร้อยละ 33 ที่มีทักษะในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยข้อสรุปของนักเรียนมีความถูกต้องและเกี่ยวข้องกับการทดลองที่กำหนดให้ ยกตัวอย่างเช่น ความเข้มข้นของสารที่แตกต่างกันระหว่างภายนอก

เซลล์ และภายในเซลล์จะมีผลต่อการออสโมซิสของน้ำเข้าหรือออกจากเซลล์ และสารละลายน้ำตาลความเข้มข้น 10% เมื่อนำมาหยดลงในเซลล์เยื่อหุ้มจะทำให้เซลล์เยื่อหุ้มเหี่ยวลง เพราะเกิดการออสโมซิสของน้ำออกจากเซลล์ นักเรียนอีกร้อยละ 18 มีทักษะในการลงข้อสรุปที่มีส่วนของคำตอบที่ผิดปะปนอยู่ เช่น น้ำมีการแพร่เข้าเซลล์ ดังนั้นน้ำมีการแพร่จากน้ำมากไปน้ำน้อยทำให้เซลล์เหี่ยว เป็นต้น และมีนักเรียนร้อยละ 8 ไม่ได้ตอบคำถาม

ทักษะการคำนวณเป็นทักษะขั้นพื้นฐานซึ่งเป็นการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน เมื่อกำหนดตัวเลขให้แล้วให้นักเรียนแสดงวิธีการคำนวณ ผลการสำรวจพบว่านักเรียนร้อยละ 74 ขาดทักษะในการคำนวณและการใช้ตัวเลขโดยที่นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องได้ มีนักเรียนเพียงร้อยละ 18 ที่มีทักษะในการคำนวณและแสดงวิธีการคำนวณถึงขั้นที่ได้คำตอบที่ถูกต้อง ส่วนนักเรียนร้อยละ 8 ไม่ได้แสดงวิธีทำและไม่เขียนคำตอบ

### อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยจะเห็นว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์หลังจากที่ได้เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของ สสวท. พ.ศ. 2546 แล้วนั้นยังไม่พัฒนาไปในระดับที่น่าพึงพอใจ มีนักเรียนเพียงร้อยละ 58 ที่มีทักษะในการทดลองโดยที่นักเรียนสามารถเขียนคำตอบแสดงขั้นตอนการทดสอบ การเคลื่อนที่ของน้ำเข้าและออกจากเซลล์ได้ แต่ยังมีนักเรียนส่วนมากขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บางทักษะที่สำคัญโดยสามารถเรียงตามลำดับได้ดังนี้ การคำนวณ (ร้อยละ 74) การตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 60) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (ร้อยละ 39) การตีความหมายและการลงข้อสรุป (ร้อยละ 33) สำหรับทักษะการคำนวณนั้น

เป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่นักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะทั้งในเรื่องการแสดงวิธีการคำนวณ การเปลี่ยนหน่วยการวัด ซึ่งอาจเป็นเพราะการเรียนวิชาชีววิทยานั้นไม่ได้มุ่งเน้นวิธีการคำนวณและไม่ค่อยมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับการใช้ตัวเลข ซึ่งผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐนันท์ แต้มทอง (2538) ซึ่งสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนมากมีระดับผลสัมฤทธิ์ในทักษะขั้นพื้นฐานค่อนข้างสูง ยกเว้นทักษะการคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิตอกับมิติและมิติกับเวลา

สำหรับทักษะการตั้งสมมติฐานนั้นเป็นทักษะขั้นสูงที่มีความสำคัญมาก กล่าวคือ การตั้งสมมติฐานที่ดีนั้นจะนำไปสู่การทดลองที่มีความชัดเจน แต่ผลการสำรวจที่ได้นี้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะในการตั้งสมมติฐาน ซึ่งผลที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งในประเทศและต่างประเทศ คือนักเรียนทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาขาดทักษะการตั้งสมมติฐาน (สุนทรี สิงห์พันธ์, 2542; รัชนาคะยอม, 2543; Germann, Aram & Burke, 1996; Beaumont-Walters & Soyibo, 2001)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อนักเรียนในเรื่องของการทดลองทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการสืบเสาะความรู้ การเรียนแบบท่องจำเนื้อหาจากแบบเรียนไม่เพียงพอที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ (Padilla, Okey & Dillashaw, 1983; Germann, Aram & Burke, 1996; Germann & Aram, 1996; Beaumont-Walters & Soyibo, 2001) ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรให้นักเรียนได้คิดและลงมือ ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองเพื่อเป็นการเสริมสร้างทักษะที่ดีให้กับนักเรียน (Padilla, Okey & Dillashaw, 1983) และจากผลการสำรวจในงานวิจัยนี้ยังพบว่านักเรียนบางคนขาดทักษะในการตั้งสมมติฐานที่ดีมักจะขาดทักษะในการกำหนดและควบคุมตัวแปรและการลง

### ข้อสรุปที่ถูกต้องด้วย

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นยังต้องอยู่บนพื้นฐานของการมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องที่ศึกษา เช่น ในการศึกษานี้ผู้วิจัยศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ แต่จากผลการสำรวจพบว่าคำตอบของนักเรียนนั้นแสดงให้เห็นว่ายังมีนักเรียนจำนวนมากมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ในเรื่องการลำเลียงสารผ่านเข้าและออกเซลล์ ขนาดของเซลล์และรูปร่างของเซลล์ เป็นต้น

### ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพราะผลการวิจัยได้ให้ข้อมูลที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์มาแล้วตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของ สสวท. พ.ศ. 2546 ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนหนึ่งยังขาดทักษะต่าง ๆ ดังรายงานผลการวิจัยข้างต้น ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรเพิ่มกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือคิดและปฏิบัติด้วยตนเอง ฝึกให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ จัดสถานการณ์ในการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาหรือการใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาประกอบการจัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทักษะที่ได้จากห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ได้ นอกจากนี้ทักษะทั้งชั้นพื้นฐานและขั้นผลสมนั้นไม่สามารถแบ่งแยกออกจากกันได้ ครูผู้สอนจึงควรเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงแต่ละทักษะเข้าด้วยกันเพื่อนักเรียนจะได้เกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

สำหรับแนวทางในการทำงานวิจัยต่อไปนั้นควรเน้นการสำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเชิงปฏิบัติโดยอาจใช้การสังเกตควบคู่กับการใช้แบบสำรวจเพื่อจะทำให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์

และอาจใช้การสัมภาษณ์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนบางคนที่ไม่เขียนคำตอบหรือไม่ตอบคำถามเพื่อลดปัญหาการไม่ตอบคำถามของนักเรียน

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ณัฐนันท์ แต่มทอง. (2538). การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในจังหวัดเพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร. (สำเนา)
- ณรงคศิลป์ รูปพนม. (2531). การแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 16(กรกฎาคม-กันยายน).
- มงคล เสนามนตรี. (2539). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์เรื่องโลกสีเขียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการสอนโดยใช้ผังมโนมิติรูปตัววีกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (สำเนา)
- รัชชก คะยอม. (2543). การพัฒนาแบบฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (สำเนา)
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2532). กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ:

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุนทรี่ สิงห์พันธ์. (2542). การสร้างและการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ภาควิชาการศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง. (สำเนา)
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: พรึกหวานกราฟฟิค.
- Beaumont-Walters, Y. & Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. **Research in Science & Technological Education**, 19, 133-145.
- Boonklub N. (2000). **Thailand**. In M. Poison (ed.), Final report of the International Workshop on the reform in the Teaching of Science and Technology at Primary and Secondary Level in Asia: Comparative References to Europe, Beijing, 27-31 March 2000. UNESCO. Available: <http://ibe.unesco.org/National/China/chifinal.htm>, August 8, 2003.
- Germann, P. & Aram, R. (1996). Student performances on the science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions, and providing evidence. **Journal of Research in Science Teaching**, 33, 773-798.
- Germann, P., Aram, R. & Burke, G. (1996). Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skill of designing experiments. **Journal of Research in Science Teaching**, 1, 79-99.
- Odom, A. (1995). Secondary & college biology students' misconceptions about diffusion and osmosis. **The American Biology Teacher**, 57, 409-415.
- Padilla, M., Okey, J., & Dillashaw, F. (1983). The relationship between science process skills and formal thinking abilities. **Journal of Research in Science Teaching**, 20, 150-165.