

1.00 คำนำ

เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่า การที่มนุษย์มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นกว่าสมัยก่อนนั้นเป็นผลสืบเนื่องมาจากการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น การสื่อสารในสมัยก่อน มนุษย์อาศัยมาหรือช้างเป็นเครื่องมือซึ่งต้องเสียเวลาในการเดินทางมาก แต่ในปัจจุบันนี้มนุษย์สามารถสื่อสารโดยผ่านดาวเทียมไปยังอีกซีกโลกหนึ่งได้ในระยะเวลาชั่วพริบตา นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังได้เผยแพร่อิทธิพลไปทั่วทุกซอกทุกมุมของโลก เพื่ออำนวยความสะดวกออกมาสู่สายตามนุษย์มากมาย เช่น โทรทัศน์สี

เครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ โดยเหตุนี้เองมนุษย์จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้เพื่อที่จะสามารถใช้และควบคุมเครื่องมือต่าง ๆ ได้ และจะต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างทั่วไป เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับใช้ความรู้เหล่านั้นช่วยในการดำรงชีวิต อยู่ด้วยความสุขสบาย โดยเหตุที่วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าอยู่ตลอดเวลาทั้งนี้เพราะว่า วิทยาศาสตร์ นอกจากจะเป็นวิชาความรู้ วิชาการแล้วยังเป็นขบวนการหาความรู้และการปรับปรุงความรู้ ที่มีอยู่ให้ถูกต้องยิ่งขึ้น ดังนั้นลักษณะอันสำคัญของวิทยาศาสตร์ก็คือความไม่หยุดนิ่ง โดยเหตุนี้เองมนุษย์จึงต้องเพิ่มพูนความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่เรื่อยไป และผลรับจากการที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือช่วยให้สามารถตัดสินใจได้ดี ทั้งยังเป็นเครื่องมือในการทำงานเพื่อที่จะได้เข้าไปหาความจริงต่าง ๆ ซึ่งคุณประโยชน์อันนี้ไม่อาจจะหาได้จากวิชาศิลปะหรือวิชาประเภทอื่นใดเลย

* 2.00 ที่มาของปัญหา

ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับ ความสำคัญ และความจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา จะเห็นได้ว่าในระยะ 10 ปีที่ผ่านมาเศรษฐกิจของประเทศได้ขยายตัวเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่ก็ต้องมาประสบกับปัญหานักวิชาการไม่พอเพียงกับความต้องการ เฉพาะอย่างยิ่งนักวิทยาศาสตร์ ทั้งวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ซึ่งปัญหานี้ปรากฏเห็นได้ชัด เป็นที่ยอมรับ และกล่าวอ้างกันโดยทั่วไป¹ สาเหตุหนึ่งในหลาย ๆ สาเหตุของปัญหานี้ คือการขาดความสนับสนุนทางการศึกษาวิทยาศาสตร์

¹ ประชุมสุข อาชาวำรุง "วิทยาศาสตร์เสรี" วิทยาศาสตร์ 7 : 565 กรกฎาคม 2511

ความจริงนี้จะเห็นได้ชัดในโรงเรียนต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงเรียนในต่างจังหวัด และโรงเรียนราษฎร์² ซึ่งไม่อาจทำการสอนวิทยาศาสตร์ได้เต็มที่ เพราะขาดอุปกรณ์และกำลังเงิน นอกจากนี้ยังปรากฏว่าครูที่สอนวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีความชำนาญพอที่จะสอนภาคปฏิบัติการให้แก่ักเรียนได้ ทั้งนี้เพราะครูวิทยาศาสตร์มักจะได้รับกรอบทางวิทยาศาสตร์ โดยการฟังปรากฏการณ์เป็นส่วนใหญ่

ในสาขาวิชาเคมีก็เช่นเดียวกัน การเรียนการสอนวิชาเคมีในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ จะพบกับอุปสรรคมากมาย เช่น การขาดงบประมาณ อุปกรณ์ เคมีภัณฑ์ และครูที่จะมาสอนวิชาเคมีภาคปฏิบัติการ ในด้านเคมีภัณฑ์ส่วนใหญ่จะราคาแพง หายาก และการสั่งซื้อใช้เวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อินดิเกเตอร์ ซึ่งเป็นสารจำเป็นอย่างมากสำหรับการเรียนการสอนวิชาเคมีในเรื่องคุณภาพวิเคราะห์ และปริมาณวิเคราะห์ ปกติสารอินดิเกเตอร์จะมีราคาแพง ดังตัวอย่างที่ยกมานี้

methyl orange	25	กรัม	85	บาท
congo red	25	กรัม	98	บาท
methylene blue	25	กรัม	140	บาท
phenol red	25	กรัม	240	บาท
bromphenol blue	25	กรัม	425	บาท

เพื่อที่จะขจัดปัญหาเกี่ยวกับสารอินดิเกเตอร์ จึงได้เลือกทำการศึกษาเรื่องนี้ โดยตั้งชื่อว่า "การสกัดสารอินดิเกเตอร์จากดอกไม้บางชนิด เพื่อใช้ในการสอนวิชาเคมี" สาเหตุที่ทำการศึกษาเรื่องนี้มี 3 ประการคือ

2.1) ต้องการจะช่วยเหลือโรงเรียนที่ขาดงบประมาณ อุปกรณ์ และเคมีภัณฑ์ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือแบบง่าย ลงทุนในราคาถูก แต่ให้ได้เคมีภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้

2.2) อินดิเกเตอร์เป็นสารที่หาได้ไม่ถี่ยนักตามท้องตลาดและราคาแพง แต่จากการศึกษาคนควาได้ทราบว่าดอกไม้ชนิดต่าง ๆ มีสารอินดิเกเตอร์เป็นองค์ประกอบอยู่

² ชูลี ชัยพิพัฒน์ "ครูวิทยาศาสตร์กับการสอนวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติการในโรงเรียนมัธยม"

ดังนั้นถ้าสามารถสกัดเอามาใช้ได้โดยลงทุนในราคาถูกลงกว่าทองคำ ก็จะเป็นการช่วยเหลือในค่านงบประมาณได้

๒.๓) ในการศึกษาครั้งนี้แม้ว่าสกุลของไม้คอกบางชนิดอาจจะไปเข้ากับต่างประเทศที่ได้เคยทำไปแล้ว แต่ยังคงว่าได้ประโยชน์เพราะการศึกษานี้มุ่งเอาผลไปใช้ในการเรียนการสอนและใช้ไม้คอกในประเทศไทย ดังนั้นจึงเป็นการแตกต่างกันในเรื่องเวลา ไม้คอกอากาศ สถานที่ เทคนิค และประโยชน์ที่จะได้รับ

3.00 จุดมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้

3.10 เพื่อศึกษาว่ามีไม้คอกไม้ชนิดใดบ้างที่มีสารอินดิเกเตอร์เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย โดยเลือกศึกษาจากคอกไม้ชนิดต่าง ๆ ที่หาได้ง่าย พบเห็นอยู่บ่อย ๆ หรือถ้าจำเป็นจะต้องซื้อจะต้องมีราคาถูก

3.20 เพื่อศึกษาถึงวิธีสกัด วิธีแยกสารอินดิเกเตอร์จากคอกไม้ และวิธีการทำให้บริสุทธิ์ โดยใช้เครื่องมือหรือวิธีที่มีประสิทธิภาพ

3.30 เพื่อศึกษาถึงวิธีสกัด วิธีแยกสารอินดิเกเตอร์จากคอกไม้ และวิธีการทำให้บริสุทธิ์ โดยใช้เครื่องมือหรือวิธีการแบบง่าย ลงทุนในราคาถูก โดยคำนึงว่าโรงเรียนที่ขาดงบประมาณ อุปกรณ์ และเคมีภัณฑ์ ก็สามารถที่จะสกัดสารอินดิเกเตอร์ใช้เองได้

3.40 เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างข้อ 3.20 กับ 3.30 ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.4.1 ในด้านคุณภาพของสารอินดิเกเตอร์ที่ได้ออกมา โดยเฉพาะในด้านคุณภาพวิเคราะห์ และปริมาณวิเคราะห์ (การนำไปใช้)

3.4.2 ในด้านวิธีทดลอง และเครื่องมือที่ใช้

3.4.3 ในด้านราคาของการลงทุน

3.50 เพื่อศึกษาว่าสารอินดิเกเตอร์ที่ได้ออกมานั้นคืออะไร มีสมบัติอย่างไร

3.60 เพื่อเน้นให้เห็นว่าสถาบันที่ขาดงบประมาณ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ สามารถที่จะสกัดสารอินดิเกเตอร์จากธรรมชาติใช้เองได้ โดยวิธีการแบบง่าย

* 4.00 ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

4.10 ผลของการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้ จะทำให้ครูและอาจารย์ผู้สอนวิชาเคมีในสถาบันการศึกษาทุกระดับ ได้ทราบว่ามียอกโมโนคลิโคหรือลักษณะใดบ้างที่มีสารอินดิเกเตอร์ที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการเรียนการสอน และอินดิเกเตอร์ที่อยู่ในดอกไม้เหล่านั้นคืออะไร มีสูตรทางเคมีอย่างไร และมีคุณสมบัติอะไรบ้าง

4.20 ผลของการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้ ทำให้ทราบถึงวิธีสกัด วิธีแยก วิธีทำให้บริสุทธิ์ และวิธีนำเอาสารอินดิเกเตอร์ดังกล่าวนี้ไปใช้เป็นตัวบอกถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสาร * ซึ่งครูและอาจารย์ผู้สอนวิชาเคมีจะสามารถสกัดขึ้นเอง และนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

4.30 เทคนิคและวิธีทดลองต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมีภาคปฏิบัติการในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและระดับอุดมศึกษาได้

4.40 ผลของการศึกษาค้นคว้าจะสามารถช่วยเหลือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ที่ขาดงบประมาณ เคมีภัณฑ์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

5.00 ขอบเขตของการค้นคว้า

5.10 ดอกไม้ที่อยู่ในขอบข่ายที่จะทำการศึกษามีทั้งหมด 30 ชนิด (ดูรายชื่อในตารางที่ 1 หน้า 34) แต่จะคัดเลือกศึกษาเพียงบางชนิดโดยยึดหลักการคัดเลือกดังนี้

- 5.1.1 หาได้ง่ายในทุกภาคของประเทศไทย
- 5.1.2 นิยมปลูกตามบ้านหรือขึ้นอยู่ทั่วไป
- 5.1.3 ถ้าจำเป็นต้องซื้อก็ต้องมีราคาถูก
- 5.1.4 มีปริมาณของอินดิเกเตอร์ในดอกมากพอควร

5.20 วิธีการที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ

* ตาม concept เคมีเรียกว่า "การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสาร" แต่ปัจจุบันนี้ไม่สามารถแบ่งแยกออกไปได้ว่า อะไรเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี อะไรเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ดังนั้นจึงขอใช้คำว่า "การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสาร" แทน

5.2.1 วิธีการที่มีประสิทธิภาพ ใช้เครื่องมือและเคมีภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองเป็นที่เชื่อถือได้

5.2.2 วิธีการแบบง่าย ใช้เครื่องมือและเคมีภัณฑ์แบบง่ายราคาถูก โดยคำนึงว่าโรงเรียนที่ขาดอุปกรณ์ และเคมีภัณฑ์ก็สามารถทำการทดลองได้

5.30 มุ่งเอาผลของการศึกษาค้นคว้าไปใช้ในด้านคุณภาพวิเคราะห์ (qualitative analysis) และปริมาณวิเคราะห์ (quantitative analysis) ในการเรียนการสอนวิชาเคมี

5.40 การศึกษาว่าสารอินดิเคเตอร์ที่ได้ออกมานั้นคืออะไรจะใช้จากกฎการวงมือ และเทคนิค 3 ประเภทคือ

5.4.1 ข้อมูลจาก Spectronic 20

5.4.2 ข้อมูลจาก paper chromatography

5.4.3 ข้อมูลจาก color reaction test

6.00 คำนิยามและศัพท์เฉพาะ

วิทยาศาสตร์³ (Science) หมายถึงวิชาความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ในธรรมชาติที่มนุษย์ได้สะสมกันมาตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน ไปจนอนาคตอย่างไม่สิ้นสุด เป็นการศึกษาที่ว่าด้วยสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติที่เล็กที่สุดไปจนถึงสิ่งที่ใหญ่ที่สุดว่ามีความเป็นมาอย่างไร มีพฤติกรรมอย่างไร มีระเบียบแบบแผนหรือไม่ เป็นความรู้และข้อเท็จจริงที่สามารถทดสอบได้ เมื่อใดเห็นว่าหลักเกณฑ์ใดไม่เป็นจริง หลักเกณฑ์ข้อนั้นก็ถูกยกเลิกไป หรือถูกไขอยู่ในวงจำกัด ข้อเท็จจริงหรือหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์จะเป็นจริงชั่วคราวเวลาหนึ่งเท่านั้น (relative truth) และจะไม่เป็นจริงตลอดไป (absolute truth)

เคมี⁴ (Chemistry) เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่กล่าวถึงเรื่องราวและ

³ สิบปพนท์ เกตุทัต "วิทยาศาสตร์" วิทยาศาสตร์ 11 : 918 พฤศจิกายน 2511

⁴ ทองสุข พงศทัต เคมีชั้นเตรียมอุดมศึกษา หน้า 1 พ.ศ. 2503

พฤติกรรมของสารทุกชนิด ว่าสารประกอบขึ้นเป็นตัวตนได้อย่างไร นี้องค์ประกอบอะไรบ้าง และยังกล่าวถึงปรากฏการณ์ทั้งหลายที่เกิดขึ้นเมื่อสารทุกชนิดทำปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน

อินดิเคเตอร์⁵ (Indicator) คือสารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบอินทรีย์ (organic compound) ที่มีฤทธิ์เป็นกรด เป็นกลาง หรือเป็นด่างอ่อน และสารประกอบชนิดนี้สามารถเปลี่ยนสีได้เมื่ออยู่ในสภาวะที่ต่างกัน

Acid-Base Indicator⁶ คือสารอินดิเคเตอร์ชนิดที่ไวบอกถึงปริมาณของกรด (หรือด่าง) ที่ถูกทำให้สะท้อนด้วยด่าง (หรือกรด) โดยการเปลี่ยนสี

วิธีการที่มีประสิทธิภาพ คือวิธีทดลองที่ทำให้ผลการทดลองที่ได้รับแน่นอนใกล้เคียงกับความเป็นจริงและเชื่อถือได้ โดยใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและเคมีภัณฑ์ที่มีความบริสุทธิ์สูง

วิธีการแบบง่าย คือวิธีทดลองแบบง่ายโดยใช้เครื่องมือและเคมีภัณฑ์แบบง่ายซึ่งสามารถจัดหาได้ในราคาถูก หรือเป็นวัสดุที่หาได้เปล่า

⁵ Rose, Arthur, and Rose, Alizabeth, "The Condensed Chemical Dictionary," p. 589, 1962.

⁶ "International Encyclopedia of Chemical Science," p. 581, 1964.