บทที่ 5

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

5.1 อุปกรณ์

1. เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า (Signal Generator) รุ่น CFG 253 ของบริษัท Tektronix, ประเทศสหรัฐอเมริกา
2. เครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า (Amplifier) รุ่น P-602 ของบริษัท A-Technic
3. ตัวต้านทาน (Resistor) ขนาด 0.38 โอห์ม ขนาด 60 วัตต์
4. หม้อแปลง (Transformer) ขนาด 42:1300 (ขดลวดปฐมภูมิ:ทุติยภูมิ) ขนาด 5 แอมแปร์
5. ปั๊มแบบท่อรีด (Peristaltic pump) รุ่น 505 U ของบริษัท WATSON MARLOW Limited, ประเทศอังกฤษ
6. เพียซโซอีเลคทริคเซรามิกซ์ (Piezoelectric ceramic) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร หนา 6 มิลลิเมตร รุ่น SONOX-P4 ของบริษัท Bruel & Kjaer (UK) Ltd.
7. ปั๊มน้ำ (Centrifugal pump) ขนาด 0.5 แรงม้า รุ่น Pkm 60-1 ของบริษัท Pedrollo, ประเทศอิตาลี
8. เยื่อแผ่นไนลอน66 (Nylon66) ขนาดรูพรุน 0.2 ไมโครเมตร ของบริษัท Pall, ประเทศอังกฤษ
9. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) รุ่น spectronec 20 D ของบริษัท Miltorroy company, ประเทศสหรัฐอเมริกา
10. กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) รุ่น BH-2 ของบริษัท Olympus
11. เครื่องวัดขนาดอนุภาค (Particle size Analyzer) รุ่น k-550-GE ของบริษัท Scientific industries, ประเทศสหรัฐอเมริกา
12. กล้องจุลทรรศน์อีเล็คตรอนแบบส่องกราด (SEM) รุ่น JSM-5400 ของบริษัท JEOL
13. เครื่องเคลือบทอง รุ่น JFC-1100E ของบริษัท JEOL
14. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Digital pH meter) รุ่น MP220 ของบริษัท METTLER TOLEDO, ประเทศอังกฤษ
15. ตู้ถ่ายเชื้อแบบไหลราบเรียบ (Laminar flow) รุ่น VS-124 ของบริษัท ISSCO, ประเทศสหรัฐอเมริกา

16. หม้ออบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (Autoclave) รุ่น HL24ADY ของบริษัท Hirayama Manufacturing Corporation, Tokyo, ประเทศญี่ปุ่น
17. เครื่องวัดขนาดรูพรุนด้วยปรอท (Pore Sizer) รุ่น 9320 ของบริษัท Micromeritics
18. อัลตร้าโซนิคโพรบ (Ultrasonic probe) รุ่น Vibra cell ของบริษัท Sonics & materials Inc, ประเทศสหรัฐอเมริกา
19. เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า (Oscilloscope) รุ่น TDS 210 ของบริษัท Tektronix, ประเทศสหรัฐอเมริกา

5.2 สารเคมี

1. ยีสต์แห้ง (Dry baker's yeast) ของบริษัท PINNACLE, ประเทศมาเลเซีย
2. เมททิลลีนบลู (Methylene blue)
3. แป้งมันสัมปะหลังของห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล ตงจั่น
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ของบริษัท Eka Chemicals AB
5. บอแรกซ์ (Sodium tetraborate) ของบริษัท AJAX Chemicals
6. ลูมินอล (3-Aminophthalhydrazide) ของบริษัท Aldrich Chem. Co.
7. แอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol)
8. กาวอีพอกซีเรซิน (epoxy resin) รุ่น 2 ตัน ของบริษัท ALTECO
9. วุ้น (Nutrient Agar) ของบริษัท DIFCO LABORATORIES
10. สารสกัดจากมอลท์ (Malt extract)
11. สารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract) ของบริษัท BIBCO BRL
12. เปปโตน (peptone)
13. กลูโคส (Glucose) ของบริษัท Fluka
14. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric) ของบริษัท BDH Laboratory Supplies

5.3 เครื่องกรองแบบแผ่น

วัตถุประสงค์ของการออกแบบเครื่องกรอง คือ เพื่อให้ได้เครื่องกรองที่มีความดันลด (pressure drop) ต่ำ ทั้งในส่วนของสายป้อนและภายในตัวเครื่องกรอง, สามารถปรับเปลี่ยนระยะของช่องสายป้อนได้ง่ายและควรให้มีระยะห่างน้อยที่สุด เพื่อศึกษาผลของระยะห่างระหว่างตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงกับเยื่อแผ่นได้ตั้งแต่ระยะห่างน้อย, ติดตั้งตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงได้ง่าย, สร้างขึ้นได้เอง, ราคาไม่สูงนัก, สามารถมองเห็นภายในเครื่องกรองและสะดวกในการถอดประกอบเยื่อแผ่น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเลือกใช้อะคริลิก (Acrylic) ใสมาใช้เป็นโครงสร้างหลัก โดยในส่วนที่ต้องการความแข็งแรงและต้องรับภาระ (load) จะเลือกใช้อะลูมิเนียมและอลูมิเนียมอัลลอยด์ โดยมีขนาดและลักษณะดังแสดงในภาคผนวก ก ขนาดเครื่องกรองถูกกำหนดจากขนาดของเยื่อแผ่นที่ซื้อมาเพื่อให้ใช้งานได้อย่างคุ้มค่าและมีการติดตั้งแหล่งกำเนิดคลื่นเหนือเสียงด้านละ 2 ตัว

ลักษณะการไหลของสายป้อนก่อนเข้าเครื่องกรองจะตั้งฉากกับเยื่อแผ่น แล้วจะมีการไถลไปกับแผ่นรองรับที่ทำไว้ซึ่งมีลักษณะลาดลงสู่เยื่อแผ่น ทำให้ของเหลวไหลขนานกับเยื่อแผ่น เหตุที่ต้องออกแบบเช่นนี้ เนื่องจากการป้อนของเหลวจากด้านข้างเพื่อให้เกิดการไหลขนานของสายป้อนตั้งแต่ก่อนเข้าเครื่องกรองไม่สามารถทำได้ เพราะจะต้องมีช่องสายป้อนขนาดใหญ่ ทำให้ไม่สามารถศึกษาผลของระยะห่างระหว่างตัวกำเนิดเสียงกับเยื่อแผ่นเมื่อมีค่าน้อยได้ และเมื่อได้ทำการทดลองป้อนสารเข้าสู่ระบบหลายสายโดยใช้ขนาดของช่องป้อนเล็กจากทางด้านข้าง พบว่า มีความดันลดสูญเสียไปกับสายป้อนสูงมาก เนื่องจากท่อขาออกของปั๊มจะต้องผ่านท่อลดขนาด, ข้องอและข้อต่อ 3 ทาง จำนวนหลายอัน เพื่อแยกเป็นสายป้อนที่มีขนาดท่อเล็กหลายสายเข้าสู่ระบบ ทำให้ไม่สามารถศึกษาผลของความดันคร่อมเยื่อแผ่นได้กว้าง จึงได้ออกแบบให้มีสายป้อนเข้าสู่ระบบในลักษณะนี้

สำหรับแผ่นรองรับเยื่อแผ่น ทำจากอลูมิเนียมแผ่นที่มีการเจาะรูเล็กๆจำนวนมาก เพื่อรับภาระที่เกิดจากความดันคร่อมเยื่อแผ่นเป็นการป้องกันมิให้เยื่อแผ่นเกิดการฉีกขาด โดยระหว่างเยื่อแผ่นกับแผ่นรองรับจะมีตะแกรงลวดสแตนเลส ขนาด 80 เมช (mesh) รองอีกชั้นหนึ่งเพื่อให้เกิดการกรองได้ทั่วทั้งผิวเยื่อแผ่น มีพื้นที่การกรองเท่ากับ 120 ตารางเซนติเมตร

ตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงที่ใช้เป็นชนิดแซนวิชทรานสดิวเซอร์ (sandwich transducer) หรือคอมโพสิททรานสดิวเซอร์ (composite transducer) ซึ่งทำจากโลหะ 2 ชนิดประกบระหว่างเพียซโซเซรามิกซ์ทรานดิวเซอร์ (SONOX-P4) โลหะชิ้นหน้าทำจากอลูมิเนียมอัลลอยด์และโลหะชิ้นหลังทำจากสแตนเลสสตีล ยึดติดกันด้วยนอตทนแรงดึงสูง โดยมีขนาดและรายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก มีความถี่กำทอนเท่ากับ 27.3 กิโลเฮิร์ซ และมีพื้นที่หน้าตัดของโลหะชิ้นหน้าเท่ากับ 11.33 ตารางเซนติเมตร เนื่องจากทำการติดตั้งตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงจำนวน 2 ตัว คิดเป็นพื้นที่หน้าตัดของตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงต่อพื้นที่การกรองเท่ากับ 19 เปอร์เซ็นต์

5.4 <u>การทดลอง</u>

การทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

5.4.1 <u>การศึกษาผลของตัวแปรต่างๆที่มีต่ออัตราการกรอง</u> เมื่อมีการใช้และไม่ใช้คลื่นเหนือเสียง โดยมีตัวแปรที่ทำการศึกษา สรุปดังตาราง 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดของตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษา	ค่าตัวแปรที่ปรับเปลี่ยน
1) ทิศทางในการปล่อยคลื่นเหนือเสียง	ทิศทางเดียวและทิศทางตรงข้ามกับการกรอง
2) ระยะห่างระหว่างตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงกับเยื่อแผ่น (เซนติเมตร)	1.5, 2.6, 3.7 และ 4.7
3) กำลังคลื่นเหนือเสียง (วัตต์ต่อตัว)	0, 10, 20 และ 40 (0, 0.88, 1.76 และ 3.52)[ก]
4) ความดันระหว่างเยื่อแผ่น (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	0.15, 0.25, 0.35 และ 0.55 (14.7, 24.5, 34.3 และ 49.0)[ข]
5) ความเข้มข้นยีสต์ (กรัมต่อลิตร หรือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	5, 10 และ 20
6) ความเร็วของสายป้อน (เมตรต่อวินาที)	0.1, 0.2, 0.27 และ 0.53

หมายเหตุ : ก) ตัวเลขภายในวงเล็บเป็นค่าความเข้มของคลื่นเหนือเสียงมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร

ข) ตัวเลขภายในวงเล็บมีหน่วยเป็นกิโลปาสคาล

การทดลองแบ่งได้เป็น 3 ส่วนคือ

ก. วัดค่าฟลักซ์ที่ได้จากการกรอง ด้วยเครื่องกรองที่ได้ออกแบบ ดังอธิบายในหัวข้อ 5.3

ขั้นตอนการทดลอง

1. ปรับวาล์วเพื่อตั้งความเร็วในสายป้อนและความดันระหว่างเยื่อแผ่นให้ได้ตรงตามที่ต้องการศึกษา พร้อมทำความสะอาดท่อและปั๊มด้วยน้ำสะอาด
2. ทดสอบแหล่งกำเนิดคลื่นเหนือเสียงและตั้งค่าให้ระบบจ่ายไฟส่งพลังงานแก่ตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงตามกำหนด
3. ตัดเยื่อแผ่นแผ่นใหม่และประกอบเครื่องกรองให้มีระยะห่างของสายป้อนตามกำหนด
4. วัดอัตราการกรองที่ได้จากการกรองน้ำสะอาด เพื่อใช้ในการหาค่าความต้านทานของเยื่อแผ่น (R_m) แล้วปิดสายเพอมิเอทไว้
5. ผสมสารละลายยีสต์ให้มีความเข้มข้นตามต้องการและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที
6. ป้อนสารละลายยีสต์เข้าสู่ระบบ รอจนความดันมีค่าตรงตามที่กำหนดไว้
7. เปิดสายเพอมิเอทพร้อมเปิดระบบจ่ายไฟแก่ตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียง เริ่มจับเวลา
8. วัดปริมาณสารละลายที่ออกมาจากสายเพอมิเอทตามช่วงเวลาที่เหมาะสมแล้วเทกลับคืน ทุกๆ 10 นาทีจะดึงตัวอย่างออกมาครั้งละ 10 มิลลิลิตรเพื่อวัดหาความเข้ม

ข้น (ดูรายละเอียดได้จากตอนท้ายของหัวข้อนี้) โดยจะเติมน้ำสะอาดกลับคืนเพื่อรักษาความเข้มข้นให้ประมาณเท่ากันตลอดการทดลอง จนกระทั่งเพอมิเอทฟลักซ์มีค่าคงที่ (กำหนดให้ว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 0.1 มิลลิลิตรทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 20 นาที) แล้วทำการปิดสายเพอมิเอทและปั๊ม

9. นำสารละลายยีสต์ออกจากระบบ ป้อนน้ำสะอาดเข้าสู่เครื่องกรอง
10. วัดอัตราการกรองที่ได้จากน้ำสะอาดอีกครั้ง เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความต้านทานที่เกิดจากการสะสมของอนุภาคบนผิวเยื่อแผ่นและจากการอุดตันภายในรูพรุน ($R_m + R_p$)
11. ถอดเครื่องกรองออก นำฟองน้ำลูบอนุภาคที่สะสมบนผิวเยื่อแผ่นออก ประกอบเครื่องเข้าที่เดิม
12. ทำการกรองและวัดอัตราการกรองของน้ำสะอาดอีกครั้ง เพื่อใช้ในการคำนวณหาความต้านทานที่เกิดจากการอุดตันภายในรูพรุน (R_p)
13. นำตัวอย่างที่ดึงออกมาไปวัดความเข้มข้น

<u>หมายเหตุ</u> ก) ในข้อ 7 สำหรับกรณีกรองแบบปกติ ไม่ต้องเปิดแหล่งจ่ายไฟแก่แหล่งกำเนิดคลื่นเหนือเสียง

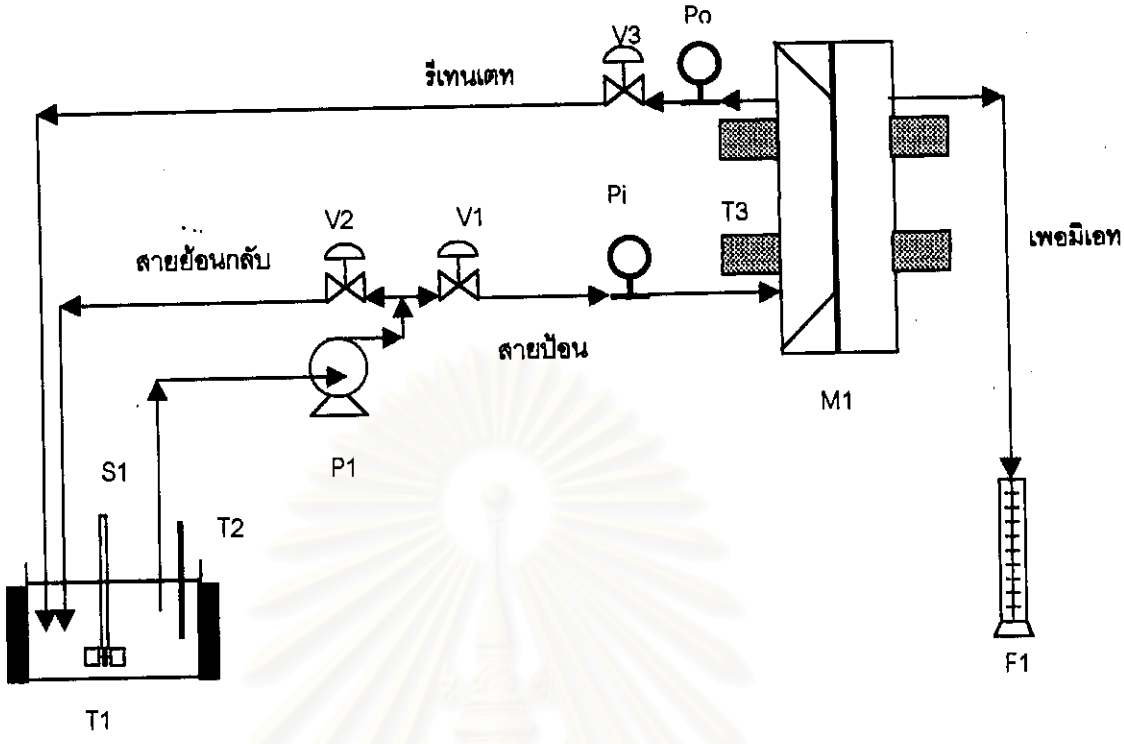
ข) วิธีการคำนวณหาค่าความต้านการกรอง (R_m, R_p และ R_c) รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข

ค) ควบคุมอุณหภูมิของสารละลายป้อน ให้มีค่าคงที่ที่ 30 องศาเซลเซียสตลอดการกรอง ด้วยขวดบรรจุน้ำแข็ง

ง) ในระหว่างการดำเนินการกรอง จะทำการกวนสารละลายยีสต์ในถังเป็นครั้งคราว และเนื่องจากท่อของสายป้อนกลับและรีเทนเตทจุ่มอยู่ในถังป้อน และสารละลายยีสต์ที่ออกมามีความเร็วสูงเพียงพอที่จะทำให้เกิดการกวนสารละลายยีสต์ในถังให้มีความเข้มข้นสม่ำเสมอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 18943445



M1 คือ เครื่องกรอง
F1 คือ กระบอกตวง
V1 คือ วาล์วสายป้อน
V2 คือ วาล์วสายป้อนกลับ
V3 คือ วาล์วปรับความดัน
S1 คือ ใบกวน
P1 คือ ปั๊ม
Pi คือ เกจวัดความดันสายป้อน
Po คือ เกจวัดความดันสายรีเทนเทท
T1 คือ ถังป้อนสารควบคุมอุณหภูมิ
T2 คือ เทอร์โมมิเตอร์
T3 คือ ตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียง

รูปที่ 5.1 แผนผังแสดงไดอะแกรมของการทดลอง

<u>วิธีล้างทำความสะอาดเยื่อแผ่น</u>

หากต้องการนำเยื่อแผ่นที่ผ่านการกรองแล้วมาศึกษาถึงผลกระทบของคลื่นเหนือเสียงที่มีต่อเยื่อแผ่น ต้องทำความสะอาดเยื่อแผ่นเพื่อกำจัดอนุภาคที่อุดตันภายในรูพรุนของเยื่อแผ่นเนื่องจากการกรอง โดยแช่เยื่อแผ่นลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2% โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาติดตั้งในเครื่องกรองเพื่อวัดอัตราการกรองด้วยน้ำสะอาด เพื่อหาค่าความต้านทานของเยื่อแผ่นที่ใช้แล้ว (R_m) เปรียบเทียบกับของเยื่อแผ่นที่ยังไม่ผ่านการกรอง

วิธีวัดความเข้มข้นของสารละลายยีสต์

หาได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตรด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) โดยใช้น้ำสะอาดเป็นตัวเทียบ (Blank) แล้วเทียบหาความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน สาเหตุที่เลือกความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร เนื่องจากเมื่อทำการตรวจสอบหา (scan) สารละลายยีสต์ ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตรจะให้ค่าการดูดกลืนแสงมีค่าสูงที่สุดและเมื่อสร้างกราฟมาตรฐาน จะมีค่าเบี่ยงเบนที่ยอมรับได้ (ดูภาคผนวก ค)

ข. ทำการทดลองโดยการติดตั้งอลูมิเนียมฟอยด์ในเครื่องกรองแทนเยื่อแผ่น เพื่อศึกษาผลของระยะห่างระหว่างเยื่อแผ่นกับแหล่งกำเนิดเสียง

ค. ทำการทดลองโดยใช้วิธีการเรืองแสงด้วยสารเคมี (chemiluminescence) ซึ่งจะเกิดการเรืองแสงของสารละลายลูมินอล เมื่อเกิดคาวิเทชันในระบบ เพื่อศึกษาผลของระยะห่างระหว่างตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงกับเยื่อแผ่น แล้วทำการถ่ายภาพเพื่อดูบริเวณและความเข้มของการเรืองแสงที่เกิดขึ้นในเครื่องกรองที่มีการใช้คลื่นเหนือเสียง

5.4.2 การศึกษาผลกระทบของคลื่นเหนือเสียงที่มีต่ออนุภาคยีสต์

ก. วัดขนาดและการกระจายขนาด (size distribution) ของอนุภาคยีสต์ ด้วยเครื่องวัดขนาดอนุภาค (Particle Size Analyzer) โดยมีการเตรียมตัวอย่างยีสต์ดังนี้

การเตรียมตัวอย่างยีสต์ ทำการเตรียมสารละลายยีสต์ที่มีความเข้มข้นประมาณ 5 กรัมต่อลิตร แล้วนำไปทำการทดลอง 5 การทดลอง ดังนี้คือ

1) สารละลายยีสต์ที่ไม่ผ่านคลื่นเหนือเสียง (sample 11)

2) สารละลายยีสต์ที่ผ่านกระบวนการกรองเป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยใช้ปั๊มแบบท่อรีด (peristaltic pump) และมีการใช้คลื่นเหนือเสียงที่มีความเข้มเท่ากับ 3.6 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร โดยมีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ 30 องศาเซลเซียสตลอดการกรอง แล้วดึงตัวอย่างเมื่อเวลาผ่านไป 30, 60, 90 และ 120 นาที (sample 5, 6/u60min, 7, 8 ตามลำดับ)

3) สารละลายยีสต์ที่ผ่านปั๊มหอยโข่ง โดยไม่ผ่านทั้งการกรองและคลื่นเหนือเสียง (centrifugal pump) ดึงตัวอย่างเมื่อเวลาผ่านไป 30, 60, 90 และ 120 นาที (sample 1, 6/p60min, 3, 4 ตามลำดับ)

4) สารละลายยีสต์ปริมาตร 25 มิลลิลิตรที่ผ่านคลื่นเหนือเสียงจากอัลตร้าโซนิกโพรบขนาด 0.5 เซนติเมตร ที่ความเข้มสูงประมาณ 50 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ไม่มี

การควบคุมอุณหภูมิ แล้วดึงตัวอย่างเมื่อเวลาผ่านไป 5 และ 15 นาที ซึ่งมีอุณหภูมิสุดท้ายเท่ากับ 55 และ 65 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (sample 9 และ 10)

5) สารละลายยีสต์ที่ผ่านการให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิเท่ากับ 65 องศาเซลเซียส (sample 12)

<u>หมายเหตุ</u> ในวงเล็บด้านท้ายของแต่ละตัวอย่างคือ เลขตัวอย่าง (Sample ID) ที่ปรากฏในรายงานผลการทดลอง ในภาคผนวก ฉ

ข. ส่องดูลักษณะของอนุภาคยีสต์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Microscope) ใช้ตัวอย่างยีสต์เดียวกับที่เตรียมในหัวข้อ ก และภาพถ่าย

ค. ศึกษาการเจริญเติบโตของยีสต์ก่อนและหลังการใช้คลื่นเหนือเสียง โดยมีรายละเอียดอาหารยีสต์และขั้นตอนการเตรียมเชื้อดังต่อไปนี้

<u>อาหารเลี้ยงยีสต์</u> สูตรอาหารแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ง

<u>การเตรียมตัวอย่างยีสต์</u> ทำการเตรียมสารละลายยีสต์ที่มีความเข้มข้นประมาณ 3 กรัมต่อลิตร แล้วนำมาตัวอย่างละ 25 มิลลิลิตร ทำการทดลอง ดังนี้คือ

1) ไม่ผ่านคลื่นเหนือเสียงและความร้อน

2) ผ่านคลื่นเหนือเสียงจากอัลตร้าโซนิกโพรบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ที่มีความเข้มต่ำ คือ ประมาณ 7 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร และมีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3) ผ่านคลื่นเหนือเสียงจากอัลตร้าโซนิกโพรบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ที่มีความเข้มสูง คือ ประมาณ 100 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร และมีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4) ผ่านคลื่นเหนือเสียงจากอัลตร้าโซนิกโพรบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ที่มีความเข้มสูง (100 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร) และไม่มีการควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิสุดท้ายได้เท่ากับ 73 องศาเซลเซียส

5) นำไปต้มจนมีอุณหภูมิเท่ากับ 73 องศาเซลเซียส

หลังจากนั้นนำเอาตัวอย่างแต่ละอันมาเจือจางในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น 0.85% โดยน้ำหนักที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จนมีค่าความเข้มข้นเหลือตั้งแต่ 10^{-3}-10^{-7} เท่าของค่าเริ่มต้น จากนั้นจะดึงออกมาตัวอย่างละ 100 ไมโครลิตร ใส่ลงในจานเลี้ยง (petridish) ที่มีอาหารของยีสต์อยู่แล้วใช้แท่งแก้วปาดให้เป็นวงกลมให้ทั่วทั้งแผ่น ทำซ้ำอย่างละ 3 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้ 2-3 วัน แล้วเลือกแผ่นที่สารละลายยีสต์ตัวอย่างที่ 1 ที่มียีสต์เติบโตขึ้นมาจากยีสต์เพียงหนึ่งตัว (single

colony) นับได้ 30-300 จุดต่อแผ่น ใช้เป็นตัวเทียบกับสารละลายยีสต์ตัวอย่างอื่นอีก 4 ตัวอย่าง ที่ความเข้มข้นเท่ากัน

หมายเหตุ ก) การเตรียมและเลี้ยงเชื้อ อุปกรณ์ที่ใช้ทุกอย่างต้องผ่านการฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งาน

ข) การศึกษาการเจริญเติบโตของยีสต์นี้ เราสนใจศึกษาผลกระทบของคลื่นเหนือเสียงที่มีต่อการเจริญเติบโตของยีสต์เท่านั้น และเนื่องจากเป็นการศึกษาในเชิงปริมาณ (การนับจำนวนเซลล์) การควบคุมความเข้มข้นของสารละลายยีสต์ตั้งต้นในทุกตัวอย่างจึงต้องมีค่าเท่ากัน จึงทำให้ไม่สามารถทำการศึกษาผลของการกรองร่วมกับการใช้คลื่นเหนือเสียงที่มีต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ได้ เนื่องจากเราไม่สามารถควบคุมความเข้มข้นของสารละลายยีสต์ตั้งต้นของทุกตัวอย่างได้ จึงทำการศึกษาโดยใช้อัลตร้าโซนิกโพรบเป็นตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงแล้วจุ่มลงในสารละลายยีสต์ที่เตรียมไว้ในหลอดทดลองขนาดเล็ก มีปริมาตรเท่ากับ 25 มิลลิลิตร โดยศึกษาทั้งในกรณีที่มีความเข้มของคลื่นเหนือเสียงต่ำ (7 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร) ซึ่งเป็นกรณีที่มีค่าความเข้มของคลื่นเหนือเสียงมากกว่าความเข้มของเสียงสูงสุดที่ได้จากตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงที่ติดตั้งในเครื่องกรองและอีกกรณีคือ มีความเข้มของคลื่นเหนือเสียงสูงสุด 100 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร

5.4.3 การศึกษาผลกระทบของคลื่นเหนือเสียงต่อเยื่อแผ่น

ก. ส่องดูลักษณะของเยื่อแผ่นด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) และภาพถ่าย

ข. วัดขนาดของรูพรุนและความพรุน ก่อนและหลังการใช้คลื่นเหนือเสียงด้วยเครื่องวัดความพรุนด้วยปรอท (Pore sizer)

ค. วัดค่าความต้านทานการกรองของเยื่อแผ่น (R_m) และภาพถ่าย

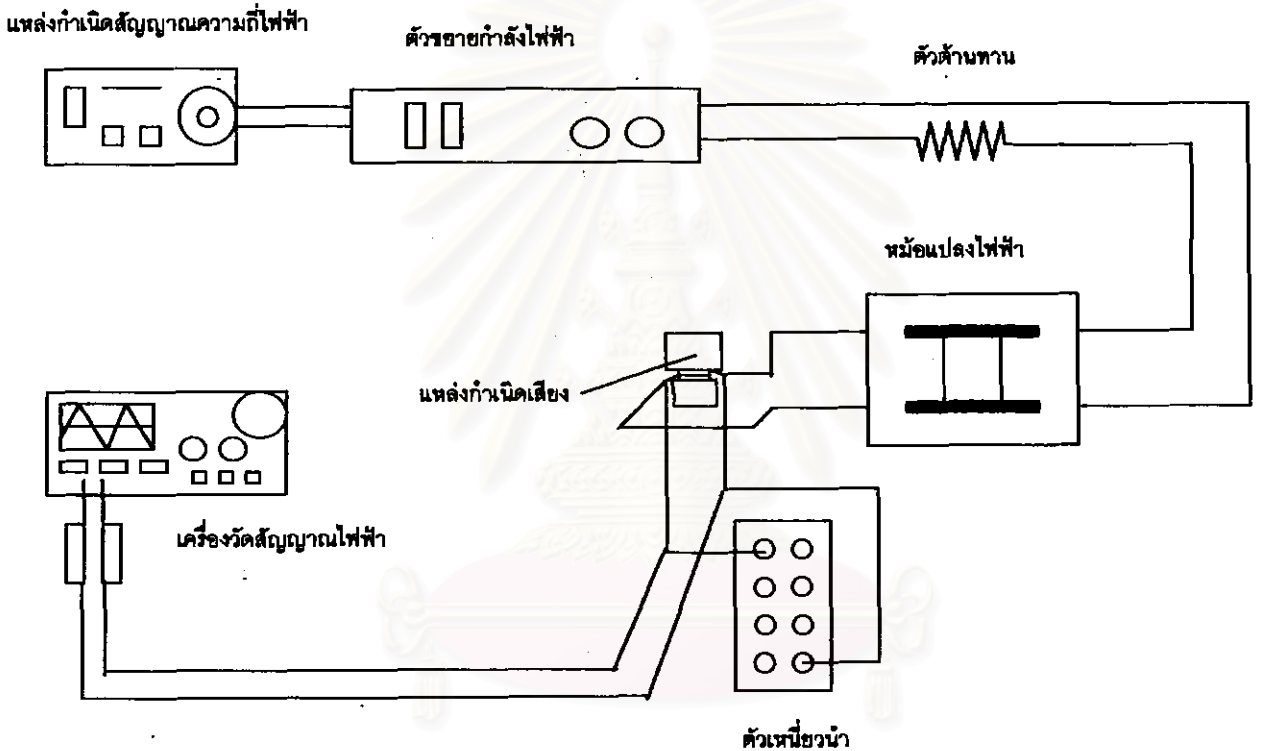
5.5 ระบบไฟฟ้าสำหรับแหล่งกำเนิดคลื่นเหนือเสียงความเข้มสูง

สำหรับการผลิตคลื่นเหนือเสียงความเข้มสูงหรือที่มีค่าแอมปลิจูดสูง เราต้องการแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีค่าความต่างศักย์สูง เนื่องจากค่าความต่างศักย์เป็นตัวแปรสำคัญที่เพียซโซอิเล็คทริคเซรามิกส์ (piezoelelctric ceramic) จะทำหน้าที่แปลงเป็นสัญญาณของคลื่นเหนือเสียงที่มีแอมปลิจูดสูงหรือต่ำ โดยระบบไฟฟ้าจะเริ่มต้นจากการกำเนิดสัญญาณความถี่ไฟฟ้าที่เหมาะสมจากเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ไฟฟ้า (Signal Generator) ซึ่งจะเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีค่าความต่างศักย์ต่ำเพียงประมาณ 7 โวลท์ แล้วผ่านเข้าเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า (Power Amplifier) ซึ่งจะสามารถขยายสัญญาณไฟฟ้าได้ประมาณ 10 เท่า เป็นประมาณ 70 โวลท์ สัญญาณไฟฟ้าที่ออกมาจะผ่านตัวต้านทานเพื่อป้องกันการลัดวงจรของเครื่องขยายสัญญาณไฟฟ้า แล้วเข้าสู่หม้อแปลงเพื่อขยายสัญญาณมากขึ้นอีกประมาณ 20 เท่า แล้วจึงส่งผ่านไปยังแหล่งกำเนิดคลื่นเหนือ

เสียงเพื่อผลิตคลื่นเหนือเสียงที่มีแอมปลิจูดสูงต่อไป สำหรับการวัดค่ากำลังไฟฟ้าขาเข้าของแหล่งกำเนิดเสียงนี้กระทำได้โดยการวัดค่าความต่างศักย์คร่อมแหล่งกำเนิดเสียงและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้า ณ เวลาเดียวกัน รวมทั้งความแตกต่างของเฟส เพื่อคำนวณกำลังไฟฟ้าดังสมการ (4.13) หากค่าความแตกต่างของเฟส ระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้านี้มีมากเกินไป เราสามารถปรับปรุงวงจรได้โดยการใส่ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้า (L) เข้าไปขนานกับแหล่งกำเนิดคลื่นเหนือเสียงเพื่อช่วยลดความแตกต่างของเฟส เป็นการลดการสูญเสียพลังงานในวงจรทำให้เกิดประสิทธิภาพในการส่งพลังงานสูงสุด ดังรูปที่ 5.2

ในระบบไฟฟ้าของงานวิจัยนี้ สามารถจ่ายไฟได้สูงสุดที่ความต่างศักย์ประมาณ 1500 โวลท์ ทำให้กำลังสูงสุดที่ส่งผ่านเข้าตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงมีค่าประมาณ 50 วัตต์ หรือคิดเป็นความเข้มเสียงได้เท่ากับ 4.41 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร เนื่องจากเราไม่สามารถทำการวัดพลังงาน, กำลังหรือความเข้มเสียงที่ปล่อยจากตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงได้ ดังนั้นในการทดลอง เมื่อกล่าวถึงกำลังของตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงจะหมายถึง กำลังจากระบบไฟที่ส่งผ่านไปยังตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียงซึ่งเราสามารถวัดค่าได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 แผนผังแสดงการจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวกำเนิดคลื่นเหนือเสียง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย