ระดับการรู้เคมีของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Chemical Literacy Level of Engineering Students, Faculty Engineering, North Eastern University

รุ่งรัตน์ ธรรมทอง[1], ธีรภัทร โคตรบรรเทา[2],
อรอุมา ทวีรุ่งศรีทรัพย์[3] และ คงศักดิ์ ธาตุทอง[4]
มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
Rungrat Thummathong[1], Teerapat Khotbuntao[2],
Onuma Thaweerungsrisap[3] and KongsakThathong[4]
North Eastern University, Thailand
Corresponding Author; Email: Thummathong12516@gmail.com

****

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ระดับการรู้เคมีของของนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ 2) เปรียบเทียบคุณลักษณะด้านเพศ อายุ และวุฒิการศึกษาที่มีผลต่อระดับการรู้เคมีของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 100 คนเครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดการรู้เคมี (Chemical Literacy Test) ประกอบด้วยแบบวัด 3 ประเภท: 1) ประเภทปรนัย 2) แบบวัดประเภทอัตนัย และ3) แบบวัดประเภทเจตคติที่มีต่อเคมี

ผลการวิจัย พบว่า 1) ระดับการรู้เคมีในภาพรวมของนักศึกษาอยู่ในระดับต่ำมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 40.73 2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับการรู้เคมี พบว่า คุณลักษณะด้านเพศ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการรู้เคมีไม่แตกต่างกันอย่างมี

* ได้รับบทความ: 2 ธันวาคม 2562; แก้ไขบทความ: 25 ธันวาคม 2562; ตอบรับตีพิมพ์: 26 ธันวาคม 2562
Received: December 2, 2019; Revised: December 25, 2019; Accepted: December 26, 2019

นัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนด้านอายุ และวุฒิการศึกษามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการรู้เคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ยังมีระดับของการรู้เคมีอยู่ในระดับต่ำ ตัวแปรด้านอายุ และ วุฒิการศึกษามีผลทำให้การรู้เคมีของนักศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้น ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมระดับการรู้เคมีของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญกับอายุและวุฒิการศึกษาของนักศึกษามากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะช่วยให้มหาวิทยาลัยสามารถผลิตวิศวกรที่มีระดับการรู้เคมีสูงเพียงพอ ที่จะใช้สารเคมีด้วยความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมต่อไป

คำสำคัญ: ระดับการรู้เคมี; นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์

Abstract

The purpose of this research was two-fold. Firstly, to determine the level of chemical literacy of Engineering undergraduate students from the Engineering faculty at North Eastern University. Secondly, to investigate the contribution of sex, age and level of study to the chemical literacy level of the student. The samples were 100undergraduate students studying chemistry. They enrolled in the 1st semester of the academic year 2015. The instruments were Chemical Literacy Test (CLT) and semi-structured interview. The CLT consisted of three assessment formats: 1) Multiple-choice CLT,2) Written CLT, and 3) Test of Chemistry Related Attitudes.

The results: Firstly, the holistic CLT responses of engineering students showed that mean of percentage scores was 40.73 andengineering students' level of chemical literacy wascategorized as the "Low level" of chemical literacy. Secondary, the contributions of sex, age,and level of study to level of chemical literacy. There were no statistically significant differences in the level of chemical literacy based on sex ($p>0.05$). However, there were statistically significant differences in the level of chemical literacy based on age and level of study ($p<0.05$). The overall chemical literacy of engineering students was categorized as "Low level. Moreover, age and level of study had the effect to the differences on level of chemical literacy. Thus, it is an essential to determine for development teaching and learning process in chemistry classroom to highest effectiveness.This will help the educational institutions to foster engineering students to achieve higher chemical literacy. Then they can use of chemicals with social and environmental responsibility

Keywords: Chemical Literacy Level; Engineering Students

บทนำ

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับสารโดยตรง และความเข้าใจเรื่องคุณสมบัติของสารมีส่วนสำคัญต่อความจำเป็นสำหรับการศึกษาในหลายาขา เช่น วิทยาศาสตร์สุขภาพ ภูมิศาสตร์ ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ (Brown et al., 2005) ยิ่งไปกว่านั้นในปัจจุบันพบว่าการใช้สารเคมีได้เข้ามามีบทบาทต่อการใช้ชีวิตประจำวันของเราทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การอุปโภคบริโภคและยังส่งผลต่อการตัดสินใจของมนุษย์ในด้านต่างๆ เช่น การตัดสินใจด้านสุขภาพ เกี่ยวกับการบริโภคสารอาหาร (แป้ง,คาร์โบไฮเดรต,ไขมัน,วิตามิน) ในการเลือกทางเลือกบริโภคอาหารต่อการเผาผลาญของร่างกายที่จะส่งผลต่อการลดความอ้วนของมนุษย์ในส่วนของการตัดสินใจด้านสังคมเกี่ยวกับ การเลือกสถานที่ในการตั้งเตาเผาขยะ โดยประชาชนต้องมีความรู้เกี่ยวความเข้าใจเกี่ยวกับการควบคุมมลพิษ กระบวนการดูดซึมทางเคมี และการแปลงตัวเร่งปฏิกิริยา รวมไปถึง การตัดสินใจทางด้านเศรษฐกิจ เกี่ยวกับ สภาพอากาศที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในอุตสาหกรรม ทางด้านพันธุวิศวกรรม เช่น การตัดแต่งพันธุกรรมทางเคมีบนความเสี่ยงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (Gilbert et al., 2002) ดังนั้น เราคงจะปฏิเสธไม่ได้ว่าในชีวิตของเราจะต้องเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังที่ Graberet al.(2001) กล่าวว่า ทิศทางของการสอนเคมีในชั้นเรียน ควรจะนำประเด็นที่เป็นปัญหาจริงนำมามาใช้ในการฝึกฝนทางวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ใช้บริบทของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ของสังคมปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สัมพันธ์กับเนื้อหาของสสาร จะทำให้นักเรียนได้เข้าใจชีวิตและโลกทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยในอนาคตสำหรับการสอนเคมีให้เกิดประสิทธิภาพนั้น มีความต้องการทางด้านการปรับปรุงทักษะการรู้เคมีให้ดีขึ้นทั้งในระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา (Moje,1992) จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมประชากรให้มีความพร้อมมีความรอบรู้เกี่ยวกับสารเคมีในชีวิตประจำวัน จึงทำให้การเรียนวิชาเคมีไม่ใช่เป็นแค่การเรียนรู้เนื้อหาที่มีอยู่เพียงแต่ในตำราเรียนหรือเรียนไปตามความจำเป็นจากหลักสูตรที่กำหนดไว้เท่านั้น แต่ประสิทธิผลของการเรียนต้องอยู่ที่ผู้เรียนต้องสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำ เข้าไปมีส่วนร่วมของกิจกรรมที่เป็นประเด็นทางเคมี สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ตนเองต้องเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องได้อย่างสมเหตุสมผล ดังที่ Gilbert and Treagust (2009) สรุปเกี่ยวกับประเด็นการได้มาซึ่งการรู้เคมีของประชาชนไว้หลายแนวทาง ได้แก่ การรู้เคมีเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ดังนั้นประชาชนควรมีการรู้เคมีเพื่อที่พวกเขา

สามารถมีความเข้าใจในรายงาน และบทความต่างๆที่เกี่ยวข้องทางเคมี และสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปรายประเด็นต่างๆ ทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ได้แก่ ประเด็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ผลกระทบจากการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก การลดลงของโอโซน และการเกิดฝนกรด เป็นต้น นอกจากนั้น Zoller (2001) ยังกล่าวอีกว่า ควรมีการพัฒนาส่งเสริม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ การศึกษาทางเคมี และพยายามฝึกฝนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงให้เกิดกับนักเรียนทุกระดับในทั้ง 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงไปสู่วิชาอื่นๆได้

สภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในชั้นเรียนของผู้วิจัย และผลจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบปัญหาหลายด้าน เช่น ด้านความรู้ พบว่า ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน เนื่องจากจบการศึกษามาจากระบบการศึกษาที่แตกต่างกัน เช่น โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย, การศึกษานอกโรงเรียน และ สถาบันอาชีวศึกษา ผู้เรียนที่เรียนจบจากวุฒิการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีความรู้ความเข้าใจการเรียนวิชาเคมีน้อยมาก เห็นได้จากผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ มีเกรดเฉลี่ยในแต่ละภาคเรียนน้อยกว่า 2.00 นอกจากนั้นผู้เรียนยังมีความเข้าใจว่า เรียนหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมไม่มีความจำเป็นต้องเรียนวิชาเคมี จึงทำให้ไม่ให้ความสำคัญและไม่สนใจเรียนเท่าที่ควร ซึ่งในความเป็นจริงนั้นการเรียนเคมีเป็นเรื่องสำคัญ และจำเป็นมาก สำหรับนักศึกษาทุกคน เพราะวิชาเคมีเป็นพื้นฐานสำคัญของการศึกษาในวิชาอื่นๆ เช่น วัสดุวิศวกรรม มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม กลศาสตร์ของไหล เทอร์โมไดนามิกส์ หรือ แม้กระทั่งนำไปประยุกต์ใช้ในประสบการณ์การทำงาน ดังนั้น ถ้าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานวิชาเคมีไม่มากพอจะส่งผลให้การเรียนในระดับที่สูงมีปัญหาได้ เช่น ด้านการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ, ผู้เรียนไม่สามารถอธิบายรายละเอียดได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ที่ถือว่าเป็นเป้าหมายหลักของการพัฒนาผู้เรียน (Office of Higher Education Commission [OHEC], 2009) ส่วนด้านผู้สอนมักจะเน้นเนื้อหาในตำรามากเกินไปและพยายามทำให้เด็กเข้าใจเนื้อหาที่เรียนทั้งหมด เนื่องจากกังวลในการสอนเนื้อหาให้ครบตามหลักสูตร จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ใช้วิธีการสอนยึดครูเป็นศูนย์กลาง ทำให้ผู้เรียนต้องอ่านและจำเนื้อหามากจนเกินไป จนเป็นสาเหตุให้ทำข้อสอบไม่ได้ (Maliwan Sinnoi, 2008) จากเหตุผลหลายประการดังกล่าวที่ผ่านมาข้างต้น อาจจะส่งผลต่อระดับการรู้เคมีของนักศึกษาที่เข้ามาเรียนในหลักสูตรทางด้านวิศวกรรมอยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาระดับการรู้เคมีของนักศึกษาคณะ

วิศวกรรมศาสตร์ของมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น รวมทั้งการศึกษาความแตกต่างของเพศ อายุ และวุฒิการศึกษากับระดับการรู้เคมี เนื่องจากที่ผ่านมามีนักการศึกษาได้ศึกษาปัจจัยต่างๆเหล่านี้พบว่ามีผลต่อความแตกต่างด้านการรู้วิทยาศาสตร์ (O'Neale et al., 2013;Oluwatelure, 2012; Piraksa et al. , 2014; OECD, 2016; Yalçın et al., 2014; Ibe et al., 2016)

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่าระดับการรู้เคมีของนักศึกษาก่อนเข้าศึกษาในหลักสูตรคณะวิศวกรรมศาสตร์กับระดับการรู้เคมีเป็นอย่างไร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาเคมีให้สอดคล้องและมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับการรู้เคมีของของนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะด้านเพศ อายุ และวุฒิการศึกษาที่มีต่อระดับการรู้เคมีของนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษานักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 259 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษานักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 100 คน (Yamane, 1973) ที่ได้จากการสุ่มอย่างอย่างง่ายดำเนินการโดยการจับฉลากสุ่มรายชื่อจากนักศึกษาจำนวน 259 คน

3. เครื่องมือ

แบบวัดการรู้เคมี (Chemical Literacy Test) และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยประยุกต์จาก Thummathong and Thathong (2016) ประกอบด้วย 3

ส่วน คือ 1) แบบวัดประเภทปรนัยมีจำนวน 60 ข้อ ใช้สำหรับวัดองค์ประกอบการรู้เคมีด้านความรู้และความเข้าใจเนื้อหาทางเคมี มีค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน หรือ K-R20 เท่ากับ 0.72 2) แบบวัดประเภทอัตนัยมีจำนวน 22 ข้อ ใช้สำหรับวัดองค์ประกอบการรู้เคมี 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้และความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเคมี เทคโนโลยีและสังคม มีจำนวน 5 ข้อ ด้านการประยุกต์ใช้การคิดวิเคราะห์ มีจำนวน 5 ข้อ ด้านการประยุกต์การให้เหตุผล มีจำนวน 9 ข้อ และด้านความตระหนักทางคุณธรรมในเทอมของความรับผิดชอบมีจำนวน 3 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาร์ค หรือ α เท่ากับ 0.66 0.61 0.82 และ 0.77 ตามลำดับ และแบบวัดประเภท Five point Likert Scales มีจำนวน 70 ข้อ ใช้สำหรับวัดการรู้เคมีด้านเจตคติทางเคมี มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาร์ค หรือ α เท่ากับ 0.88 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ใช้ศึกษาการรู้เคมี ที่มีนิยามดังนี้

การรู้เคมี (Chemical Literacy) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่แสดงออกถึงคุณลักษณะ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ และความเข้าใจ ความตระหนัก และการประยุกต์ใช้เคมีในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่าง ๆ ที่ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบดังนี้

1) ความรู้ และความเข้าใจเนื้อหาทางเคมี ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการกฎ สมมติฐาน ทฤษฎี โมเดล

2) ความรู้ และความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง เคมีเทคโนโลยีและสังคม ประกอบด้วย ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเคมี เทคโนโลยีและสังคม ได้แก่ ยอมรับว่าเคมี และเทคโนโลยีมีทั้งประโยชน์และโทษต่อสังคมชั่งน้ำหนักเกี่ยวกับประโยชน์

3) ความตระหนักทางคุณธรรม ได้แก่ ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใช้วิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

4) ความตระหนักทางเจตคติทางเคมี ประกอบด้วย ความรู้สึกเกี่ยวกับเคมี เช่นการแสดงความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางเคมี เห็นคุณค่าของการวิจัยและสนใจทางด้านเคมีและเทคโนโลยี

5) การประยุกต์ใช้ความมีเหตุผล ประกอบด้วย การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่น สร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานหรือไม่

6) การประยุกต์ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ ในการแก้ปัญหา และตอบคำถามจากสถานการณ์ปัญหาต่างๆ (Preczewski et al., 2009; Holbrook and Rannikmae, 2009; National Research Council, 2007; Norris and Philip, 2003; Lee, 2002)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลใช้การสำรวจโดยใช้เครื่องมือ คือแบบวัดการรู้เคมีและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีการดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม – เมษายน พ.ศ. 2559 ในการวัดระดับการรู้เคมีของนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 100 คน โดยนำแบบวัดการรู้เคมีไปทดสอบระดับการรู้เคมี กับกลุ่มตัวอย่าง ในวันเสาร์ ที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2559 เวลา 9.00-12.00 น. ณ อาคาร 3 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดการรู้เคมี จำนวน 3 ชั่วโมง จำแนกออกเป็น แบบวัดประเภทปรนัยใช้เวลา 60 นาที แบบวัดประเภทอัตนัยใช้เวลา 90 นาที และแบบวัดเจตคติที่มีต่อเคมี ใช้เวลา 30 นาที ทำการตรวจให้คะแนนการรู้เคมี โดยมีเกณฑ์ในการตรวจ ดังนี้

- แบบวัดประเภทปรนัย มีเกณฑ์คือ 0= ตอบผิด, 1 = ตอบถูก

- แบบวัดประเภทอัตนัย มีเกณฑ์ คือ 0= ตอบผิด/ไม่ตอบ, 1= ตอบถูกบางส่วน และ2 = ตอบถูกสมบูรณ์ และ- แบบวัดประเภทลิเกิร์ทสเกล มีเกณฑ์ คือ 1= ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 2 = ไม่เห็นด้วย, 3 = ไม่แน่ใจ, 4 = เห็นด้วย และ 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง

หลังจากนั้นทำการสุ่มนักศึกษาจำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลากจากนักศึกษาจำนวน 100 คนที่ตอบแบบวัดการรู้เคมีเพื่อทำการสัมภาษณ์ การรู้เคมีของนักศึกษาโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยดำเนินการสัมภาษณ์ภายหลังจากที่นักศึกษาทำการตอบแบบวัดการรู้เคมี 1 สัปดาห์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ประกอบด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ การเปรียบเทียบความแตกต่างใช้สถิติ t-test Independent และ One Way Anova วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติชั้นสูง

เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกระดับการรู้เคมีของนักศึกษาใช้เกณฑ์ร้อยละของจำนวนคนและร้อยละของคะแนนเฉลี่ยโดยแบ่งเป็น 3 ระดับการรู้เคมีตามคะแนนเฉลี่ยร้อยละดังนี้ (Thummathong and Thathong, 2016)

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ≤ 49 หมายถึง ระดับต่ำ

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ≤ 69 หมายถึง ระดับปานกลาง และ
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ ≥ 70 หมายถึง ระดับสูงเท่ากับ

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ผลการศึกษาระดับการรู้เคมีของนักศึกษาศึกษาระดับการรู้เคมีของของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีรายละเอียดดังนี้

1) ผลการศึกษาระดับการรู้เคมีของนักศึกษาโดยใช้แบบวัดการรู้เคมี

ตารางที่ 1 จำนวนคนและร้อยละของระดับการรู้เคมีของนักศึกษา (n=100)

องค์ประกอบของการรู้เคมี	ระดับการรู้เคมี		
	ระดับต่ำ จำนวนคน(ร้อยละ)	ระดับปานกลาง จำนวนคน(ร้อยละ)	ระดับสูง จำนวนคน(ร้อยละ)
1. ความรู้และความเข้าใจด้านเนื้อหาทางเคมี	100(100%)	0(0%)	0(0%)
2. ความรู้และความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ระหว่าง เคมี เทคโนโลยีและสังคม	26(26%)	40(40%)	34(34%)
3. ประยุกต์ใช้ด้านการคิดวิเคราะห์	99(99%)	1(1%)	0(0%)
4. ประยุกต์ใช้ด้านการให้เหตุผล	89(89%)	9(9%)	2(2%)
5. ความตระหนักทางคุณธรรมในด้านความรับผิดชอบ	44(44%)	44(44%)	12(12%)
6. เจตคติที่มีต่อเคมี	0(0%)	73(73%)	17(17%)

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนคนและร้อยละของระดับการรู้ ของนักศึกษาจำนวน 100 คน โดยใช้แบบวัดการรู้เคมี ซึ่งแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ “ระดับต่ำ”, “ระดับปานกลาง” และ “ระดับสูง” ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีระดับการรู้เคมีใน “ระดับต่ำ”

ใน 3 ลำดับแรก ได้แก่ ด้านความรู้และความเข้าใจด้านเนื้อหาทางเคมี ด้านประยุกต์ใช้ด้านการคิดวิเคราะห์ และด้านประยุกต์ใช้ด้านการให้เหตุผล โดยมีร้อยละเท่ากับ 100, 99 และ 89 ตามลำดับ สำหรับ “ระดับปานกลาง” ได้แก่ ด้านเจตคติที่มีต่อเคมี, ด้านความตระหนักทางคุณธรรมในด้านความรับผิดชอบ และด้าน ความรู้และความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ระหว่าง เคมี เทคโนโลยีและสังคม โดยมีร้อยละเท่ากับ 73,44 และ 40 ตามลำดับ และ “ระดับสูง” ได้แก่ ด้านความรู้และความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ระหว่าง เคมี เทคโนโลยีและสังคม. ด้านเจตคติที่มีต่อเคมี และ ด้านความตระหนักทางคุณธรรมในด้านความรับผิดชอบ โดยมีร้อยละเท่ากับ 34,17 และ 12 ตามลำดับ จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีการรู้เคมีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน องค์ประกอบด้านความรู้และความเข้าใจด้านเนื้อหาทางเคมีประยุกต์ใช้ด้านการคิดวิเคราะห์ และประยุกต์ใช้ด้านการให้เหตุผล ที่มีจำนวนมากสูงเกิน ร้อยละ 80 ขึ้นไป

ตารางที่ 2 Mean และ SD ของคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการรู้เคมีของนักศึกษา (n=100)

องค์ประกอบของการรู้เคมี	Mean	SD	ระดับการรู้เคมี
1. ความรู้และความเข้าใจด้านเนื้อหาทางเคมี	29.22	6.75	ต่ำ
2. ความรู้และความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ระหว่าง เคมี เทคโนโลยี และสังคม	56.30	19.63	ปานกลาง
3. ประยุกต์ใช้ด้านการคิดวิเคราะห์	13.80	10.62	ต่ำ
4. ประยุกต์ใช้ด้านการให้เหตุผล	30.17	16.03	ต่ำ
5. ความตระหนักทางคุณธรรมในด้านความรับผิดชอบ	49.33	21.17	ต่ำ
6. เจตคติที่มีต่อเคมี	65.55	6.44	ปานกลาง
เฉลี่ยรวมการรู้เคมี	**40.73**	**7.72**	**ระดับต่ำ**

ตารางที่ 2 แสดง Mean และ SD ของเของคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการรู้เคมีของนักศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมการรู้เคมีมีระดับการรู้เคมีอยู่ใน “ระดับต่ำ” โดยมี Mean และ SD เท่ากับ 40.73 และ 7.72 ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบอีกว่า เมื่อทำการวิเคราะห์แยกเป็นองค์ประกอบ พบว่า มี 4 ด้าน ที่มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้เคมีอยู่ในระดับต่ำ นั่นก็คือ ประยุกต์ใช้ด้านการคิดวิเคราะห์ ($\bar{X}$=13.80, SD = 10.62) ความรู้และความเข้าใจเนื้อหาทางเคมี ($\bar{X}$= 29.22, SD = 6.75) การประยุกต์ใช้ด้านการให้เหตุผล ($\bar{X}$=30.17, SD =

16.03) และความตระหนักทางคุณธรรมในด้านความรับผิดชอบ ($\bar{X}$=49.33, SD = 21.17) ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบ 2 ด้านที่เหลือ มีระดับการรู้เคมีอยู่ในระดับปานกลางได้แก่ ความรู้และความเข้าใจด้านความสัมพันธ์ระหว่าง เคมี เทคโนโลยีและสังคม ($\bar{X}$=56.30, SD = 19.63) และ เจตคติที่มีต่อเคมี ($\bar{X}$= 65.55, SD = 6.44) ตามลำดับ

2) ผลการศึกษาระดับการรู้เคมีโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

ตารางที่ 3 ร้อยละของระดับการรู้เคมีในแต่ละคำถามของการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (n=30)

องค์ประกอบการรู้เคมี	ข้อที่	ระดับต่ำ คะแนน 1 หรือ 2 (จำนวน/ร้อยละ)	ระดับปานกลาง คะแนน 3 (จำนวน/ร้อยละ)	ระดับสูง คะแนน 4 หรือ 5 (จำนวน/ร้อยละ)
1. ความรู้และความเข้าใจ	1	24(80)	6(20)	0(0)
ด้านเนื้อหาทางเคมี	2	25(83.33)	5(16.67)	0(0)
	3	28(70)	12(30)	0(0)
2. ความรู้และความเข้าใจ	4	22(73.34)	14(46.67)	1(3.33)
ด้านความสัมพันธ์ระหว่าง	5	13(43.33)	16(53.33)	1(3.33)
เคมี เทคโนโลยีและสังคม				
3. ประยุกต์ใช้ด้านการคิด	6	22(73.34)	8(26.66)	0(0)
วิเคราะห์	7	24(80)	6(20)	0(0)
4. ประยุกต์ใช้ด้านการให้	8	22(73.34)	8(26.66)	0(0)
เหตุผล	9	24(80)	6(20)	0(0)
	10	20(69.67)	10(33.33)	0(0)
5. ความตระหนักทาง	11	11(36.67)	14(46.67)	5(16.66)
คุณธรรมในด้านความ	12	16(53.33)	12(40)	2(6.67)
รับผิดชอบ				
6. เจตคติที่มีต่อเคมี	13	17(56.67)	13(43.33)	0(0.00)
	14	12(40)	18(60)	0(0)
เฉลี่ยรวมการรู้เคมี		**65.22**	**32.86**	**2.14**

หมายเหตุ: คะแนน 1 หรือ 2 คือ ตอบถูกบางส่วนและยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้, คะแนน 3 คือตอบถูกบางส่วน และสามารถอธิบายเหตุได้บ้างแต่ยังไม่สมบูรณ์ คะแนน 4 หรือ 5 คือ ตอบถูกสมบูรณ์และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 3 แสดงร้อยละของระดับการรู้เคมีในแต่ละคำถามของการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ของนักศึกษาจำนวน 30 คนที่ได้จากกการสุ่ม โดยการสุ่มโดยการจับฉลากจากนักศึกษาที่ได้ทำการตอบแบบวัดการรู้เคมี จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 30 พบว่าภาพรวมของนักศึกษาส่วนใหญ่ ร้อยละ 65.22 มีระดับการรู้เคมีจัดอยู่ในระดับ ต่ำรองลงมามีนักศึกษาร้อยละ 32.86 ที่มีระดับการรู้เคมีจัดอยู่ในระดับปานกลาง และมีนักศึกษาเพียงร้อยละ 2.14 ที่มีระดับการรู้เคมีอยู่ในระดับสูง จากผลการศึกษาระดับการรู้เคมี ทั้ง 2 วิธี ที่ประกอบด้วย การตอบแบบทดสอบใช้แบบวัดการรู้เคมี (CLT) และการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีระดับการรู้เคมีอยู่ในระดับต่ำเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

6.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะด้านเพศ อายุ และวุฒิการศึกษาที่มีต่อระดับการรู้เคมีของนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 100 คน

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะด้าน เพศ อายุ และวุฒิการศึกษากับการรู้เคมี (n=100)

คุณลักษณะ	จำนวนนักศึกษา	ค่าสถิติ		
		Mean	SD	P
1) เพศ				
1.1) ชาย	86	40.76	7.58	0.906
1.2) หญิง	14	40.50	8.84	
2) อายุ				
2.1) 17-20	23	39.29	6.53	0.020*
2.2) 21-25	49	39.45	7.91	
2.3) มากกว่า 25 ปีขึ้นไป	28	44.15	7.48	
3) วุฒิการศึกษา				

คุณลักษณะ	จำนวนนักศึกษา	ค่าสถิติ		
		Mean	SD	P
3.1) มัธยมศึกษาตอนปลาย	33	39.05	6.86	0.000*
3.2) ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	51	39.66	6.74	
3.3) ปริญญาตรี	12	49.11	9.39	
3.4) ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	4	42.99	6.91	

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะด้านเพศ อายุ และวุฒิการศึกษาที่มีต่อระดับการรู้เคมีของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 100 คน ที่ได้จากการตอบแบบวัดการรู้เคมี ผลปรากฏว่า ลักษณะด้านเพศ เพศชายมีจำนวน 86 คน และเพศหญิง จำนวน 14 คนผลการทดสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติ t –test พบว่า เพศชายและหญิงมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้เคมีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) คุณลักษณะด้านอายุ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ คือ กลุ่ม 1 อายุระหว่าง 17-20 ปี มีจำนวน 23 คน กลุ่ม 2 อายุระหว่าง 21-25 มีจำนวน 49 คน และ กลุ่ม 3 อายุ มากกว่า 25 ปีขึ้นไป มีจำนวน 28 คนผลการทดสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติ One Way Anova พบว่า ทั้ง 3 กลุ่ม มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้เคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และด้านวุฒิการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 = ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) มีจำนวน 33 คน กลุ่ม 2=ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) มีจำนวน 51 คน กลุ่ม 3 = ระดับปริญญาตรี (ป.ตรี) และ กลุ่ม 4 = ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) มีจำนวน 4 คน ผลการทดสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติ One Way Anova พบว่า ทั้ง 4 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการศึกษาระดับการรู้เคมี และการเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณลักษณะด้านเพศ อายุ และวุฒิการศึกษาที่มีต่อระดับการรู้เคมีของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือดังนี้

1. ผลการศึกษาระดับการรู้เคมีของนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น นำเสนอในตารางที่ 1 และ 2 ปรากฏว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีการรู้เคมีน้อยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 40.73 และพบ

องค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ใน “ระดับต่ำ” จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้และความเข้าใจด้านเนื้อหาทางเคมีประยุกต์ใช้ด้านการคิดวิเคราะห์ประยุกต์ใช้ด้านการให้เหตุผลและด้านความตระหนักทางคุณธรรมในด้านความรับผิดชอบโดยมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 13.80, 29.22, 30.17 และ 49.33 ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาระดับการรู้เคมีในภาพรวมดังกล่าว ยังมีความสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง แสดงผลในตารางที่ 3 ที่พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่จำนวน ร้อยละ 65.22 มีระดับการรู้เคมีอยู่ในระดับต่ำเช่นกัน จากผลของการศึกษาระดับการรู้เคมีดังกล่าว มีความสอดคล้องกับ Oluwatelure (2012) ที่สำรวจระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยของประเทศไนจีเรีย พบว่านักศึกษามีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำมากเช่นกัน และยังมีความสอดคล้องกับผลของการสำรวจการรู้เคมีของ Witte and Berrs (2003) ที่ทำการสำรวจกับนักเรียนอายุ 17 ปี ของประเทศเนเธอร์แลน พบว่า นักเรียนตอบคำถามถูกต้องสมบูรณ์มีเปอร์เซนต์ที่ค่อนข้างต่ำเช่นกัน (น้อยกว่า50 %) ผลการวิจัยระดับการรู้เคมีที่ผู้วิจัยพบครั้งนี้ นอกจากนี้ผลการวิจัยยังมีความสอดคล้องกับ Cigdemoglu and Geban (2015) วิชาเคมีที่ใช้สอนในชั้นเรียนยังขาดการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีไปสู่ชีวิตจริงของผู้เรียน นอกจากนั้นนักศึกษายังขาดการประยุกต์ใช้ด้านการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล ที่จะนำไปสู่การประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่เป็นผลจากกิจกรรมทางเคมี เช่น การพิจารณาเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ใช้ในการลดน้ำหนัก การใช้ยา เครื่องสำอาง เป็นต้น ซึ่งถือเป็นทักษะที่สำคัญต่อการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (OECD, 2008) รวมถึงความตระหนักทางคุณธรรมในด้านความรับผิดชอบที่มีต่อสังคม และสิ่งแวดล้อมที่ทุกคนจำเป็นต้องมีดังที่ Sadler (2004) เสนอแนะไว้ว่าการรู้วิทยาศาสตร์ของบุคคลในการเข้าไปมีส่วนร่วมสำหรับพิจารณาประเด็นปัญหาต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมุ่งอยู่บนฐานของคุณธรรมและจริยธรรมของบุคคล ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของวิศวกรที่จะต้องมีมากกว่าบุคคลทั่วไป เพราะมันเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาประเทศ เพื่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้า มั่นคง และยั่งยืนต่อไปดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาเคมีให้ประสพความสำเร็จในด้านการรู้เคมีจึงถือเป็นเป้าหมายหลักของหลักสูตรที่จะต้องนำไปเป็นแนวทางเพื่อทำพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ที่สามารถส่งเสริมการรู้เคมีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

2. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของ เพศ อายุ และวุฒิการศึกษา กับการรู้เคมีของนักศึกษาที่เรียนวิชาเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1) ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างด้านเพศ กับการรู้เคมีของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละของการรู้เคมีในภาพรวมของการรู้เคมี องค์ประกอบ 6 ด้าน นั้น คะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้เคมีระหว่างเพศชาย และเพศหญิงไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่า เพศชายและหญิงมีระดับการรู้เคมีใกล้เคียงกัน เป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลการสำรวจความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ โดยผลการประเมินด้านการรู้วิทยาศาสตร์ในส่วนผลของการประเมิน PISA2015(OECD, 2016) ของกลุ่มตัวอย่างทีเป็นนักเรียนอายุ 15 ในประเทศไทย พบว่านักเรียนชายและหญิงมีค่าเฉลี่ยของการรู้วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันซึ่งมีผลคล้ายคลึงกับในหลายประเทศในแถบเอเชีย เช่น สิงค์โปร มาเลียเซีย อินโดนีเซีย เกาหลีใต้ เป็นต้น และยังมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Piraksa et al. (2014) ที่สำรวจความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 400 คน ในประเทศไทยที่พบว่า นักเรียนชาย และหญิง มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระหว่างเพศชายและหญิงในประเทศตรุกี (Yalçın et al., 2011) ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างเช่นเดียวกัน และยังมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ที่ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างเพศ (Ibe et al., 2016) จากผลของงานวิจัยที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้งชายและหญิงไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จึงไม่ต้องคำนึงถึงความแตกต่างทางเพศของผู้เรียนมากนัก เนื่องจากการศึกษาในปัจจุบันได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเสมอภาคและเท่าเทียมกัน

2) ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างด้านอายุในการรู้เคมี พบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้เคมีกับช่วงอายุที่แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 17-20 ปี, 21-25 ปี และมากกว่า 25 ปีขึ้นไป มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 โดยพบว่านักศึกษากลุ่มที่มีอายุมากที่สุด คือ กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 25 ปีขึ้นไป เป็นกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้เคมีมากที่สุดเท่ากับ 44.15 รองลงมาคือกลุ่มที่มีอายุระหว่าง 21-25 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.45 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับกลุ่มที่มีอายุระหว่าง 17-20 ปี ที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 39.25

แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่มีอายุมากกว่ามีความสามารถด้านการรู้เคมีสูงกว่ากลุ่มที่มีอายุน้อย ซึ่งผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับผลการสำรวจระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูในคณะศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาในประเทศตรุกีที่พบว่า นักศึกษาที่อยู่ในชั้นที่ 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ย สูงกว่านักศึกษาที่อยู่ในชั้นปีที 1 และ 2 (Yalçın et al., 2011) นอกจากนั้นยังมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของ O'Neale et al.(2013) ที่ทำการสำรวจระดับการรู้วิทยาศาสตร์ด้านเคมีของนักศึกษาใน The University of the West Indies ประเทศ Jamaica พบว่า นักศึกษา ชั้นปีที่ 1, 2 และ 3 มีแนวโน้มของคะแนนการรู้วิทยาศาสตร์ด้านเคมีเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับนักศึกษาก่อนเข้ามาเรียนในมหาวิทยาลัย โดยที่นักศึกษาที่เรียนในชั้นปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ ชั้นปีที่ 2 ตามมาด้วยชั้นปีที่ 1 และ นักศึกษาก่อนเข้ามาเรียนในชั้นปีที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด แสดงว่าอายุของผู้เรียนส่งผลต่อระดับการรู้เคมีของนักศึกษา อย่างไรก็ตามโดยภาพรวมผลการวิจัยครั้งนี้นักศึกษาส่วนใหญ่ ยังมีระดับการรู้เคมีอยู่ในระดับต่ำ จึงจำเป็นต้องพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงอายุของผู้เรียนด้วยเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีระดับการรู้เคมีที่สูงขึ้นเพียงพอที่พวกเขาจะสามารถนำไปประยุกต์ในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นได้ และใช้ประกอบอาชีพอย่างมีความรับผิดชอบต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อไป

3) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้เคมี ตามวุฒิการศึกษา แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่1 มัธยมศึกษาตอนปลาย(ม.6) มีจำนวน 33 คน กลุ่มที่ 2 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) มีจำนวน 51 คน กลุ่มที่ 3 ระดับปริญญาตรี(ป.ตรี) มีจำนวน 12 คน และ กลุ่มที่ 4 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) มีจำนวน 4 คน (ตารางที่ 2) ผลการเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า ภาพรวมของระดับการรู้เคมีกับวุฒิการศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 โดยที่กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละการรู้เคมีมากที่สุด คือกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่เรียนจบปริญญาตรีจากสาขาอื่นมาก่อนที่จะเข้ามาเรียนหลักสูตรทางด้านวิศวกรรม และมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 49.11 สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจบการศึกษามาจากสายอาชีวะประกอบด้วย ปวช. กับ ปวส. และสายสามัญ (ม.6) โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 42.99,39.66 และ 39.05 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่านักศึกษาที่มีวุฒิการศึกษาแตกต่างกันจะมีคะแนนเฉลี่ยระดับการรู้เคมีต่างกันอยู่บ้าง แม้ว่าระดับปริญญาตรีจะมีคะแนนสูงกว่าเพราะมีประสบการณ์ต่างๆ มากกว่า แต่ทุกกลุ่มยังคงมีคะแนนเฉลี่ยระดับการรู้เคมีอยู่ในเกณฑ์ต่ำเหมือนกัน โดยเฉพาะด้านความรู้และความเข้าใจ

เนื้อหาทางเคมีที่เป็นพื้นฐานทีสำคัญของการรู้เคมี และด้านการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณการให้เหตุผล ในการแก้ปัญหาซึ่งถือเป็นทักษะทางปัญญาที่จำเป็นในการศึกษาของศตวรรษที่ 21 (OECD, 2008) ที่พบว่าทุกกลุ่มมีระดับการรู้เคมีไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการที่นักศึกษาเข้ามาเรียนหลักสูตรทางด้านวิศวกรรม ไม่ว่าจะมีวุฒิการศึกษาใดจะต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนาให้เกิดการรู้เคมีอย่างเท่าเทียมกัน เนื่องด้วยการรู้เคมีเป็นเรื่องที่สำคัญมากในปัจจุบัน (Celik, 2014) และเป็นเป้าหมายหลักของการศึกษาด้านเคมี (Holman and Hunt, 2002; Roberts, 2007) รวมถึงพวกเขาต้องเข้าไปมีส่วนร่วมในสังคมและสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางตรง และทางอ้อมจากกิจกรรมต่างๆ ทางเคมี และผลผลิตทางเคมี (Gilbert and Treagust, 2009) ดังนั้น การจักการเรียนการสอนวิชาเคมี ผู้สอนจำเป็นต้องให้เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่างๆ โดยจะต้องนำองค์ประกอบด้านอายุและวุฒิการศึกษาของนักศึกษาที่เข้ารับเข้ามาเรียนประกอบด้วย ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้ทุกกลุ่มเกิดการรู้เคมีอย่างมีประสิทธิภาพไปพร้อมๆ กัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) การที่พบว่าระดับการรู้เคมีของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในระดับต่ำ ทางสถาบันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเน้นที่การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่จะส่งเสริมให้นักศึกษามีระดับการรู้เคมีที่สูงขึ้นก่อนที่เขาจะสำเร็จออกไปวิศวกรที่ทำงานด้านเคมีทั้งนี้เพื่อป้องกันผลกระทบอันอาจเกิดจากการขาดการรู้เคมีของนักศึกษา

2) เนื่องจากความแตกต่างด้านอายุ และวุฒิการศึกษา มีผลทำให้เกิดความแตกต่างด้านระดับการรู้เคมีของนักศึกษาดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนจำเป็นต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอน ทั้งในด้านรูปแบบและเทคนิคการสอนแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับอายุ และวุฒิการศึกษาของที่ผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรู้เคมีอย่างได้ประสิทธิต่อไป

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไป

1) สถาบันที่ผลิตบุคลากรที่จะไปประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมี ควรมีการสำรวจระดับการรู้เคมีของนักศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตบุคลากรที่มีการรู้เคมีที่สูงเพียงพอที่จะออกไปทำงาน ด้วยความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

2) ควรมีการศึกษาปัจจัยด้านอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น เปรียบการรู้เคมีระหว่างสาขาวิชาตลอดจนการศึกษาเปรียบเทียบการรู้เคมีของนักศึกษาระหว่างสถาบันต่างๆ ที่มีบริบทใกล้เคียงกัน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการรู้เคมีของนักศึกษาร่วมกันต่อไป

References

Brown, B.A., Reveles, J.M., and Kelly, G.J. (2005). Scientific literacy and discursive identity: A theoretical framework for understanding science learning. *Science Education*, 89(5),779–802.

Celik, S. (2014). Chemical literacy levels of science and mathematics teacher candidates. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(1), 1-15.

Cigdemoglu,C. and Geban,O. (2015). Improving students'chemical literacy levels on thermochemical and thermodynamics concepts through a context-based approach. *Chemistry Education Research and Practice*,16, 302-317.

Gilbert, J.K., De Jong, O.D., Justi, R., Treagust, D.F., and VanDriel, J.H. (2002). Reseach and development for the future of science education. *Chemical education: Towards research-based practice.* (p.391-408).

Dordrechi: Kluwer.Gilbert, J.K. and Treagust, D.F. (2009).*Representation and relationship between them: Key models in chemical education.* In J.K. Gilbert, & D.F. Treagust (Eds.).*Multiple representation in chemical education.* (p. 1-8).Dordrecht: Springer Nertherland.

Gräber, W., Nentwig, P., Becker, H.J., Sumfleth, E., Pitton, A., and Wollweber, K.(2001).Scientific literacy: From theory to practice. In H. Behrendt, H.Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komorek, A.Kross et al. (Eds.). *Research in science education: Past, present, and future.*(p. 61–70). New York: Kluwer Academic.

Holbrook, J. and Rannikmae, M. (2009). Nature of Science Education for Enhancing Scientificliteracy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1374-1362.

Holman, J., and Hunt, A. (2002). What does it mean to be chemically literate?. *Education in Chemistry*, 39(1), 12-14.

Ibe, E., Appolonia, A.N., Obi, C.N., and Nwoye, M.N. (2016).Gender and levels of attainment of scientific literacy among science students under constructivist instructional model.*International Journal of Engineering Science & Research Technology*, 5(7), 81-90.

Lee, S.A. (2002). *Planning curriculum in science.Wisconsin Department of Public Instruction.Milwaukee*. WI: Wisconsin Department of Public Instruction.

Moje, E. B. (1992). *Literacy in the chemistry classroom: An ethnographic study of effective teaching. Paperpresented at the 42nd Annual Meeting of the National Reading Conference,* San Antonio, Taxus.

Mozeika, D. and Bilbokaite, R. (2010). Teaching and learning method for enhancing 15-16 years old students` knowledge as one of scientific literacy aspect in chemistry: Results basedon research And approbation.*The International Journal of Educational Researchers*. 3(1), 1-16.

Maliwan Sinnoi. (2008). *The Study of The Members' Needs Library Services for Students Instructional Resources Centre Ubon Rachathani University.* Ubon Rachathani University.

National Research Council [NRC]. (2007). *Talking science to school: Learning and teaching science in grades K-8.* Washington, DC: National Academy Press.

Norris, S.P. and Philip, L.M. (2003). How Literacy in its fundamental sense in central to Scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.

Office of Higher Education Commission [OHEC]. (2009). *Thai Qualification Framework for Higher Education (TQF: HEd) 2009.* Bangkok: Office of Higher Education Commission.

Oluwatelure, T.A. (2012). Investigation into the scientific literacy level of the Nigerien University Undergraduate.Brith Journal of Education, Society &BehaviouralScience, 2(2), 139-149.

O'Neale, L.G., Maughan, J., and Ogunkola, B. (2013). Scientific literacy of undergraduate chemistry students in the University of the West Indies, Barbados: Individual and joint contributions of age, sex, and level of study. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 2(10), 55-66.

Organization for Economic Co-operation and development[OECD]. (2008). *21st Skills: How can you prepare students for the new Global Economy?.*OECD Publishing, Paris.

Organization for Economic Co-operation and Development[OECD]. (2016). *PISA 2015 result(volume I): Excellence and equity in education. PISA,* Paris : OECD Publishing.

Piraksa, C., Srisawasdi, N., and Koul, R. (2014). Effect of gender on students' scientific ability: A case Studyin Thailand. *Procedia Social and Behavioral Science.* 116, 486-491.

Preczewski, J.P., Mittler, A., and Tillotson, W. (2009).Perspectives of German and US Students as they make meaning of science in their everyday lives.*International Journal of Environment Science Education*. 4(3), 247-258.

Roberts, D. (2007). *Linne scientific literacy symposium opening remarks. Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium entitled Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction.* Uppsala University, Sweden (pp. 9-17).

Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., and Hofstein, A. (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(4), 203-225.

Sinnoi, M. (2008). Factors that have an effect to retired of undergraduates UbonRatchathani University. *Academic Journal*, 10(3), 156-167.

Thummathong, R. and Thathong, K. (2016).Construction of a Chemical Literacy Test for Engineering Students. *Journal of Turkish Science Education*, 13(3), 185-198.

Witte, D. and Beers, K. (2003). Testing of chemical literacy (chemistry in context in Dutch national examinations). *Chemical Education International*, 4(1), 1-15.

Yalçın, S.A., Açışlı, S. and Turgut, Ü. (2011). Determining the levels of pre-service science teacher' scientific literacy and investigating effectuality of the education faculties about developing scientific literacy. *Procedia Social and Behavioral Science*,15, 783-787.

Yamane, T.(1973). *Statistics: an introductory analysis*. New York: Harper & Row.

Zoller, U. (2001). The challenge for environmental chemistry educators. *Environmental Science and Pollution Research*, 8(1), 1–4.