หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิจารณ์ บทสรุป และข้อเสนอแนะ

4.1 วิจารณ์ผลการวิจัย

สืบเนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นเครื่องมือที่ผึ่งติดตั้งขึ้นใหม่ รวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยเช่นกัน ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มงานวิจัย ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องปรับค่าตัวเลขต่างๆ ให้ได้ค่าที่ถูกต้องเสียก่อน ตามหัวข้อที่ 3.2.2 พิจารณาที่โรตามิเตอร์, พิจารณาอุปกรณ์วัดความถี่ห่างของจังหวะในการพัลส์ จะเห็นว่าค่าที่ได้จริงผิดไปจากตัวเลขซึ่งแสดงบนหน้าปัทม์มาก นอกจากอุปกรณ์ทั้งสองนี้แล้วเรายังต้องพิจารณาถึงความดันลมที่ใช้ในแต่ละช่วงความดันมีผลทำให้เกิดแอมพลิจูดเท่าใดดังภาพที่ 3.3

เมื่อทราบความถูกต้องของอุปกรณ์ต่างๆ แล้ว ประการสำคัญต่อไปก็คือการหาข้อจำกัดของเครื่องมือ เพื่อการทราบถึงสภาพที่เหมาะสมของเครื่องมือที่จะใช้ทำการวิจัยว่าควรปฏิบัติการอยู่ในช่วงใด นั่นคือการหาค่าความจุสูงสุดของคอสัมพันธ์นั่นเองตามตารางที่ 3.6 เป็นผลที่ได้จากการทดลองโดยแปรค่าตัวแปรที่สำมารถแปรค่าได้จากน้อยไปหามาก จนกว่าเกิดปรากฏการณ์ผิดแผกกันไปจึงบันทึกค่าไว้ จากนั้นจึงนำไปเขียนกราฟตามภาพที่ 3.5 โดยใช้หลักการของลีจกับวูดฟิวดี้เราพบว่าในบริเวณที่ 1 ของภาพดังกล่าว คือบริเวณของมิกส์เซอร์-เซทเทลอร์อยู่ในช่วง $V_c + V_d$ ประมาณ 0-25 ลิตร/ชั่วโมง และค่า af ประมาณ 0-07 เซนติเมตร/วินาที เป็นช่วงที่เห็นการแยกตัวของดิสเพอส์เฟส์กับคอนตินิวอัส์เฟส์ได้อย่างชัดเจน ทำนองเดียวกับภาพที่ 2.10 ในบริเวณที่ 2 คือบริเวณของอิมัลชัน ในช่วงนี้ขนาดของเม็ดหยดเล็กลง มีการกระจายกลมกลืนกันของทั้งสองเฟส์ดีมาก นับเป็นช่วงที่คอสัมพันธ์มีประสิทธิภาพสูงสุด ควรใช้เป็นช่วงปฏิบัติการงานวิจัยสืบเนื่องต่อไป ช่วงอิมัลชันนี้ มีค่าของ $V_c + V_d$ ตั้งแต่ 0 ถึง 40 ลิตร/ชั่วโมง และค่าของ af ตั้งแต่ 0.3 ถึง 1.5 เซนติเมตร/วินาที ซึ่งมีค่าสูงกว่าบริเวณที่ 1 ลักษณะของอิมัลชันที่พบในการวิจัยนี้เป็นไปตามภาพที่ 2.11 ในบริเวณที่ 3 เป็นบริเวณไร้เสถียรภาพและฟลัดติ้งรวมกัน ผู้วิจัยไม่สามารถแยกออกจากกันได้ เพราะปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นสับสนมาก แต่บริเวณ

ดังกล่าวทั้งสองนี้ก็เป็นช่วงที่ไม่เหมาะสำหรับการใช้ประโยชน์อันใด ช่วงนี้จะมีค่าของ af สูง ซึ่งย่อมหมายถึงการเสียพลังงานมากด้วย สำหรับบริเวณที่ 4 บริเวณสุดท้ายนี้คือ บริเวณฟลัดติ้ง เนื่องจากให้การฟลล์ไม่แรงพอ จะเป็นช่วงที่มีค่า af ต่ำ ส่วนค่า V_c+V_d มีตั้งแต่ต่ำจนถึงสูงซึ่งก็เป็นช่วงที่ไม่นำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัยเช่นกัน

กล่าวโดยสรุปแล้วจากการทดลองหาความจุสูงสุดของคอลัมน์นี้ จะได้ช่วงอิมัลชันเป็นช่วงที่เหมาะสมในการดำเนินงานวิจัยลับต่อไป โดยมีค่า V_c+V_d = 0-40 ลิตร/ชั่วโมง และ af = 0.3 - 1.5 เซนติเมตร/วินาที

สำหรับการวิจัยในหัวข้อที่ 3.2 4) ซึ่งเน้นถึงการเปลี่ยนหัวฉีดให้มีรูฉีดขนาดต่างกัน กล่าวคือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสำหรับรูฉีดมีขนาด 3 และ 4.5 มิลลิเมตร เพื่อพิจารณาความแตกต่างของประสิทธิภาพของคอลัมน์ที่ได้ จากข้อมูลในภาคผนวก ข. จำนวนลูกบาศก์เซนติเมตรของ NaOH ที่ใช้พอดีในการไตเตรทกับติสเพอสเฟสที่ผ่านการสกัดมาแล้วจำนวน 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะเป็นค่าที่นำไปคำนวณหาความเข้มข้นของกรดน้ำส้มที่ถูกสกัดไปได้ โดยคิดเทียบจากความเข้มข้นเริ่มต้นของกรดน้ำส้มในน้ำมันก๊าด (กรดน้ำส้ม 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรละลายในน้ำมันก๊าด 10 ลิตร คิดเป็นความเข้มข้นเริ่มต้น 0.8342N) ได้เป็นค่าประสิทธิภาพของคอลัมน์ ซึ่งค่านี้อาจมีการผิดพลาดอันสืบเนื่องมาจากการปฏิบัติการหรือการไตเตรท ดังนั้นผู้วิจัยจึงไตเตรทคอนตินิวอัสเฟสที่ผ่านการสกัดมาแล้วจำนวน 5 ลูกบาศก์เซนติเมตรเช่นกัน เมื่อได้ค่าความเข้มข้นของกรดน้ำส้มในน้ำที่สามารถสกัดออกมาได้ จากนั้นจึงคิดย้อนหาความเข้มข้นของกรดน้ำส้มที่ควรเหลืออยู่ในน้ำมันก๊าดเพื่อการเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากไตเตรทในครั้งแรก คำนวณเป็นค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาดออกมา ผลจากการคำนวณได้ตามภาคผนวก ข. บรรทัดล่างสุด ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีเปอร์เซนต์การผิดพลาดไม่ถึง 10 เปอร์เซนต์

นำผลที่ได้จากการคำนวณหาประสิทธิภาพของคอลัมน์ดังภาคผนวก ข. 1,2,3 และ 4 มาเขียนกราฟรวมเป็นภาพที่ 3.6 พิจารณาจากกราฟแล้วจะพบว่า ที่ af มีค่าต่ำ ประสิทธิภาพของคอลัมน์จะต่ำด้วย หากเพิ่ม af อีกเพียงเล็กน้อย ประสิทธิภาพของคอลัมน์จะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จนคงที่อยู่ที่ค่าหนึ่ง เมื่อเพิ่มค่า af ต่อไปอีก ประสิทธิภาพของคอลัมน์จะต่ำลง หากพิจารณาผลของการเปลี่ยนหัวฉีดจะพบว่าหัวฉีดที่มีรูฉีดขนาดเล็กจะมีประสิทธิภาพของคอลัมน์สูงกว่าหัวฉีดที่มีรูฉีดขนาดใหญ่กว่า ทั้งนี้เพราะรูฉีดที่มีขนาดเล็ก กำเนิดเม็ดหยดขนาดเล็กเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการส่งผ่านมวลสาร กับทั้งเม็ดหยดขนาดเล็กการแตกตัวให้เกิดกลุ่มย่อยของเม็ดหยดเล็กๆ จะเป็นไปได้ง่าย เป็นเหตุให้เกิดการหมุนวนขึ้น และเมื่อผิวของเม็ดหยดกระทบกับผิวของคอนตินิวอัลเฟส ซึ่งมีความเข้มข้นต่างกันอันเป็นสาเหตุสำคัญให้เกิดการหมุนวนของเม็ดหยด ทำให้เกิดการส่งผ่านมวลสารระหว่างคอนตินิวอัลเฟสที่เคลือบเม็ดหยดอย่างบางๆ กับผิวของเม็ดหยดเป็นไปได้ด้วยดี ทำให้อัตราการส่งผ่านมวลสารสูงขึ้น นำไปถึงประสิทธิภาพของคอลัมน์สูงขึ้นด้วย

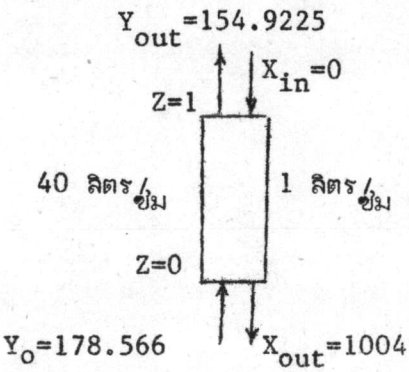
เนื่องจากการทดลองในหัวข้อ 3.2 4) แต่ละช่วงเวลาที่เข้าอยู่ในสภาวะราบเรียบ การเก็บตัวอย่างสารกระทำถึง 3 ครั้ง ดังนั้นผลที่ได้จากการไตเตรทจึงมี 3 ค่าด้วยกัน ดังภาคผนวก ค. 1,2,3 และ 4 จึงนำแต่ละค่าที่ไตเตรทได้มาหาประสิทธิภาพของคอลัมน์เพื่อนำมาเขียนกราฟดังภาพที่ 3.7, 3.8, 3.9 และ 3.10 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงความถูกต้องในการทำการทดลองจะพบว่ายิ่งรูฉีดมีขนาดใหญ่ขึ้นโอกาสในการผิดพลาดจะสูงขึ้น เส้นกราฟจะเบี่ยงเบนออกจากกันมากขึ้น ดังการเปรียบเทียบกันระหว่างภาพที่ 3.8 กับภาพที่ 3.10 เป็นต้น

การวิจัยในหัวข้อ 3.2 5) เป็นการพิจารณาผลของการปรับอัตราการไหลของทั้งสองเฟสที่มีต่อประสิทธิภาพของคอลัมน์ ได้ผลดังตารางที่ 3.7 และ 3.8 โดยมีสภาวะแวดล้อมเดียวกัน ต่างกันเพียงอัตราส่วนของการไหลของทั้งสองเฟสเป็น 1 และ 2 ได้ผลการวิจัยแสดงโดยกราฟดังภาพที่ 3.11 และ 3.12 ภาพที่ 3.11 เป็นการเปรียบเทียบเมื่อรูฉีดมีขนาดเล็กจะเห็นได้ว่าหากอัตราส่วนของการไหลของคอนตินิวอัลเฟสต่อดิสเพอร์สเฟสมีค่าสูง ตามภาพคือมีค่าประสิทธิภาพของคอลัมน์จะสูงกว่าเมื่อมีค่าอัตราส่วนการไหลของทั้งสองเฟสต่ำกว่า คือมีค่าโดยตลอดทั้งคอลัมน์ ทั้งนี้เป็นเพราะการเพิ่มอัตราการไหลในคอนตินิวอัลเฟสเป็นการทำให้มีการ

ผสมอย่างสมบูรณ์เกิดขึ้น ตามหลักการของทริบอล โอกาสที่ดิสเพอส์เฟสจะสัมผัสกับคอนตินิว-อัส เฟสมีมากขึ้น ทำให้กรดน้ำส้มในน้ำมันกาดสามารถกระจายเข้าสู่ในน้ำได้มากขึ้น เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพของคอลัมน์สูงขึ้น

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างภาพที่ 3.11 และ 3.12 จะเห็นว่าหากรูฉีดมีขนาดเล็กผลของ $\frac{V_c}{V_d}$ ที่มีต่อประสิทธิภาพของคอลัมน์จะน้อยกว่าหัวฉีดที่มีรูฉีดขนาดใหญ่ สังเกตุได้จากช่วงห่างระหว่างเส้นกราฟทั้งสอง รูฉีดขนาดใหญ่จะมีเส้นกราฟห่างกันมากกว่ารูฉีดขนาดเล็ก และหาก $\frac{V_c}{V_d}$ ค่าเดียวกัน รูฉีดที่มีขนาดเล็กกว่าจะมีประสิทธิภาพของคอลัมน์สูงกว่ารูฉีดที่มีขนาดใหญ่กว่า

สำหรับการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น ใช้การปรับปรุงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของคุณนิพัทธ์[44] ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเป็นข้อมูลของคุณวรวิทย์[45] ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลองหาการกระจายของขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดหยดในระดับต่างๆ ของคอลัมน์ เรานำเอาข้อมูลนี้มาคำนวณเพิ่มเติม เพื่อการเปรียบเทียบผลของการใช้ค่าพื้นที่ผิวที่ส่วนต่างๆ ของคอลัมน์กับการใช้พื้นที่ผิวเฉลี่ยทั้งคอลัมน์หาประสิทธิภาพของคอลัมน์ ผลที่ได้จากการคำนวณดังภาคผนวกที่ ฉ3 และ ฉ4 จากภาคผนวก ฉ3 เป็นค่าที่ได้จากการให้ค่าพื้นที่ผิวแปรตลอดความยาวคอลัมน์ ดังนั้นค่าของ R_x จึงแปรตามความยาวคอลัมน์ด้วย

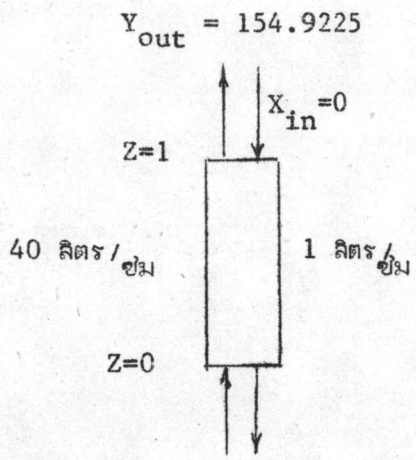


ดังแถวที่ 1 และ 2 ของผลการคำนวณ ค่าความเข้มข้นที่ผ่านการสกัดแล้วคำนวณได้ดังภาพ

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของคอลัมน์เนื่องจากการแปรค่าพื้นที่ผิวตลอดความยาวคอลัมน์จึงมีค่า

$$= \frac{180-154.9225}{180} \times 100$$

$$= 13.93\ \%$$



จากภาคผนวก ฉ4 เป็นผลการคำนวณจากการใช้ค่าพื้นที่ผิวเฉลี่ยทั้งคอลัมน์ ของ R_x จึงคงที่ มีค่า = 6.4526ซม^3. คำนวณได้ค่าความเข้มข้นภายหลังการล้างแล้วดังภาพ

ดังนั้นค่าประสิทธิภาพของคอลัมน์เนื่องจากการใช้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผิว จึงมีค่า

$$= \frac{180-154.9733}{180} \times 100$$

$$= 13.90\ \%$$

จากค่าประสิทธิภาพของคอลัมน์ที่คำนวณได้นี้จะเห็นว่าต่างกันน้อย คือ 13.93% และ 13.90% จึงสรุปได้ว่าการแปรของพื้นที่ผิวตลอดทั้งคอลัมน์ไม่เป็นอุปสรรคต่อการใช้ค่าพื้นที่ผิวเฉลี่ยในการคำนวณหาประสิทธิภาพของคอลัมน์แต่อย่างใด ซึ่งทั้งนี้อาจขึ้นกับระบบของสารที่ใช้หรือเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ ก็ต่างคือระบบของคุณวรวิทย์ ที่ใช้ในการวิจัยเป็นระบบของไอโอดีน-น้ำ-คาร์บอนเตตราคลอไรด์ ซึ่งอาจมีการแปรค่าของพื้นที่ผิวของหยดในคอลัมน์น้อยก็ได้

4.2 บทสรุป

ผลการวิจัยระบบของน้ำ-กรดน้ำส้ม-น้ำมันก๊าดในแง่มุมต่างๆ นี้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือ เริ่มจากการหาความดูสูงสุดของคอลัมน์ เราสามารถหาส่วนต่างๆ ในการปฏิบัติการได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแล้วในส่วนที่เรียกว่า "อิมัลชัน" เราสามารถหาขอบเขตที่แน่นอนได้ ซึ่งใช้เป็นประโยชน์สำคัญเพราะเป็นส่วนที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยสืบต่อไปสำหรับเครื่องมือที่ติดตั้งขึ้นใหม่นี้

สำหรับการหาอิทธิพลของหัวฉีดได้ผลสรุปคือ หัวฉีดที่มีรูฉีดขนาดเล็กจะทำให้การถ่ายเทมวลสารเป็นไปได้ดีกว่า ทำให้มีประสิทธิภาพของคอลัมน์สูงกว่าหัวฉีดที่มีรูฉีดขนาดใหญ่ และขนาดของเม็ดหยดที่เปลี่ยนไปตามความยาวของคอลัมน์มีผลต่อประสิทธิภาพของคอลัมน์น้อยมาก เราสามารถใช้ค่าเฉลี่ยของขนาดของเม็ดหยดในการคำนวณหาประสิทธิภาพของคอลัมน์ได้

อนึ่ง อัตราส่วนของอัตราการไหลของคอนตินิวอัสเฟสต่อดิสเพอสเฟสจะมีผลต่อประสิทธิภาพของคอลัมน์ด้วย กล่าวคือ ถ้าอัตราส่วนนี้มีค่าสูงการสกัดเป็นไปได้ด้วยดี ประสิทธิภาพของคอลัมน์ก็สูงด้วย และในทางกลับกันหากอัตราส่วนนี้มีค่าต่ำ ประสิทธิภาพของคอลัมน์ก็มีค่าต่ำลงเช่นกัน

4.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้สามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์เพื่อใช้กับการสกัดของสารกัมมันตภาพรังสี และในกรณีอื่นๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว หากเราพิจารณาถึงการวิจัยครั้งนี้ มีหลายสิ่งหลายประการที่น่าสนใจ ควรแก่การวิจัยสืบต่อไป อาทิเช่น

1) จากการวิจัยในครั้งนี้ เราศึกษาเฉพาะหัวฉีดลักษณะเดียวเท่านั้น เพียงแต่เปลี่ยนขนาดของรูฉีด ซึ่งโดยแท้จริงแล้วหัวฉีดอาจทำได้อีกหลายลักษณะ โดยการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง และ/หรือลักษณะของรูฉีด หรือการย้ายตำแหน่งการติดตั้งของหัวฉีด สิ่งต่างๆ เหล่านี้น่าจะมีผลต่อการส่งผ่านมวลสารด้วยเช่นกัน

2) เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของพัลล์คอลัมน์ น่าจะทำการศึกษาในเรื่องของแผ่นรูพรุนโดยเฉพาะอีกเรื่องหนึ่ง เพราะมีสิ่งที่น่าสนใจอีกหลายประการด้วยกันคือ การเปลี่ยนชนิดของวัสดุที่ใช้ทำแผ่นโลหะรูพรุนซึ่งจะมีคุณสมบัติในการเบียกตัวต่างกัน, ขนาดและจำนวนตลอดจนลักษณะของการเจาะรูพรุน, การจัดแผ่นโลหะรูพรุนซึ่งอาจจัดให้มีระยะห่างระหว่างแผ่นแตกต่างกันไป เป็นต้น

3) ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเริ่มต้นของสารที่ต้องการสกัด ตัวอย่างเช่น เปลี่ยนจากการใช้สารละลายเริ่มต้นของกรดน้ำส้มในน้ำมันก๊าดให้สูงขึ้นหรือต่ำลง เพื่อการพิจารณาถึงผลที่มีต่อประสิทธิภาพของคอลัมน์

4) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นตลอดความยาวของคอลัมน์เพื่อนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพของคอลัมน์

5) ศึกษาการสกัดของเหลวแบบพัลล์คอลัมน์ ในแง่มุมของการลดการใช้พลังงานแต่ยังคงหรือเพิ่มประสิทธิภาพของการสกัดของเหลวขึ้นได้ อันเป็นเรื่องของการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดให้ดียิ่งขึ้นไปอีกก็เป็นเรื่องที่ควรสนใจอย่างยิ่ง