บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ในบทนี้เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการตรวจเอกสารทางด้านการผลิตแท่งกรองและการแยกสารชีวมวล ซึ่งที่ผ่านมาได้มีผู้ทำการศึกษาในเรื่องนี้หลายท่าน ดังนั้นผู้เขียนจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าและประมวลความจากตำรา เอกสาร และวารสารต่างๆ ซึ่งจะได้จำแนกเป็นรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลความรู้ทางวิชาการต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 เอกสารงานวิจัย

2.1.1 เอกสารงานวิจัยทางด้านเซรามิกส์

FREY และคณะ (1) ทำการศึกษาพฤติกรรมการอัดอะลูมินาที่ความดัน 18 ถึง 325 เมกะปาสคาลให้เป็นเม็ดเล็กๆ ผลที่ได้ก็คือถ้าแรงอัดสูงๆ ความหนาแน่นของอะลูมินาก็จะสูง และนอกจากนี้ยังมีตัวแปรอื่นๆ อีกที่จะมีผลต่อการอัดอะลูมินา คือที่แรงระดับเดียวกันอะลูมินาเม็ดใหญ่มากๆ จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาแน่นสูง และถ้าความเข้มข้นของสารช่วยในการยึดเกาะสูง ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ก็จะต่ำ และถ้าแรงอัดมากรูพรุนของอะลูมินาก็จะน้อย

ACKLEYC และคณะ (2) ใช้พลาสติกเป็นสารช่วยในการกระจายตัวเพื่อศึกษาการขึ้นรูปของพอร์ทเลนโดยการรีด โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาดังนี้ คือ ปริมาณน้ำ ความเข้มข้นของสารช่วยในการกระจายตัว ความเข้มข้นของสารหล่อลื่น และอุณหภูมิของการรีด ผลของการศึกษาก็คือ ปริมาณน้ำกับความเข้มข้นของสารหล่อลื่นจะแปรผกผันกับความหนาแน่นเชิงมวลรวม (Bulk density) และความเข้มข้นของสารช่วยในการกระจายตัวจะแปรผันกับความหนาแน่นเชิงมวลรวม ความเข้มข้นของสารช่วยในการกระจายตัวและสารช่วยในการหล่อลื่นจะแปรผกผันกับแรงดันในการรีด และปริมาณน้ำกับอุณหภูมิในการรีดจะแปรผกผันกับ แรงเฉือน เขาได้ทำการออกแบบหัวแบบโดยใช้ความยาวของหัวแบบต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวแบบประมาณ 3 เท่า

IRWIN และคณะ (3) ใช้อะลูมินาผสมกับ เมทิลเซลลูโลส (Methyl cellulose), แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) และ สปิเนล (Spinel) แล้วนำไปขึ้นรูปโดยการรีด โดยทำการศึกษาอุณหภูมิของการเผากับความพรุนตัว (Porosity) และขนาดเฉลี่ยอนุภาคของอะลูมินากับขนาดรูพรุนและความพรุนตัว ผลที่ได้ก็คือ ความพรุนตัวจะแปรผกผันกับอุณหภูมิในการเผาและแปรผันตามขนาดเฉลี่ยของอนุภาค

SCHUETRY และคณะ (4) ทำการศึกษาเมทิลเซลลูโลสสำหรับการรีดเซรามิกส์ ผลที่ได้คือ ถ้าใช้เมทิลเซลลูโลสที่ความเข้มข้นต่างกัน ที่ความเข้มข้นสูงกว่าจะมีความหนาแน่นและแรงกดของเซรามิกาส์ก่อนเผาสูงกว่าด้วย และที่ความเข้มข้นเท่ากัน ถ้าใช้เมทิลเซลลูโลสที่น้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า ค่าความหนาแน่นและแรงกดของเซรามิกส์ก่อนเผาก็จะสูงตามด้วย

BERRY และคณะ (5) ทำการศึกษาผลของแมกนีเซียมออกไซด์ที่มีต่อโครงสร้างของอะลูมินา หลังจากการขึ้นรูปด้วยวิธีการรีด (Extusion) แล้วนำแท่งอะลูมินามาเผา โดยใช้แอลฟา-อะลูมินา ขนาดอนุภาค 40 ไมโครเมตร ผสมกับแมกนีเซียมออกไซด์ 250 พีพีเอ็ม และสารช่วยการยึดเกาะ เปรียบเทียบกับแอลฟา-อะลูมินา ขนาดอนุภาค 40 ไมโครเมตร ผสมกับสารช่วยการยึดเกาะ แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 ชั่วโมง ปัจจัยที่ศึกษาก็คือ

1. เวลาในการเผากับขนาดของเกรน
2. เวลาในการเผากับความหนาแน่น
3. ความหนาแน่นกับขนาดของเกรน

พบว่าเวลาในการเผาจะแปรผันตรงกับขนาดของเกรนและความหนาแน่น โดยอะลูมินา ที่ใส่แมกนีเซียมออกไซด์ลงไปจะมีความหนาแน่นและขนาดของเกรนสูงกว่าที่ไม่ได้ใส่แมกนีเซียมออกไซด์ และผลของความหนาแน่นนั้นจะแปรผันตรงกับขนาดของเกรนคือ ที่ความหนาแน่นสูงขนาดของเกรนจะสูงด้วย และที่ความหนาแน่นเท่ากันขนาดของเกรนที่ไม่ใส่แมกนีเซียมออกไซด์ นั้นจะสูงกว่าที่ใส่แมกนีเซียมออกไซด์

BEN BOW และคณะ (6) ทำการศึกษาเกี่ยวกับแรงดันกับความเร็วในการรีดเซรามิกส์ ผลที่ได้ก็คือ ถ้าเพิ่มความเร็วในการรีดก็ต้องใช้แรงดันในการรีดสูงขึ้นด้วย และถ้าที่ความเร็วในการรีดเท่ากัน ความยาวของหัวแบบต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวแบบเพิ่มมากขึ้นก็ต้องใช้แรงดันสูงขึ้นตามไปด้วย

YUE SHENG LIN และคณะ (7) ทำการศึกษาค่าความสามารถในการไหลผ่านเยื่อแผ่นเซรามิกส์กับอุณหภูมิในการเผา โดยเยื่อแผ่นเซรามิกส์จะประกอบไปด้วยพอลีไวนิลอัลกอฮอล์ (PVA) ผสมกับโบไมด์ (Boehmite) [PVA+Doped Boehmite Sol] และ พอลีไวนิลอัลกอฮอล์ผสมกับแลนทานัมไนเตรต ($La(NO_3)_3$) กับโบไมด์ทำบนตัวรองรับและไม่มีตัวรองรับ สำหรับบนตัวรองรับนั้นจะเผาที่อุณหภูมิ 1000-1100 องศาเซลเซียส แล้วทิ้งให้เย็นจึงนำไปวัดค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการไหลผ่าน (Permeability Coefficient) ผลที่ได้ก็คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการไหลผ่านของตัวรองรับที่เผาที่อุณหภูมิ 1100 องศาเซลเซียส มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการไหลผ่านของตัวรองรับที่เผาที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส และถ้าใส่แลนทานัมไนเตรต กับ พอลีไวนิลอัลกอฮอล์จะให้ค่าความสามารถในการไหลผ่านต่ำกว่าที่ใส่พอลีไวนิลอัลกอฮอล์เพียงอย่างเดียว สำหรับเยื่อแผ่นเซรามิกส์ที่ไม่มีตัวรองรับนั้น จะทำการหาค่าขนาดของรูพรุน พื้นที่ผิวและปริมาตรของรูพรุนที่อุณหภูมิในการเผา

ต่าง ๆ กัน ผลที่ได้ก็คือ ที่อุณหภูมิสูง ๆ ขนาดของรูพรุนจะใหญ่ขึ้น พื้นที่ผิวจะน้อยลง ปริมาตรของรูพรุนจะลดลง และเยื่อแผ่นที่ใส่แลนทานัมไนเตรต กับ พอลีไวนิลอัลกอฮอล์นั้น จะมีขนาดของรูพรุนเล็กกว่า พื้นที่ผิวสูงกว่า และปริมาตรของรูพรุนจะสูงกว่าเยื่อแผ่นเซรามิกส์ที่ใส่พอลีไวนิลอัลกอฮอล์เพียงอย่างเดียว

TANAKA และคณะ (8) ทำการศึกษาถึงผลกระทบต่อโครงสร้างและแรงกดที่ทำให้เซรามิกส์แตกก่อนเผา โดยตัวอย่างชิ้นงานเป็นอะลูมินากับพอลีไวนิลอัลกอฮอล์ โดยใช้ความชื้นต่าง ๆ กัน ผลที่ได้ก็คือ ถ้าความชื้นเพิ่มขึ้นความหนาแน่นและแรงกดเซรามิกส์ก่อนเผาจะเพิ่มขึ้น

CHAN และคณะ (9) ทำการศึกษาถึงผลกระทบของสเตียริกแอสิดที่มีผลต่อการรีดอะลูมินา ผลที่ได้ก็คือ ถ้าเราเพิ่มความเข้มข้นของสเตียริกแอสิดขึ้นไปจะช่วยในการรีดอะลูมินาเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีมากขึ้น และไอระเหยของสเตียริกแอสิดจะทำให้เกิดฟองขึ้นระหว่างการผสม อุณหภูมิของการกลายเป็นไอของสารช่วยในการยึดเกาะจะอยู่ในช่วงกว้างๆ ถ้าเราเพิ่มความเข้มข้นของสเตียริกแอสิดมากขึ้น

SHOU YEH และคณะ (10) ทำการศึกษาผลกระทบของการกระจายตัวของขนาดอนุภาคของอะลูมินาในการเผา ผลที่ได้คือถ้าการกระจายตัวของขนาดอนุภาคอยู่ช่วงที่กว้างๆ จะทำให้ความหนาแน่นก่อนเผาสูงกว่า และการหดตัวของชิ้นงานก็น้อยกว่า และขนาดของรูพรุนก็เล็กกว่าการกระจายตัวของขนาดอนุภาคในช่วงแคบๆ

2.1.2 เอกสารงานวิจัยทางด้านการกรอง

TANIGUCHI และคณะ (11) ได้นำเอาเซรามิกส์ขนาด 4*750 มิลลิเมตร ซึ่งมีรูพรุนขนาด 0.2 ไมโครเมตร จำนวนทั้งหมด 17 ช่องคิดเป็นพื้นที่การกรองเท่ากับ 0.16 ตารางเมตรมาใช้กรองเชื้อ Bifidobacterium Longum ในน้ำหมัก เพื่อแยกจุลินทรีย์ออกจากน้ำหมักที่มีแลกเตรตและอะซิเตรต เนื่องจากที่ความเข้มข้นของสารทั้ง 2 เท่ากับ 17 กรัมต่อลิตร จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ Bifidobacterium Longum ทำให้ไม่สามารถผลิตแลกเตรต และอะซิเตรตได้ต่อไป การนำเซรามิกส์มาช่วยในการกรองสามารถทำให้เชื้อมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 7 เท่า คิดเป็น 54.4 กรัมของน้ำหนักแห้งต่อลิตร

AFSCHAR และคณะ (12) ได้ศึกษาการเพิ่มอัตราผลผลิตของตัวทำละลายจากการหมักอะซิโตน-บิวทานอล โดยใช้เชื้อ Clostridium acetonbutylicum ที่ไหลเวียนกลับอย่างต่อเนื่อง ด้วยการใช้เยื่อแผ่นระดับไมโครฟิลเตรชันที่มีการควบคุมความเข้มข้นของเซลล์ พบว่าที่ความเข้มข้นของเซลล์ 8 กรัมต่อลิตร และที่อัตราการป้อนสารอาหารต่อปริมาตรถังหมัก 0.64

ต่อชั่วโมง ให้ค่าผลผลิตตัวทำละลาย 4.5 กรัมต่อลิตร-ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นของน้ำตาล 56 กรัมต่อลิตร

PIERROT และคณะ (13) ได้ใช้ระบบไมโครฟิลเตรชันต่อเข้ากับถังหมักแบบต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงอัตราการเพิ่มผลผลิตของการหมักอะซิโตน-บิวทานอลจากเชื้อ Clostriduim acetobutylicum พบว่าที่อัตราป้อนสารอาหารต่อปริมาตรถังหมักเท่ากับ 0.5 ต่อชั่วโมง ความเข้มข้นของเซลจุลินทรีย์เท่ากับ 20 กรัมต่อลิตร ได้อัตราผลผลิตตัวทำละลายเพิ่มขึ้นเท่ากับ 6.5 กรัมต่อลิตร-ชั่วโมง โดยที่ความเข้มข้นตัวทำละลายรวมเป็น 13 กรัมต่อลิตร

เหมือนเดือน พิศาลพงศ์ (14) ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการไมโครฟิลเตรชันในกระบวนการหมักแบบต่อเนื่องในการผลิตบิวทานอลจากเชื้อ Clostridium acetobutylicum ATCC824 โดยใช้เยื่อแผ่นเซรามิกส์ที่มีขนาดรูพรุน 0.2 ไมโครเมตร สามารถใช้อัตราการป้อนสารอาหารต่อปริมาตรถังหมักได้สูงถึง 0.55 ชั่วโมง$^{-1}$ ทำให้ได้อัตราการผลิตบิวทานอล 3.44 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง

ISHIZAKI และคณะ (15) ได้ทำการศึกษาโดยนำเยื่อแผ่นเซรามิกส์ (Ceramic Membrane) มากรองแบบขนาน (Cross flow filtration) เพื่อเปรียบเทียบกับการกรองแบบหมุน (Vortex Flow) ซึ่งการกรองแบบหมุน (Vortex Flow) จะทำให้ค่า Flux เพิ่มขึ้นถึง 5 เท่า

สิทธินันท์ ท่อแก้ว (16) ได้ทำการขึ้นรูปแท่งกรองอะลูมินาโดยการเทแบบและนำไปแยกสารทางชีวภาพ โดยที่แท่งกรองนั้นจะมีด้วยกัน 3 ชั้น คือชั้นรองรับ, ชั้นมัธยันตร์ และชั้นเยื่อแผ่น โดยชั้นรองรับประกอบด้วยอะลูมินา 55.55 เปอร์เซนต์, ตัวประสาน 0.1 เปอร์เซนต์ของของแข็ง และสารช่วยซินเทอร์ 0.683 เปอร์เซนต์ของของแข็ง (คอปเปอร์ออกไซด์:ไตเตเนียมไดออกไซด์:แมกนีเซียมไดออกไซด์ 1.0:1.0:0.05 โดยน้ำหนัก) แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงพบว่าขนาดของรูพรุนของชั้นรองรับคือ 0.9 ไมโครเมตรและชั้นรองรับนี้สามารถกรองยีสต์ได้ 100 เปอร์เซนต์ แต่ไม่สามารถกรองเชื้อแบคทีเรีย (Alcaligences eutrophus ATCC17697) ได้หมด

อภิชาติ แสงรุ่งเรืองกิจ (17) ได้นำระบบไมโครฟิลเตรชันมาประยุกต์ใช้ในการผลิต พอลี-บีตาไฮดรอกซีบิวทิเรต โดย Alcaligences eutrophus ATCC17697 ในถังปฏิกรณ์ชีวมวลที่ภาวะการปฏิบัติงานต่างๆ พบว่า ระบบดังกล่าวสามารถเพิ่มผลผลิต PHB ได้