

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 สรุปผลการวิจัยสำหรับกระบวนการผลิตน้ำชนิดหนักแบบมีกระบวนการย้อนกลับ

ในการผลิตน้ำชนิดหนักโดยกระบวนการอิเล็กโตรไลซิส ค่าสัมประสิทธิ์การแยกเป็นค่าที่มีความสำคัญมาก เพราะค่าสัมประสิทธิ์การแยกมีค่าสูงเท่าใด การผลิตน้ำชนิดหนักก็จะได้ปริมาณมากขึ้นด้วย ดังนั้นในการผลิตน้ำชนิดหนักแบบมีกระบวนการย้อนกลับซึ่งมีอยู่ 2 ชั้นนี้ ต่างกันที่ขนาดเซลล์ผลิต ส่วนวิธีการผลิตเหมือนกันทุกประการ ในการผลิตทั้งสองเซลล์นี้ เซลล์ผลิตขนาดบรรจุ 700 ลูกบาศก์เซนติเมตร คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแยกได้ 2.278 แต่เซลล์ผลิตขนาดบรรจุ 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแยกได้ 1.293 ซึ่งน้อยกว่ามาก ผลเนื่องจากการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การแยกเรากำหนดจากสมการ  $\frac{(1-C_o)}{1-C} \left[ \frac{C}{C_o} \right]^\alpha = \left[ \frac{V_o}{V} \right]^{\alpha-1}$  ดังนั้นค่าที่เป็นตัวแปร

อย่างมากคือ ปริมาตรของสารละลายอิเล็กโตรไลต์ที่เหลือหลังการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ถ้าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียมาก ค่าสัมประสิทธิ์การแยกจะต่ำ ตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียของสารละลายอิเล็กโตรไลต์คือ ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า ถ้าความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามากอัตราแก๊สที่เกิดก็จะมากทำให้สารละลายอิเล็กโตรไลต์ถูกพาไปกับแก๊สที่เกิดในรูปของไอน้ำได้ง่ายยิ่งขึ้น ส่วนการคำนวณหาค่ามวลสารสมดุล นั้น จะเห็นว่าจำนวนดิวทีเรียมของผลผลิตจะมากกว่าจำนวนดิวทีเรียมของสารตั้งต้น ซึ่งเนื่องมาจากในการคำนวณหาจำนวนดิวทีเรียมจากส่วนที่สูญเสียไปในรูปไอน้ำใช้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของความเข้มข้น เริ่มทำการวิจัยกับความเข้มข้นขั้นสุดท้าย ซึ่งในการสูญเสียนี้ไม่แน่นอน

	เซลผลิต D <sub>2</sub> O ขนาด 700 ลูกบาศก์เซนติเมตร	เซลผลิต D <sub>2</sub> O ขนาด 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ปริมาณสารละลายที่ถูกแยก (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	70	34
ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์ต่อตารางเมตร)	60.55	90.83
ปริมาณสารละลายที่ถูกแยกคิดเป็นร้อยละ	20	12.83
ปริมาณสารละลายที่สูญเสีย (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	280	23
ปริมาณสารละลายที่สูญเสียคิดเป็นร้อยละ	40	66
จำนวนคิวที่เริ่มผลิตมากกว่าเริ่มต้นร้อยละ	21.92	21.84
ค่าสัมประสิทธิ์การแยก	2.2786	1.2939
อุณหภูมิของสารละลาย (องศาเซลเซียส)	60	60

### 6.1.2 สรุปผลการวิจัยสำหรับกระบวนการผลิตน้ำชนิดหนักโดยไม่มีชุดรวมกลับคืน

การผลิตน้ำชนิดหนักโดยวิธีนี้จะสะดวกมากกว่า ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

	การผลิต ขั้นที่หนึ่ง	การผลิต ขั้นที่สอง	การผลิต ขั้นที่สาม
ปริมาตรสารละลายที่ถูกแยก (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	44.1	30.86	13.22
ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์ต่อ ตารางเมตร)	448.56	392.34	630.77
ปริมาตรสารละลายที่ถูกแยกคิดเป็นร้อยละ	50.11	34.29	52.88
ปริมาตรสารละลายที่สูญเสีย	43.9	59.14	11.78
ปริมาตรสารละลายที่สูญเสียคิดเป็นร้อยละ	49.89	65.71	47.12
ค่าสัมประสิทธิ์การแยก	1.41373	2.4190	5.57464
อุณหภูมิของสารละลาย (องศาเซลเซียส)	50	25	25

จากการทดลองพบว่า ถ้าความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามีค่ามากเท่าใด เปอร์เซนต์การเกิดอิเล็กโทรไลซิสจะมีค่ามากด้วย เนื่องจากการป้องกันการสูญเสียของสารละลายที่จะระเหยติดไปกับแก๊สไฮโดรเจนและแก๊ซออกซิเจน จึงทำให้การผลิตน้ำชนิดหนักโดยไม่มีชุดรวมกลับคืนมีการสูญเสียในด้านนี้น้อยกว่าการผลิตน้ำชนิดหนักโดยมีชุดรวมกลับคืน และความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้าที่สามารถเพิ่มให้มีค่าสูงได้ โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิของสารละลายให้ต่ำได้ซึ่งเป็นผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การแยกสูงขึ้นด้วย และในช่วงที่ความเข้มข้นของ  $D_2O$  สูง ค่าสัมประสิทธิ์การแยกก็จะมีค่าสูงขึ้นด้วย

### 6.1.3 สรุปผลการวิจัยโดยทั่วไป

จุดประสงค์ของการวิจัยนี้ คือการผลิตน้ำชนิดหนักที่มีความเข้มข้นของ  $D_2O$  ประมาณ 99 อะตอมเปอร์เซนต์ โดยวิธีการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้ได้ศึกษาหาข้อมูลจากตำราเอกสารการวิจัยที่ค้นได้จากต่างประเทศ ซึ่งมีการเปิดเผยถึงเทคนิคของกระบวนการ รายละเอียดของเงื่อนไข

การผลิต เช่น วัสดุที่ทำ electrode ชนิดของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ เวลาที่ทำการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ค่าสัมประสิทธิ์การแยกที่เงื่อนไขต่าง ๆ แต่อย่างไรก็ตาม จะยังคงมีรายละเอียดของเทคนิคบางอย่างซึ่งไม่เปิดเผย การวิจัยครั้งนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ค้นคว้ามาได้ มาทำการผลิตน้ำชนิดหนักให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ โดยการ แก้ปัญหาเทคนิครายละเอียดที่สำคัญที่หาไม่ได้จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น จากการวิจัยครั้งนี้ได้ค้นพบ เทคนิคสำคัญหลายประการได้แก่ สารที่จะทำให้ได้สารละลายอิเล็กโทรไลต์ตามต้องการ ชุดรวม กลัสนไฮโดรเจน และสถานะเก็บแก๊สไฮโดรเจนก่อนเข้ากระบวนการย้อนกลับ ซึ่งสามารถแก้ ปัญหาและอุปสรรคโดยการใช้สารเคมีที่ผสม ชุดรวมกลัสนไฮโดรเจนที่ไม่มีอันตรายเนื่องจากการ ระเบิด รวมทั้งสถานะเก็บแก๊สไฮโดรเจนก่อนเข้ากระบวนการย้อนกลับ

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ในการผลิตน้ำชนิดหนักแบบมีกระบวนการย้อนกลับ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ การเผาแก๊สไฮโดร- เจนที่เกิดขึ้นกับการบีบอากาศแห้งจะต้องสัมพันธ์กัน ถ้าอากาศแห้งมีปริมาณน้อยอาจเกิดการระเบิดขึ้น ถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะทำให้แก๊สไฮโดรเจนที่ผ่านไม่รวมตัวกับแก๊สออกซิเจน ทำให้เกิดการสูญเสีย แก๊สไฮโดรเจน

6.2.2 ปริมาตรทั้งหมดที่วัดใช้กระบอกตวง ซึ่งข้อผิดพลาดเกี่ยวกับปริมาตรนี้ทำให้การคำนวณ ต่าง ๆ ผิดพลาดไป ควรจะใช้ปิเปตซึ่งมีมาตราการวัดละเอียด

6.2.3 คุณสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ขณะทำการผลิตน้ำชนิดหนักมีความสำคัญต่อค่า สัมประสิทธิ์การแยกมาก ถ้าคุณสมบัติของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ต่ำ ค่าสัมประสิทธิ์การแยกจะมีค่าสูง แต่ในการผลิตน้ำชนิดหนักแบบมีกระบวนการย้อนกลับ เซลล์ที่ทำการผลิต เป็นแบบระบบปิด เซลล์ที่ใช้ทำ ด้วยแผ่นพลาสติก ซึ่งระบายความร้อนได้ยาก ทำให้การควบคุมอุณหภูมิของสารละลายยาก กระแส ไฟฟ้าผ่านาน เปอร์เซนต์ของการสูญเสียสารละลายจากการระเหยจึงมีมากกว่าการผลิตน้ำชนิดหนัก แบบไม่มีกระบวนการย้อนกลับ ดังนั้นเซลล์ที่ใช้ควรใช้วัสดุที่ระบายความร้อนได้ดี

6.2.4 เมื่อทำการวิเคราะห์หลังจากผ่านกระแสไฟฟ้าแล้ว เมื่อปริมาตรลดลงจนเหลือหนึ่งใน สามของปริมาตร ควรหยุดผ่านกระแสไฟฟ้า เพราะยิ่งความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สูงมากเท่าใด การแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าจะเกิดผลน้อยลง

6.2.5 ควรจะทำการวิจัยต่อไปเพื่อการผลิตน้ำชนิดหนัก โดยกระบวนการแยกน้ำด้วยกระแส ไฟฟ้าในระดับการผลิตในปริมาณสูงขึ้น และใช้กระบวนการแบบต่อเนื่อง โดยการใช้หน้าที่ได้จากชุด

รวมกลับคืนไฮโดรเจนย้อนกลับไปป้อน เซล ในขั้นตอนถัดมาหนึ่งขั้น

6.2.6 ชุดรวมกลับคืนที่ใช้ในการวิจัยนี้ใช้แบบตะเกียงเผา ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมดัดแปลง ให้ใช้แคตตาลิสในการรวมแก๊สไฮโดรเจนและแก๊สออกซิเจน แทนการใช้ตะเกียงเผาเนื่องจากจะ มีความปลอดภัยสูงกว่า