บทที่ 4
ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้ทำสำรวจปัจจัยที่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ของเมทานอล และได้ทำการทดลองเพื่อยืนยันสมมติฐาน ปัจจัยที่นำมาทดลองได้แก่ ระยะเวลาตั้งถ้วยอะลูมิเนียมหลังสารแห้ง และการทดลองพร้อมอะซิโตไนไตรล์ และอะซิโตน

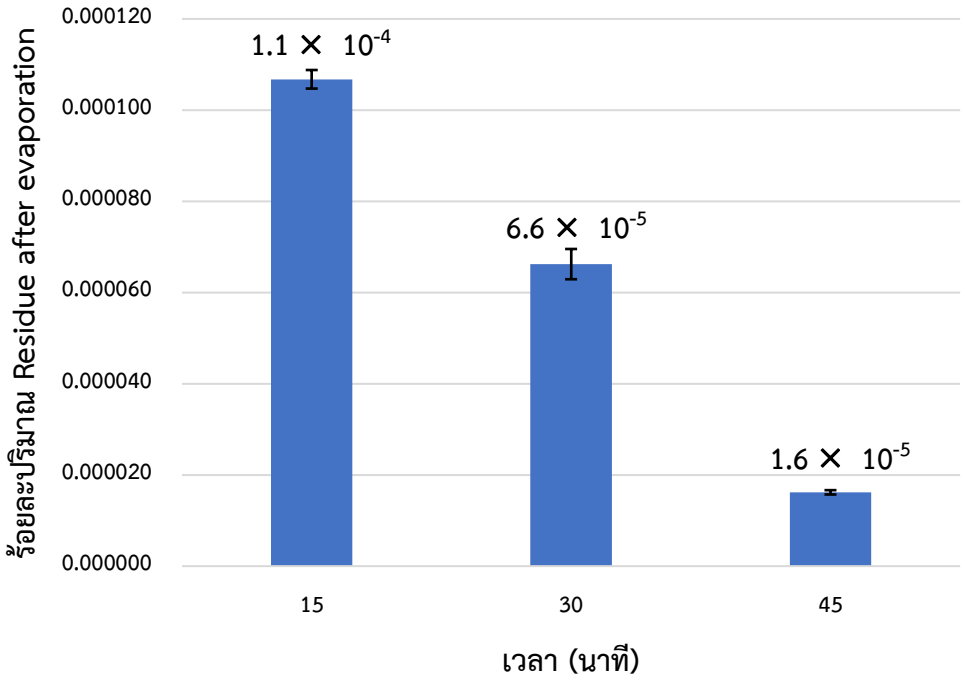
4.1 ผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนระยะเวลาตั้งถ้วยอะลูมิเนียมบนเครื่องให้ความร้อนหลังจากเมทานอลระเหยหมด

จากเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work instruction) ของบริษัทอาร์ซีไอแล็บสแกนจำกัด (บทที่ 3 ข้อ 3.3) ได้กำหนดให้ตั้งถ้วยอะลูมิเนียมบนเครื่องให้ความร้อนหลังจากสารระเหยหมดเป็นเวลา 30 นาทีก่อนนำเข้าโถดูดความชื้น แต่จากการสำรวจ และสอบถามผู้ทดสอบที่ได้รับมอบหมายให้ทดสอบ Residue after evaporation ทำให้เห็นว่าระยะเวลาที่ตั้งถ้วยอะลูมิเนียมของแต่ละบุคคลหรือแม้แต่บุคคลเดียวอาจไม่เท่ากัน เนื่องจากแต่ละบุคคลมีหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายมากกว่า 1 หน้าที่ ไม่สามารถติดตามการทดลองได้ตลอดเวลา ส่งผลให้เมื่อตัวทำละลายระเหยหมด ไม่สามารถจับเวลาที่แน่นอนได้ ทางผู้ทำวิจัยจึงทำการทดสอบหาร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ของเมทานอลทั้งหมด 2 ตัวอย่าง ได้แก่ 21020348 และ 21020251 โดยตั้งถ้วยอะลูมิเนียมหลังจากเมทานอลระเหยหมดใช้เวลา 15 30 และ 45 นาที เพื่อยืนยันว่าปัจจัยนี้ส่งผลต่อร้อยละปริมาณ Residue after evaporation หรือไม่ โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1 - 4.2 และกราฟที่ 4.1 - 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เมื่อเปลี่ยนเวลาการตั้งถ้วยอะลูมิเนียมบนเครื่องให้ความร้อนหลังจากเมทานอลแบทช์ 21020348 ระเหยหมด

เวลา (นาที)	ร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เฉลี่ย (n = 2)	ร้อยละความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับเวลา 30 นาที
15	$1.1 \times 10^{-4} \pm 2.0 \times 10^{-6}$	60.60
30	$6.6 \times 10^{-5} \pm 3.3 \times 10^{-6}$	(ใช้เป็นตัวเทียบ)
45	$1.6 \times 10^{-5} \pm 4.7 \times 10^{-7}$	75.75

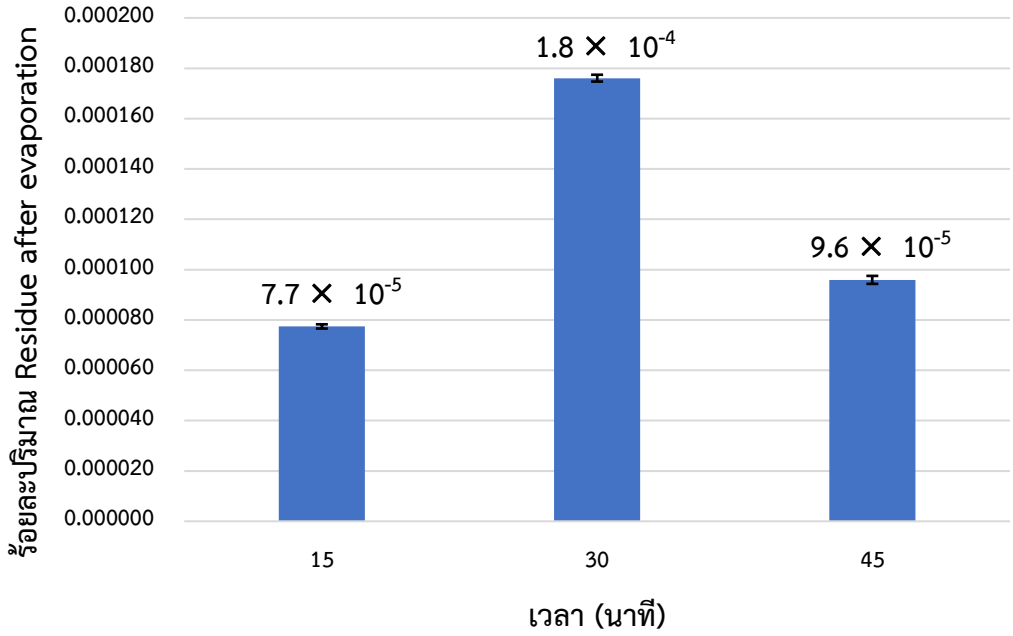
กราฟที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ของร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เมื่อเปลี่ยนเวลาการตั้งถ้วยอะลูมิเนียมบนเครื่องให้ความร้อนหลังจากเมทานอลแบทช์ 21020348 ระเหยหมด



ตารางที่ 4.2 แสดงค่าร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เมื่อเปลี่ยนเวลาการตั้งถ้วยอะลูมิเนียมบนเครื่องให้ความร้อนหลังจากเมทานอลแบทช์ 21020251 ระเหยหมด

เวลา (นาที)	**ร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เฉลี่ย (n = 2)**	**ร้อยละความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับเวลา 30 นาที**
15	$7.7 \times 10^{-5} \pm 8.4 \times 10^{-7}$	56.81
30	$1.8 \times 10^{-4} \pm 1.4 \times 10^{-6}$	(ใช้เป็นตัวเทียบ)
45	$9.6 \times 10^{-5} \pm 1.5 \times 10^{-6}$	45.45

กราฟที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ของร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เมื่อเปลี่ยนเวลาการตั้งถ้วยอะลูมิเนียมบนเครื่องให้ความร้อนหลังจากเมทานอลแบทช์ 21020251 ระเหยหมด



การให้ความร้อนถ้วยอะลูมิเนียมต่อหลังจากตัวทำละลายระเหยหมด ทำเพื่อให้ Residue ที่เกิดขึ้นแห้งก่อนที่จะนำไปทำให้เย็นในอินดิเคเตอร์ และชั่งหาน้ำหนัก จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าเมทานอลแบทช์ 21020348 เมื่อตั้งถ้วยอะลูมิเนียมหลังเมทานอลระเหยหมดโดยใช้เวลานานขึ้นปริมาณ Residue จะลดลง แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองของเมทานอลแบทช์ 21020251 ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน อาจเป็นผลมาจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่ไม่อาจควบคุมได้ในขณะนั้น เช่น ความชื้น ฝุ่นละออง เป็นต้น

4.2 ผลการทดลองเมื่อทำการทดลองหาค่าร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ของเมทานอล พร้อมกับอะซิโตไนไตรล์ และอะซิโตน

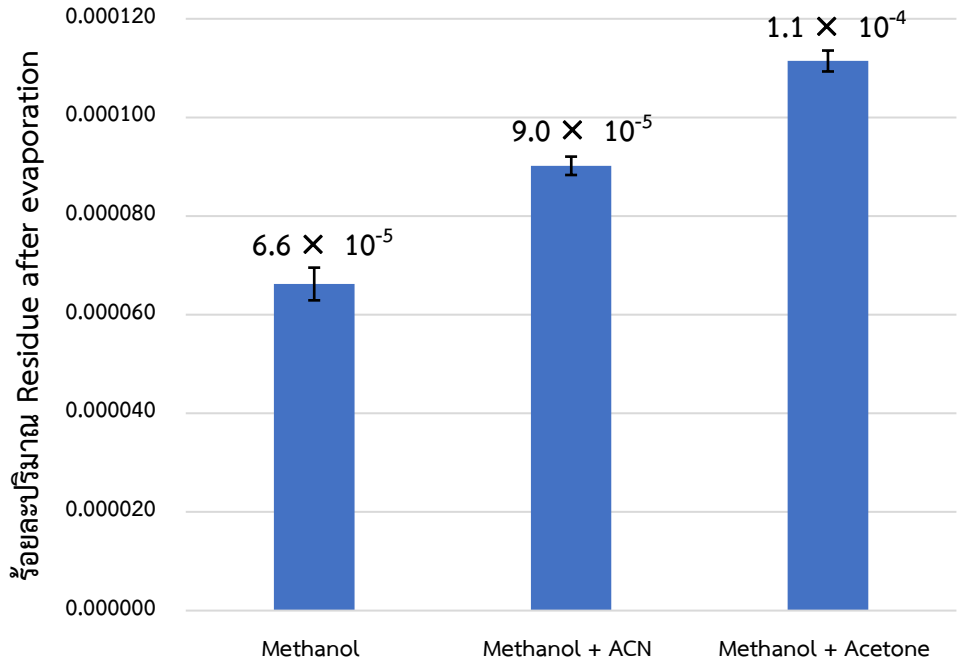
จากการสำรวจ และสอบถามผู้ทดสอบที่ได้รับมอบหมายให้ทดสอบ Residue after evaporation พบว่าภายในหนึ่งวันมีตัวทำละลายหลายชนิดที่ต้องนำมาทดสอบร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ทำให้ผู้ทดสอบต้องทำการทดลองตัวทำละลายหลายชนิดพร้อม ๆ กัน ทางผู้ทำวิจัยจึงทำการทดสอบร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ของเมทานอล ทั้งหมด 2 ตัวอย่าง ได้แก่ 21020348 และ 21020251 โดยทำร่วมกับตัวทำละลายชนิดอื่น ได้แก่ อะซิโต-ไนไตรล์แบทช์ 21020239 และ อะซิโตนแบทช์ 21030090 เพื่อยืนยันว่าปัจจัยนี้ส่งผลต่อร้อยละ

ปริมาณ Residue after evaporation หรือไม่ โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3 - 4.4 และกราฟที่ 4.3 - 4.4

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เมื่อทดสอบเฉพาะเมทานอลแบทช์ 21020348 กับการทดสอบร่วมกับอะซิโตไนไตรล์แบทช์ 21020239 และอะซิโตนแบทช์ 210030090

ตัวทำละลาย	ร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เฉลี่ย (n = 2)	ร้อยละความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับการทำการระเหยเฉพาะเมทานอล
เมทานอล	$6.6 \times 10^{-5} \pm 3.3 \times 10^{-6}$	(ใช้เป็นตัวเทียบ)
เมทานอลพร้อมกับอะซิโตไนไตรล์	$9.0 \times 10^{-5} \pm 1.9 \times 10^{-6}$	36.36
เมทานอลพร้อมกับอะซิโตน	$1.1 \times 10^{-4} \pm 2.1 \times 10^{-6}$	69.69

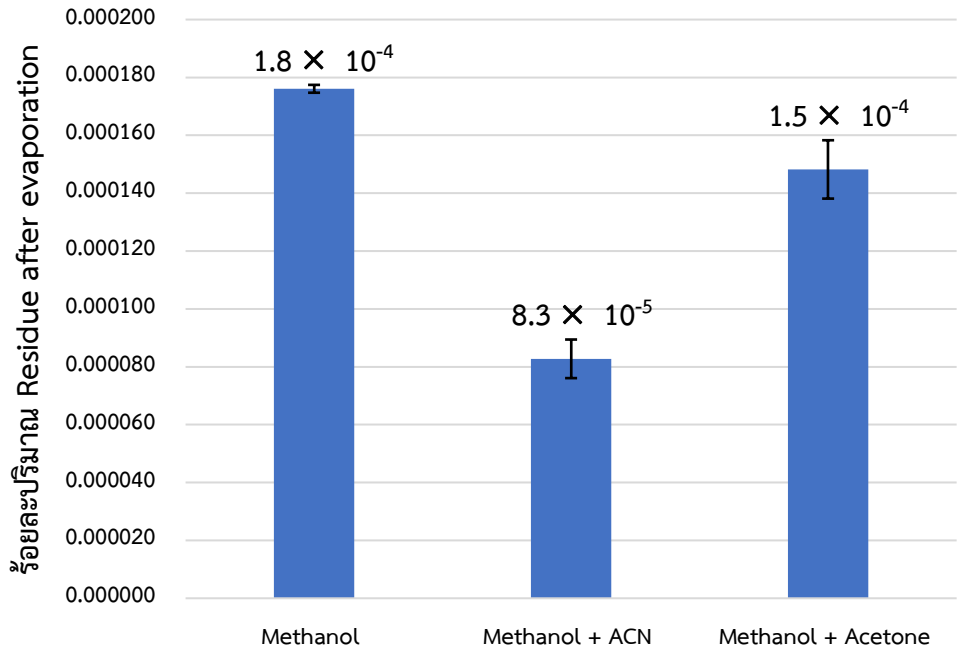
กราฟที่ 4.3 เปรียบเทียบร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ระหว่างการทดสอบเฉพาะเมทานอลแบทช์ 21020348 กับการทดสอบร่วมกับอะซิโตไนไตรล์แบทช์ 21020239 และอะซิโตนแบทช์ 210030090



ตารางที่ 4.4 แสดงค่าร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เมื่อทดสอบเฉพาะเมทานอลแบทช์ 21020251 กับการทดสอบร่วมกับอะซิโตไนไตรล์แบทช์ 21020239 และอะซิโตนแบทช์ 210030090

ตัวทำละลาย	ร้อยละปริมาณ Residue after evaporation เฉลี่ย (n = 2)	ร้อยละความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับการทำการระเหยเฉพาะเมทานอล
เมทานอล	$1.8 \times 10^{-4} \pm 1.4 \times 10^{-6}$	(ใช้เป็นตัวเทียบ)
เมทานอลพร้อมกับอะซิโตไนไตรล์	$8.3 \times 10^{-5} \pm 6.7 \times 10^{-6}$	53.40
เมทานอลพร้อมกับอะซิโตน	$1.5 \times 10^{-5} \pm 1.0 \times 10^{-5}$	15.90

กราฟที่ 4.4 เปรียบเทียบร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ระหว่างการทดสอบเฉพาะเมทานอลแบทช์ 21020251 กับการทดสอบร่วมกับอะซิโตไนไตรล์แบทช์ 21020239 และอะซิโตนแบทช์ 210030090



จากผลการทดลองข้างต้น พบว่าเมื่อทำการทดลอง Residue after evaporation ของเมทานอลพร้อมกับอะซิโตไนไตรล์ และอะซิโตน ค่าร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ที่ได้ต่างจากการทำเฉพาะเมทานอล เนื่องจากการทดสอบ Residue after evaporation ที่มีปริมาณต่ำควรทำการทดสอบในพื้นที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ หากทำร่วมตัวทำละลายอื่นๆ จะมีไอของตัวทำละลายปนเปื้อนอยู่ในอากาศ และส่งผลให้ร้อยละปริมาณ Residue after evaporation คลาดเคลื่อนได้ (Campbell, B. H. and Hallquist, L. G., 1978) และพบว่าเมื่อทำการทดลองพร้อมกับอะซิโตไนไตรล์ ค่าร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ที่ได้มีแนวโน้มต่ำกว่าการทำการทดลองพร้อมกับอะซิโตน เป็นผลมาจากอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อน โดยเมื่อทำการทดลองพร้อมกับอะซิโตไนไตรล์ จะใช้อุณหภูมิของเครื่องให้ความร้อนใกล้เคียงกับการทำทดลองของเมทานอล (170-180 องศาเซลเซียส) ในขณะที่ทำการทดลองพร้อมกับอะซิโตนจะใช้อุณหภูมิของเครื่องให้ความร้อนที่ต่ำกว่า (150 องศาเซลเซียส) ดังนั้นในการทดลองพร้อมกับอะซิโตนจึงต้องใช้อุณหภูมิเครื่องให้ความร้อนตามการทดลองอะซิโตน จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ร้อยละปริมาณ Residue after evaporation ของเมทานอลเมื่อทำพร้อมกับอะซิโตไนไตรล์มีค่าสูงกว่า เมื่อทำพร้อมกับอะซิโตน

แต่อย่างไรก็ตามความชื้น และสารแขวนลอย หรือฝุ่นขนาดเล็กในอากาศก็สามารถส่งผลให้ร้อยละปริมาณ Residue after evaporation คลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากการทดสอบนี้เป็นการทดสอบสารตกค้างที่ไม่ระเหย ซึ่งมีจำนวนน้อยมากถึง 0.1 – 100 ในล้านส่วน ในการตรวจวัดจึงต้องใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดสูงทศนิยม 5 - 6 ตำแหน่ง ดังนั้นหากมีฝุ่นเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลต่อน้ำหนัก Residue ได้ (Mettler Toledo, ม.ป.ป.)