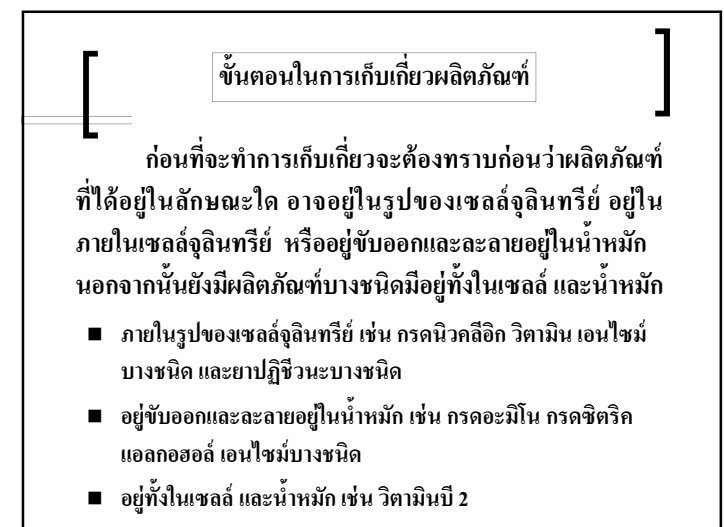
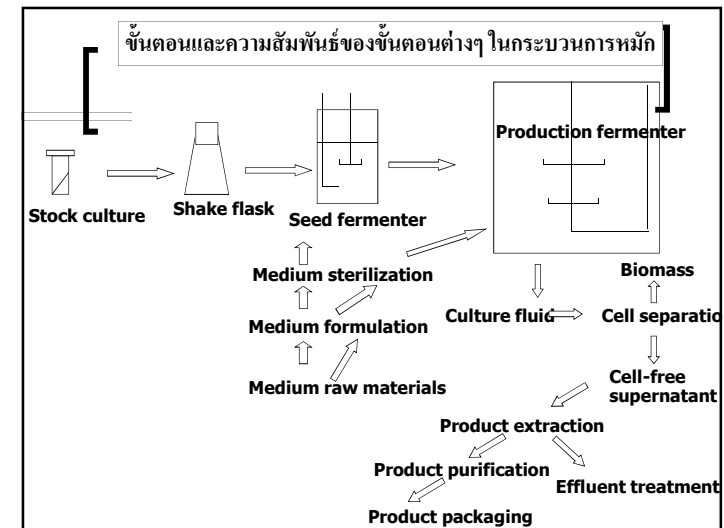




ขั้นตอนในการเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์

ในการเก็บเกี่ยวผลิตภัณฑ์ที่จับออกมานอกเซลล์ ขั้นแรกเป็นการแยก (separation) เอาเซลล์จุลินทรีย์ หรือเส้นใยของเชื้อรา หรือสารอาหารที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำหมัก โดยอาศัยการกรอง การทำให้ตกตะกอน โดยใช้เครื่องปั่น (centrifuge) ซึ่งสามารถแยกของแข็งมาได้ และผลิตภัณฑ์ได้

ในกรณีผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอยู่ในเซลล์ จำเป็นต้องทำให้เซลล์แตกก่อน โดยอาศัยวิธีการทางเคมี ฟิสิกส์ หรือชีววิทยา เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกมาได้

เมื่อเอาผลิตภัณฑ์ออกมาแล้วอาจต้องทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น โดยวิธีการต่างๆ และในกรณีที่ต้องการความบริสุทธิ์สูง อาจต้องนำผลิตภัณฑ์ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ต่างๆ เช่น โคม่าโคกราฟีต่างๆ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวิธีการ

- ตำแหน่งของผลผลิต อยู่ภายใน หรือนอกเซลล์
- ความเข้มข้นของผลผลิตในของเหลวที่ได้จากการหมัก
- สมบัติทางเคมีและกายภาพของผลผลิตที่ต้องการ
- วัตถุประสงค์ของการนำผลผลิตไปใช้
- มาตรฐานความบริสุทธิ์ต่ำสุดที่ยอมรับได้
- สารเจือปนที่มีอยู่ในของเหลวที่ได้จากการหมัก
- ราคาขายของผลผลิต

เทคนิคการแยก (Seperation technique)

1. Solid-liquid separation

2. การทำให้เซลล์แตก (Disintegration of cells)

3. การแยกผลผลิต

4. Concentration

5. Purification

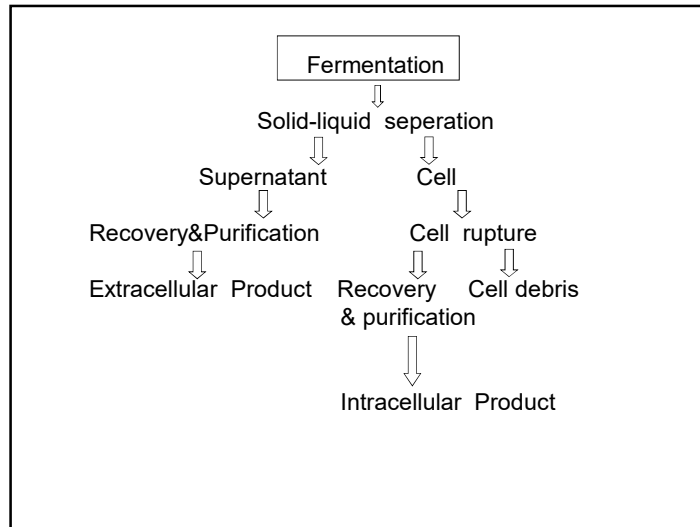
เทคนิคการแยก (Seperation technique)

1. Solid-liquid separation

- filtration
- centrifugation
- sedimentation

Depend on

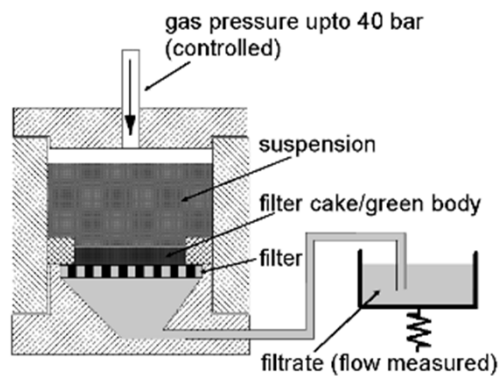
- size of cell
- specific weight
- cell weight
- viscosity, pH, temperature



1.1 Filtration

- เป็นการแยกอนุภาคของแข็งออกจากของเหลว โดยใช้ตัวกรองทำหน้าที่กักอนุภาคของแข็งที่ผิวตัวกรอง
- ส่วนที่ผ่านตัวกรอง เรียกว่า filtrate
- ส่วนที่เป็นของแข็ง เรียกว่า cake
- โดยตัวกรอง เป็นวัสดุกรองที่มีรูพรุน

Filtration



การเลือกใช้วัสดุกรอง

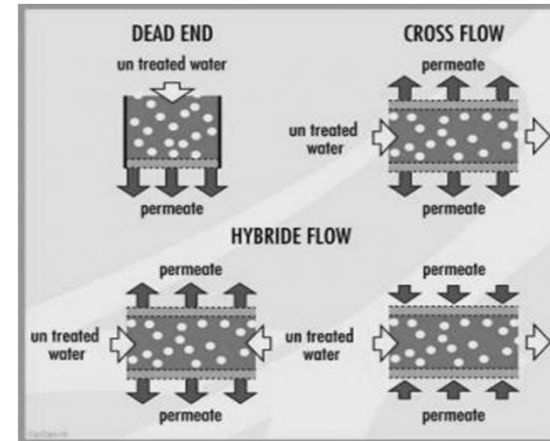
พิจารณาจาก

1. สมบัติของของเหลวที่ต้องการกรอง : พิจารณาจากความหนาแน่น ความหนืด
2. สมบัติของอนุภาคของแข็งที่ต้องการกรอง : โดยเฉพาะขนาดและรูปร่าง ลักษณะการอัดตัวกัน หรือการกระจายตัว
3. อัตราส่วนของแข็งต่อของเหลว
4. วัตถุประสงค์ของการกรอง: ต้องการเก็บเกี่ยวส่วนของแข็ง หรือของเหลว หรือทั้งสอง

การเลือกใช้วัสดุกรอง

5. ปริมาณของเหลวที่ต้องการกรอง: มากหรือน้อย
6. ความจำเป็นในการใช้ระบบ : Batch หรือ Continuous ในการกรอง
7. สภาพปอดเชื้อ : จำเป็นหรือไม่
8. ต้องใช้ความดัน หรือการดูดด้วยระบบสุญญากาศหรือไม่ : เพื่อช่วยให้ของเหลวมีอัตราการไหลที่ดี

Filtration



สารช่วยกรอง (Filter aid)

- เพิ่มประสิทธิภาพการกรอง
- ใช้ในกรณีที่ต้องการของเหลว ไม่ต้องการของแข็ง
- ทำให้ปริมาณมากขึ้น
- ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

Filter aid

Polyaluminium chloride



filter suction

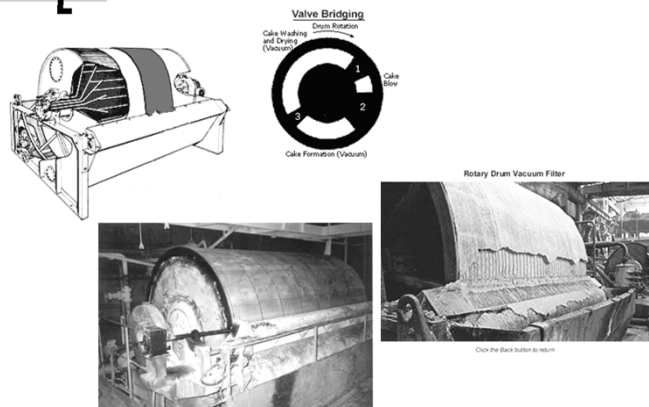
Beer filtration



Rotary vacuum filter

- กรองแบบต่อเนื่อง
- ตัวถังรูปทรงกระบอก มีแกนหมุนอยู่ที่ศูนย์กลาง ภายในเป็นช่องแบ่งตามแนวรัศมี เพื่อเป็นช่องสำหรับดูดของเหลวเข้าในเครื่อง ด้านนอกหุ้มด้วยผ้าหรือแผ่นกรอง
- ของเหลวจะถูกดูดผ่านแผ่นกรองเข้าไปตามช่องภายในตัวถัง โดยแรงดูดสุญญากาศจากด้านใน แล้วไหลเข้าสู่ช่องทางออก
- ของแข็งจะติดอยู่บนแผ่นกรองด้านนอก และกำจัดออกโดยการลดแรงดูดสุญญากาศ
- ขูดของแข็งออก โดยใช้เส้นลวดหรือใบมีด

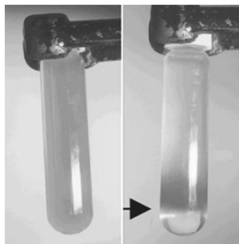
Rotary vacuum filter



1.2 Centrifugation

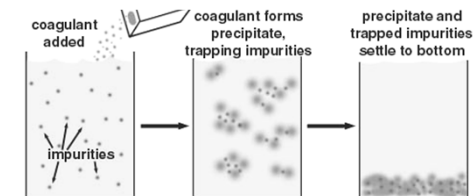
- อาศัยแรงเหวี่ยงในการแยกอนุภาคของแข็งกับของเหลว
- อัตราการตกตะกอนของอนุภาคทรงกลมที่แขวนลอยอยู่ในของเหลว จะเป็นสัดส่วนกับเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคยกกำลังสอง
- ในอุตสาหกรรมนมหมัก เป็นแบบต่อเนื่อง หรือกึ่งต่อเนื่องเท่านั้น

Centrifugation



1.3 Sedimentation

- ตกตะกอน
- เติมน้ำที่ทำให้ผลผลิตเปลี่ยนแปลงไปเป็นเกลือ หรือ สารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำ
- ใช้กำจัดสารเจือปนที่ไม่ต้องการ



2. Disintegration of cells

2.1 วิธีทางกายภาพ (Physical method) โดยใช้

- ใช้แรงเฉือน
- ความดัน
- Ultrasound
- Wet milling
- High pressure homogenization

Wet milling

- สารแขวนลอยของเซลล์ถูกกวน กับ glass beads ด้วยความเร็วสูง
- ประสิทธิภาพการทำให้เซลล์แตกขึ้นอยู่กับ ความเข้มข้นของเซลล์ (ที่เหมาะสมในช่วง 30-60 % โดยน้ำหนัก) ปริมาณเม็ดแก้ว และ ขนาดของเม็ดแก้ว
- ปริมาณของเม็ดแก้วในภาชนะ 70-90 % โดยปริมาตร
- ขนาดของเม็ดแก้ว มักใช้เม็ดแก้วขนาดเล็ก ทั่วไปใช้ 0.5 มม.
- เวลาที่ใช้แปรตามระดับของการทำให้เซลล์แตก
- ควบคุมอุณหภูมิ

High-Pressure Homogenization

สารป้อน (Feed) ถูกบีบเข้าที่ความดัน 0.1-0.5 MPa ผ่านปั๊มความดันสูงและถูกอัดให้มีความดัน 60 MPa วาล์วจะเปิดเมื่อความดันสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ สารแขวนลอยถูกปล่อยผ่านวาล์วด้วยความเร็วสูง เกิดอัตราการเฉือนสูง

Ultrasonicator

ใช้เสียงที่มีความถี่มากกว่า 15 kHz ทำให้ความดันเปลี่ยนแปลงขึ้นลง ทำให้เกิด shock wave



2.2 วิธีทางเคมี (Chemical method)

- Detergent เช่น sodium dodecylsulfate, sodium sulfonate
- กรด-ด่าง : ข้อเสียทำให้โปรตีนสูญเสียสภาพ
- Organic solvent เช่น toluene
- Osmotic shock

2.3 วิธีทางชีวภาพ (Biological method)

วิธีทางชีวภาพ (Biological method) โดยการย่อยผนังเซลล์ด้วยเอนไซม์ เช่น ไลโซไซม์ ใช้ในการย่อยแบคทีเรีย
ข้อเสีย: เสียค่าใช้จ่ายแพง และไม่เป็นที่นิยมในอุตสาหกรรม

3. การแยกผลผลิต

3.1 การสกัด (Extraction)

- สกัดโดยใช้ตัวทำละลายที่สามารถละลายผลผลิตที่ต้องการได้ดีกว่าน้ำ
- เลือกตัวทำละลายที่มี polarity ใกล้เคียงกับผลผลิต
- พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนของความเข้มข้นของผลผลิตในตัวทำละลายต่อความเข้มข้นของผลผลิตในน้ำ
- เป็นวิธีที่ช่วยให้สามารถแยกผลิตภัณฑ์ได้เร็ว

3.2 การตกตะกอน

- โดยการเติมเกลือ ตัวทำละลายอินทรีย์ หรือการให้ความร้อน

3.3 การกรองด้วยเมมเบรน

- แยกสาร โดยอาศัยความแตกต่างของขนาดโมเลกุล
- Micro filtration, Ultra filtration, Reverse osmosis

Micro filtration

- ขนาดของรูพรุนอยู่ในช่วง 0.1-1.0 ไมครอนเมตร
- ยอมให้ macro solute ผ่านได้ ไม่ให้คอลลอยด์ผ่าน
- Surface porosity > 50%

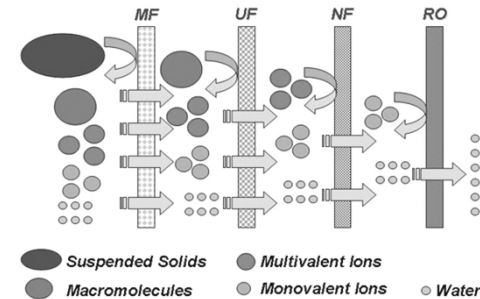
Ultrafiltration

- เหมาะสำหรับการแยกเซลล์ เศษเซลล์ และโปรตีนออกจากน้ำหมัก
- ขนาดของรูพรุนอยู่ในช่วง 1-20 nm
- น้ำ และ solute ขนาดเล็กผ่านได้
- Molecular weight cut-off 10,000-30,000

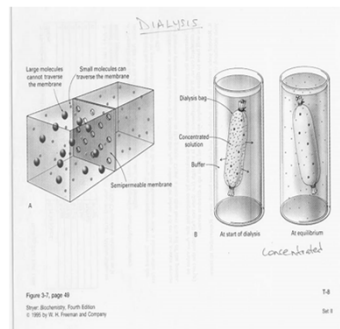
Reverse osmosis

- กระบวนการออสโมซิสเป็นการขนย้ายโมเลกุลของน้ำ จากบริเวณความเข้มข้นต่ำไปสู่ความเข้มข้นสูง
- กระบวนการรีเวอร์สออสโมซิส คือ การให้ความดัน ทำให้โมเลกุลของน้ำจากบริเวณความเข้มข้นสูงไปสู่ความเข้มข้นต่ำ
- ขอมให้น้ำผ่านได้

Membrane filtration



Dialysis



แยกของผสมโดยอาศัย molecular weight รูปร่าง ประจุ

4. Concentration

เป็นการทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นต่ำให้มีความเข้มข้นก่อนเข้าสู่การทำให้บริสุทธิ์ มีหลายวิธีดังนี้

- Evaporation
- Extraction
- Membrane filtration
- Ion exchange
- Adsorption