

## บริษัท แสงวิทย์ 2000 จำกัด

66/701-702 หมู่ 5 ซอยเจริญสนิทวงศ์ 13 ถนนสายบางแวก  
แขวงคลองขวาง เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160  
เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0105543042531 สำนักงานใหญ่  
โทร. (02) 861-9446-9 แฟกซ์. (02) 861-9463  
E-Mail : SV2000@saengvith2000.com



## SAENGVITH 2000 CO., LTD.

66/701-702 Moo5 Soi Charansanitwong 13, Saibangwaek Road,  
Khlongkhwang, Phasicharoen, Bangkok 10160 Thailand  
Tax ID : 0105543042531 Head office  
Tel. (662) 861-9446-9 Fax. (662) 861-9463  
E-Mail : SV2000@saengvith2000.com

# คู่มือการใช้เครื่อง

## Supercritical Fluid Extraction: *Spe-ed*<sup>TM</sup> SFE



**Applied  
Separations**

BY SAENGVITH 2000

(Authorized Distributor in Thailand)



# สารบัญ

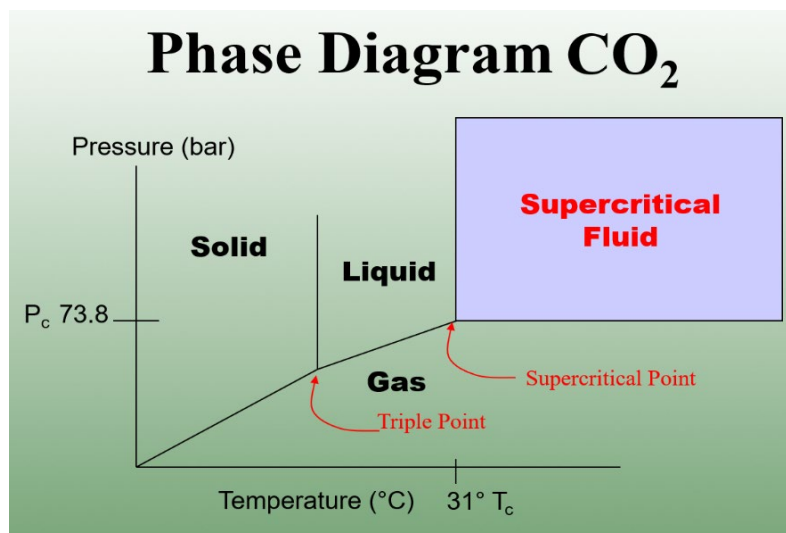
เรื่อง	หน้า
1. <b>Supercritical Fluid Extraction Systems</b>	2
1.1. <b>Supercritical CO<sub>2</sub> คืออะไร</b>	2
2. <b>เครื่องสกัดสารด้วยเทคนิค Supercritical Fluid Extraction (SFE)</b>	3
2.1. <b>ลักษณะภายนอกของเครื่อง</b>	4
2.2. <b>อุปกรณ์เบื้องต้นในการใช้งานของเครื่อง Spe-ed SFE</b>	5
3. <b>วิธีการเตรียมตัวอย่างก่อนการใช้เครื่อง Spe-ed SFE</b>	6
3.1. <b>การเตรียมตัวอย่าง</b>	6
3.2. <b>การ Pack ตัวอย่างลงใน Extraction Vessel</b>	6
4. <b>วิธีการสกัดสารด้วยเครื่อง Spe-ed SFE</b>	7
4.1. <b>ขั้นตอนเปิดเครื่องก่อนทำการสกัดสาร</b>	7
4.2. <b>ขั้นตอนการสกัดสารแบบแช่ (Static)</b>	10
4.3. <b>ขั้นตอนการสกัดสารแบบต่อเนื่อง (Dynamic)</b>	12
4.4. <b>ขั้นตอนปิดและทำความสะอาดเครื่องหลังทำการสกัดสาร</b>	14
4.4.1. <b>ขั้นตอนการ Clean ผ่าน Jumper</b>	14
4.4.2. <b>ขั้นตอนการทำความสะอาด line ต่าง ๆ ด้วย solvent</b>	15
4.4.3. <b>ขั้นตอนการปิดเครื่องหลังจากสกัดสารเรียบร้อยแล้ว</b>	15
5. <b>การดูแลรักษาอุปกรณ์</b>	16
5.1. <b>การดูแลรักษา Recirculation Bath (RCB)</b>	16
5.2. <b>การดูแลรักษา Spe-ed SFE2</b>	17

## 1. Supercritical Fluid Extraction Systems

### 1.1 Supercritical CO<sub>2</sub> คืออะไร

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเป็นสารลักษณะที่เรียกว่า Supercritical Fluid State เมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิและความดันเท่ากับหรือมากกว่า 31°C และ 73.8 bar นับจากจุดนี้ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะมีคุณสมบัติเหมือนกับแก๊สและของเหลวในเวลาเดียวกัน (สภาพกึ่งแก๊สและของเหลว) ซึ่งคุณสมบัติแบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สกัดสารเพื่อให้ได้ปริมาณมากๆ และใช้เวลา น้อย

เราสามารถควบคุมความดัน และอุณหภูมิของ Supercritical CO<sub>2</sub> ให้ได้คุณสมบัติการละลาย เหมือนกับการมีสภาพเป็น organic solvent ทั่วไป เช่น Acetone, Chloroform, Methylene Chloride หรือ Hexane ได้ ซึ่งทำให้สามารถควบคุมเพื่อเลือกสกัดช่วงสารที่ต้องการได้ และสกัดสารออกมาจาก ตัวอย่างได้ง่าย สามารถนำไปใช้ในงานต่อ หรือผ่านกระบวนการ Purify และ Recrystallize เพิ่มเติมได้



ประโยชน์ที่เห็นได้เด่นชัดของ Supercritical CO<sub>2</sub> Extraction คือ สามารถสกัดสารที่เราต้องการได้ อย่างง่ายดายโดยไม่ต้องใช้ Solvent ที่อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งแก้ปัญหาการปนเปื้อนของ Solvent ในกรณีที่ไม่สามารถแยก Solvent ออกจากสารที่ต้องการออกไปได้หมดหรือทำได้ยากหรือทำให้สารที่ต้องการสกัดออกมาเสื่อมคุณภาพเนื่องจากต้องผ่านกรรมวิธีการสกัด Solvent แบบ

ทั่วไป เพราะเมื่อสารที่สกัดออกมาได้กลับสู่สภาพความดันและอุณหภูมิปกติ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะระเหยออกไป ไม่เหลือปนอยู่กับสารที่ต้องการสกัดเลย

แต่หากสารที่เราต้องการมีความเป็นขี้ผึ้งมากขึ้น ทำให้การสกัดสารไม่ได้ตามที่ต้องการ เนื่องจาก Supercritical CO<sub>2</sub> สามารถละลายสารที่ไม่มีขี้ผึ้ง (non-polar) จนถึงสารที่มีขี้ผึ้งเล็กน้อยได้ดี เราสามารถเพิ่มความสามารถการสกัดโดยการใช้ Polar Organic Co-solvent (หรือเรียกว่าตัว Modifier) มาผสมรวมในการสกัดสารโมเลกุลที่มีขี้ผึ้งมากขึ้นได้ ตัว Supercritical CO<sub>2</sub> ที่มีสภาพกึ่งแก๊สกึ่งของเหลวจะช่วยพา Co-solvent เข้าไปร่วมสกัดสารได้ดีขึ้น ซึ่งทำให้ Supercritical CO<sub>2</sub> สามารถนำไปใช้ในงงานการสกัดได้หลากหลาย

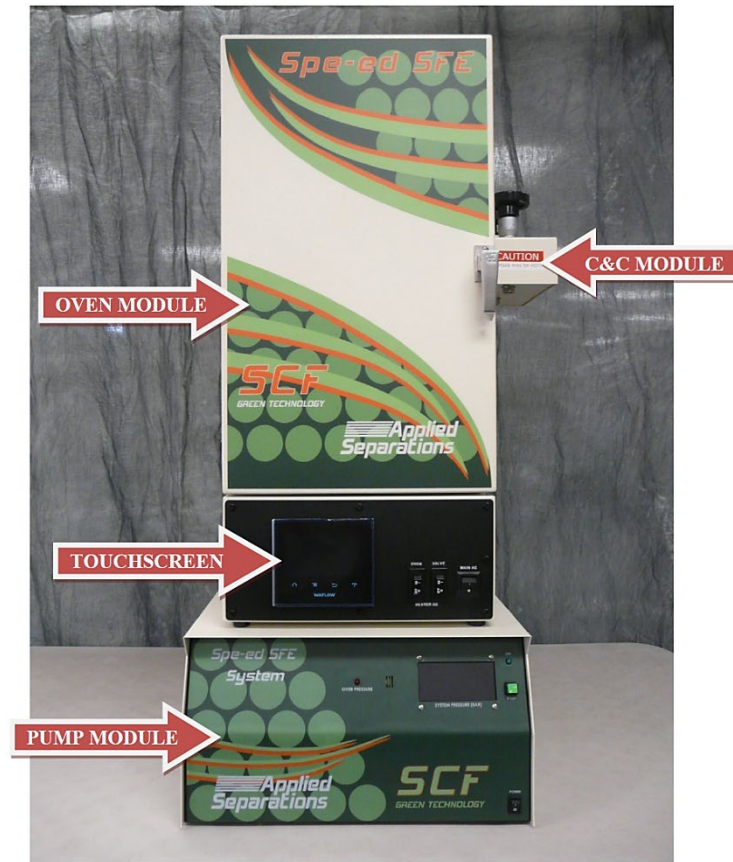
## 2. เครื่องสกัดสารด้วยเทคนิค Supercritical Fluid Extraction (SFE)

เครื่องสกัดสารรุ่น *Spe-ed SFE* จากแบรนด์ Applied Separations เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสกัดสารต่างๆ ออกจากตัวอย่างโดยใช้หลักการของ Supercritical Fluid Extraction ในสภาพของตัวทำละลายกึ่งแก๊สกึ่งของเหลว สามารถกำหนดแรงดันได้ถึง 10,000 psi และอุณหภูมิที่ 240°C ซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อผู้ใช้งานทำให้สามารถควบคุมการทำงานได้ในช่วงกว้าง

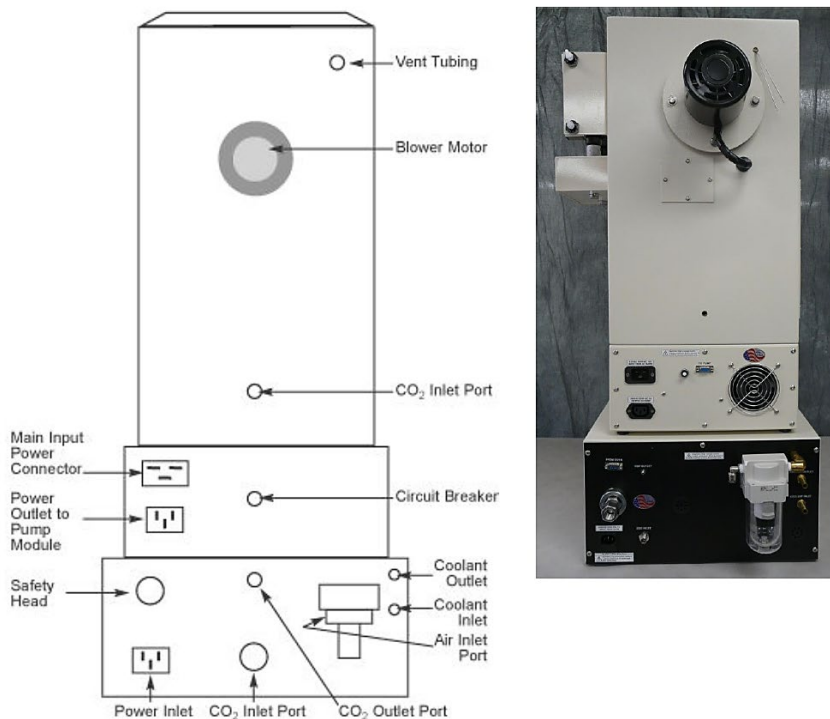
ตัวเครื่องประกอบด้วยระบบของ Patented variable micro-metering valve interface system ซึ่งช่วยแก้ปัญหาการอุดตันของสารสกัด โดยสามารถใช้ในงานทางด้าน Polymer, Pharmaceutical, Environmental รวมทั้ง Forensic samples โดย *Spe-ed SFE2* สามารถทำงานได้ทั้ง 2 Line แบบขนานกัน ทำให้ปราศจากการปนเปื้อนระหว่างตัวอย่าง ลดการเกิด Carry over ที่ Transfer line ผู้ใช้สามารถทำ solvent flushing ได้ เพื่อทำความสะอาดแต่ละ Line ทำให้หมดปัญหาการเกิด Contamination

## 2.1 ลักษณะภายนอกของเครื่อง

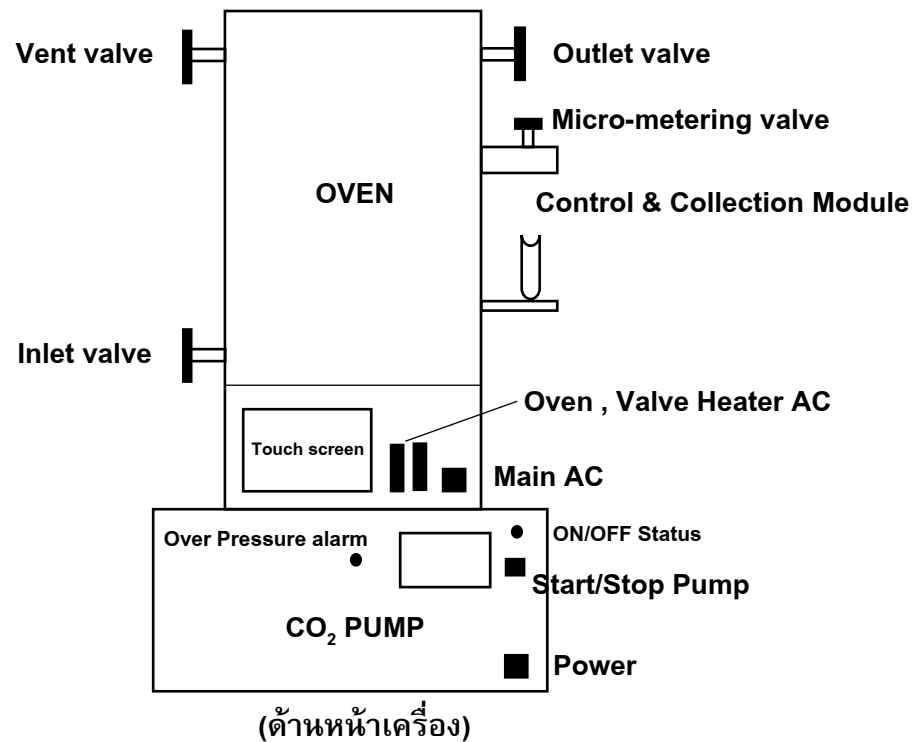
### ด้านหน้าเครื่อง



### ด้านหลังเครื่อง

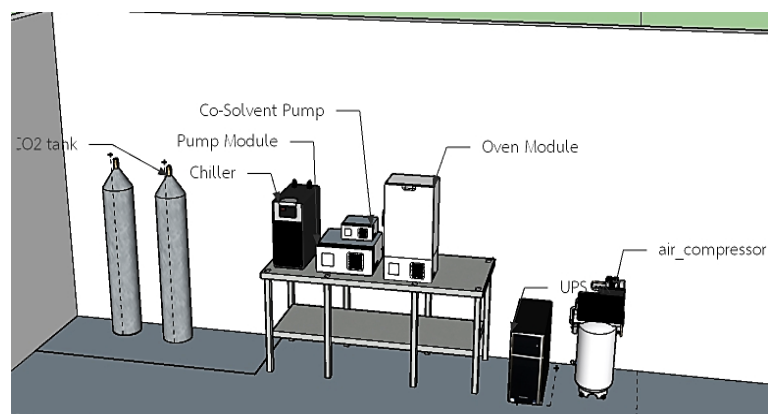


## ส่วนประกอบ สวิตช์ และ วาล์ว ของ SFE Oven Module



## 2.2 อุปกรณ์เบื้องต้นในการใช้งานของเครื่อง Spe-ed SFE

- Spe-ed SFE Oven Module with Touch screen controller
- Spe-ed SFE Pump Module
- Liquid CO<sub>2</sub> Cylinder with dip tube
- Compressed Air Pump
- Extraction Vessel
- Collection Tube
- UPS สำรองไฟ
- Recirculating Bath (RCB)
- Spe-ed SFE Modifier (Co-solvent) Pump Module (Option เสริม)
- Consumable ต่างๆ เช่น polypropylene wool, Spe-ed Matrix



### 3. วิธีการเตรียมตัวอย่างก่อนการใช้เครื่อง Spe-ed SFE

**ข้อควรระวัง:** เครื่อง SFE นี้ห้ามใช้กับสาร nitrous oxide หรือสารกัดกร่อนเช่น ammonia หรือ sulfur hexafluoride เพราะอาจทำให้เกิดการระเบิดเมื่อผสมกับ organic compounds

#### 3.1 การเตรียมตัวอย่าง

- สำหรับตัวอย่างที่มีส่วนประกอบของน้ำ ควรกำจัดน้ำออกจากตัวอย่างก่อน เนื่องจากน้ำจะขัดขวางการสกัดด้วย Supercritical CO<sub>2</sub> โดยเลือกวิธีที่เหมาะสมกับตัวอย่างนั้นๆ เช่น อบด้วย Oven, Vacuum Oven หรือ ทำแห้งด้วยวิธี Freeze dry เป็นต้น
- ลดขนาดตัวอย่าง เนื่องจากขนาดของตัวอย่างที่เหมาะสมจะช่วยให้การสกัดดีขึ้น โดยขนาดที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิด ลักษณะ ความหนืด เป็นต้น
- ตัวอย่างที่มีความหนืด ชันเหนียว หรือจับตัวเป็นก้อน ต้องผสมตัวอย่างกับ Spe-ed Matrix (ในปริมาณที่เหมาะสม) เพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับ Supercritical CO<sub>2</sub> และทำให้การสกัดมีประสิทธิภาพสูงสุด

#### 3.2 การ Pack ตัวอย่างลงใน Extractor Vessel

1. เลือกขนาดของ Vessel ตามต้องการ โดยให้เหมาะสมกับปริมาณตัวอย่างที่ทำกรสกัด
2. หมุน End Fitting ด้านใดด้านหนึ่งออก นำ Glass Wool หรือ Polypropylene Wool ใส่เข้าไปให้อยู่ล่งสุดหนาประมาณ 1 cm. (หรือ อาจใช้ Polypropylene Frit ก็ได้) โดยใช้ Tamping rod ช่วย
3. ใส่ตัวอย่างลงใน Extractor Vessel แล้วอัดให้เกือบเต็มช่องว่างด้วย Tamping rod (หลังจากใส่ตัวอย่างแล้ว ควรปิดทำความสะอาดบริเวณเกลียว และขอบด้านในของ vessel ไม่ให้มีตัวอย่างค้างอยู่ เนื่องจากจะทำให้เกิดการ leak ได้)





4. จากนั้นใส่ Glass Wool หรือ Polypropylene Wool ที่ด้านบนของตัวอย่างประมาณ 1 cm. แล้วปิด End Fitting ให้แน่น
5. วางไว้เพื่อรอนำไปทำการสกัด หรือ แช่เย็นแบบควบคุมความชื้น ในกรณีที่ยังไม่ทำการสกัดในวันนั้นเพื่อป้องกันตัวอย่างเสียหาย



**ข้อแนะนำ:** การ Pack ตัวอย่างลงใน Extractor Vessel ต้อง Pack ให้เต็ม Vessel ทุกครั้ง ในกรณีที่ตัวอย่างมีปริมาณน้อย สามารถใส่ Spe-ed Matrix เพิ่มให้เต็ม Vessel ได้ดังรูป

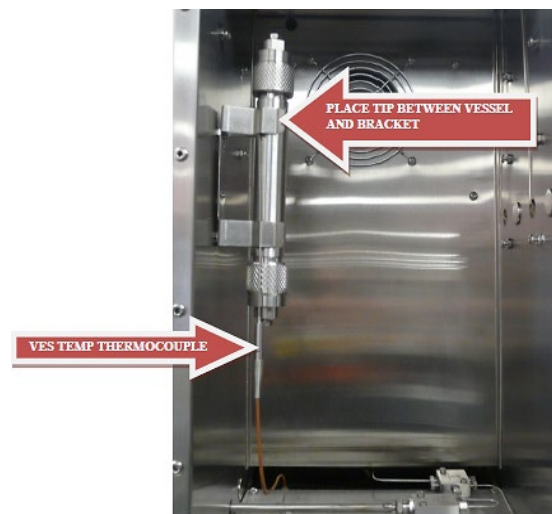
## 4. วิธีการสกัดสารด้วยเครื่อง Spe-ed SFE

### 4.1 ขั้นตอนเปิดเครื่องก่อนทำการสกัดสาร

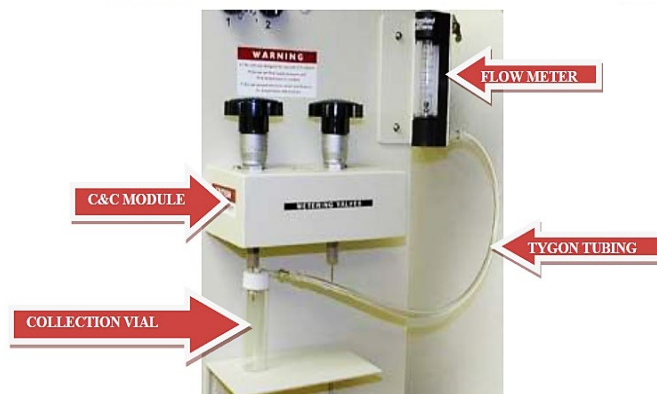
1. เปิด Main breaker ของระบบ และเปิดเครื่องสำรองไฟ UPS
2. เปิดสวิตช์ Main AC ที่ตัวเครื่อง SFE รอจนหน้าจอ Touch screen โชว์สถานะของค่าต่างๆให้เสถียรเรียบร้อย จากนั้นเปิดสวิตช์ Power ของ CO<sub>2</sub> Pump
3. เปิด Air pump โดยสังเกต pressure จะอยู่ที่ประมาณ 6.9 – 8.6 kg/cm<sup>2</sup> หรือหน่วย bar



4. เปิด CO<sub>2</sub> cylinder valve สังเกตตัวเลขในหน้าจอ Touch screen แสดงค่า Pump Pressure ประมาณ 50 - 70 bar
5. เช็คปริมาณน้ำของ Recirculation Bath (RCB) ให้อยู่ในระดับ Full จากนั้นเปิดสวิตช์เครื่อง รอให้อุณหภูมิลดลงถึง 5 หรือ 10°C หรือตามที่ตั้งค่าไว้
6. เช็คควาล์ว Inlet valve, Outlet valve และ Vent valve ให้ปิดอยู่ (ปิดโดยหมุน Valve ตามเข็มนาฬิกา) จากนั้นไป Pack ตัวอย่างลงใน Extractor Vessel ให้เรียบร้อย
7. นำ Extractor Vessel ที่ใส่ตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว มาวางที่ Bracket ด้านใน Oven ดังรูป



8. เชื่อมต่อ Inlet Fitting (ด้านล่าง) และ Outlet Fitting (ด้านบน) เข้ากับ Extractor Vessel จากนั้นเสียบ Vessel Thermocouple เข้าระหว่าง Bracket และ Extractor Vessel โดยต้องวางให้สัมผัสกับผิวของ Extractor Vessel จากนั้นเช็คความเรียบร้อยแล้วปิดประตู Oven
9. นำ Collection vial หรือ SPE cartridge ที่ใช้เก็บสารสกัดมาต่อกับ Discharge tubes ที่ C&C Module จากนั้นต่อ Vent adapter และ Tygon tubing เข้ากับ Flow meter ดังรูป



10. ตั้งอุณหภูมิของ Oven Temp ที่จอ Touch screen ตาม condition ของตัวอย่างที่เราจะสกัด โดย  
 และบริเวณตัวเลขของ SP (Set point) ที่ช่อง Valve temp บนหน้าจอ จากนั้นกดอุณหภูมิที่  
 ต้องการ และกด Enter เพื่อยืนยัน (ดังรูป)



11. ตั้งอุณหภูมิของ Valve Temp ที่จอ Touch screen ไว้ที่ประมาณ 100 - 110°C
12. เปิดสวิตช์ Heater AC ทั้ง 2 สวิตช์เพื่อให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามที่ตั้งค่าไว้



13. รอจนอุณหภูมิของ Oven, Valve และ Vessel Temp. ได้ตามที่ต้องการ ค่อยๆเปิด Inlet valve  
 (ให้ตรงกับ line ที่ต้องการสกัด) ให้สุด
14. ตรวจสอบค่าความดัน Set point (SP) ที่ Touch screen ควรเริ่มต้น ที่ 0 bar ก่อน
- \* ข้อควรระวัง: ห้ามกดปุ่ม "pump" เพื่อให้ CO<sub>2</sub> Pump ทำงาน ก่อนที่อุณหภูมิจะขึ้นถึงที่ตั้งค่าไว้ เนื่องจากเมื่ออุณหภูมียังไม่คงที่และยังคงเพิ่มขึ้น แก๊สจะขยายตัวมากขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่ม ทำให้เกิด Over pressure เกิน pressure ที่ตั้งค่าไว้มากได้

**ข้อแนะนำ:**

- หากต้องการเปิดประตู Oven ควรปิดสวิตช์ของ Oven Heater หรือระมัดระวังความร้อนจาก Extractor vessel และบริเวณผิวภายในของ Oven

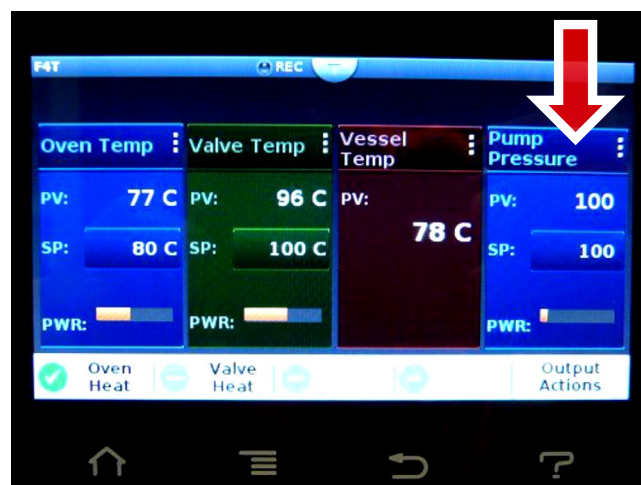
**4.2 ขั้นตอนการสกัดสารแบบแช่ (Static)**

หลังจากเตรียมขั้นตอนก่อนการสกัดเรียบร้อยแล้ว

1. เมื่ออุณหภูมิถึงที่ตั้งค่าไว้ และตั้งค่าเริ่มต้นที่ 0 bar แล้ว กดปุ่ม “pump” ที่ CO<sub>2</sub> Pump



2. ที่หน้าจอ Touch screen ตั้งความดันที่ต้องการสกัดในหน่วย bar โดยแต่ละบริเวณตัวเลขของ SP (Set point) ที่ช่อง Pump Pressure บนหน้าจอ จากนั้นใส่ความดันที่ต้องการ และกด Enter เพื่อยืนยัน



**ข้อแนะนำ:**

- ไม่ควรกำหนด pressure ที่สูงมากๆ ในตอนแรกเพราะอาจเกิด overshoot ได้ เช่น ถ้าต้องการสกัดที่ 300 bar อาจจะมีเริ่มต้นที่ 100 bar ก่อน แล้วรอให้ความดันนิ่ง ระบบไม่รั่ว (โดยฟังเสียงลม และดูไอน้ำแข็งของ CO<sub>2</sub> ที่เกาะบริเวณที่รั่วได้) แล้วจึงเพิ่มเป็น 200 bar และ 300 bar ตามลำดับ ซึ่งขณะใช้จริงสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

3. รอให้ Supercritical CO<sub>2</sub> ไหลเข้าสู่ Extractor Vessel จนเต็ม เมื่อ Pressure ถึงที่ตั้งค่าไว้แล้ว Pressure จะนิ่ง (Outlet valve และ Vent valve ต้องปิดอยู่)
4. ปิด Inlet valve (เพื่อทำการสกัดแช่) โดยแช่ทิ้งไว้ตามเวลาที่ต้องการสกัดแช่
5. เมื่อครบกำหนดเวลา ค่อยๆเปิด Outlet valve จนเกือบสุด จากนั้นค่อยๆปรับ Micro-metering valve โดยสังเกต Flow rate จาก Flow meter เพื่อควบคุมความเร็วของ Flow
6. เปิด Inlet valve เพื่อ flow สิ่งที่ Extract แล้วออกมาให้หมด
7. เมื่อสกัดเสร็จแล้วต้องการหยุด<sup>1</sup> ให้ปิด Inlet valve จากนั้นกดปุ่ม pump เพื่อหยุด CO<sub>2</sub> pump, และปิด Outlet valve
8. ค่อยๆเปิด Vent valve เพื่อปล่อย pressure ออกจาก Extractor Vessel

**ข้อแนะนำ:**

- การเปิด Vent valve ที่เร็วเกินไป อาจทำให้สารสกัดที่หลงเหลือพุ่งออกมาด้วยความเร็วได้ และยังทำให้ท่อที่ปล่อย Vent valve สูญภายนอกมีน้ำแข็งเกาะจนท่อตัน ทำให้ไม่สามารถปล่อย Pressure ออกไปได้

9. ปิดสวิตช์ Heater ของ Oven และ Valve แล้วรออุณหภูมิลง จนสามารถสัมผัส Extractor Vessel ได้
10. ถอด Extractor Vessel ออกจาก line ใน Oven
11. เก็บส่วนที่ Extract ออกมาได้

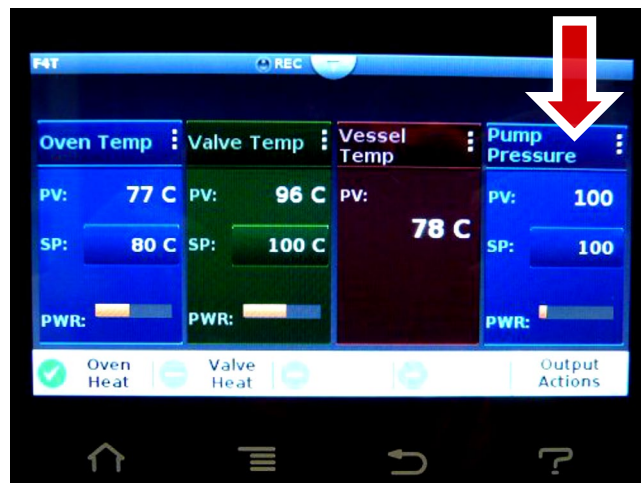
### 4.3 ขั้นตอนการสกัดสารแบบต่อเนื่อง (Dynamic)

หลังจากเตรียมขั้นตอนก่อนการสกัดเรียบร้อยแล้ว

1. เมื่ออุณหภูมิถึงที่ตั้งค่าไว้ และตั้งค่าเริ่มต้นที่ 0 bar แล้ว กดปุ่ม “pump” ที่ CO<sub>2</sub> Pump



2. ที่หน้าจอ Touch screen ตั้งความดันที่ต้องการสกัดในหน่วย bar โดยแตะบริเวณตัวเลขของ SP (Set point) ที่ช่อง Pump Pressure บนหน้าจอ จากนั้นใส่ความดันที่ต้องการ และกด Enter เพื่อยืนยัน



#### ข้อแนะนำ:

- ไม่ควรกำหนด pressure ที่สูงมากๆ ในตอนแรกเพราะอาจเกิด overshoot ได้ เช่น ถ้าต้องการสกัดที่ 300 bar อาจจะเริ่มต้นที่ 100 bar ก่อน แล้วรอให้ความดันนิ่ง ระบบไม่รั่ว (โดยฟังเสียงลม และดูไอน้ำแข็งของ CO<sub>2</sub> ที่เกาะบริเวณที่รั่วได้) แล้วจึงเพิ่มเป็น 200 bar และ 300 bar ตามลำดับ ซึ่งขณะใช้จริงสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม



3. รอให้ Supercritical CO<sub>2</sub> ไหลเข้าสู่ Extractor Vessel เมื่อ Pressure ถึงที่ตั้งค่าไว้แล้ว Pressure จะนิ่ง (Vent valve ต้องปิดอยู่) จากนั้นค่อยๆเปิด Outlet valve จนเกือบสุด
4. ค่อยๆ ปรับ Micro-metering valve สังเกต Flow rate จาก Flow meter เพื่อควบคุมความเร็วของ Flow
5. เมื่อสกัดเสร็จแล้วต้องการหยุด<sup>1</sup> ให้ปิด Inlet valve จากนั้นกดปุ่ม pump เพื่อหยุด CO<sub>2</sub> pump, และปิด Outlet valve
6. ค่อยๆเปิด Vent valve เพื่อปล่อย pressure ออกจาก Extractor Vessel

**ข้อแนะนำ:**

- การเปิด Vent valve ที่เร็วเกินไป อาจทำให้สารสกัดที่หลงเหลือพุ่งออกมาด้วยความเร็วได้ และยังทำให้ท่อที่ปล่อย Vent valve สู่ภายนอกมีน้ำแข็งเกาะจนท่อตัน ทำให้ไม่สามารถปล่อย Pressure ออกไปได้

7. ปิดสวิทช์ Heater ของ Oven และ Valve แล้วรออุณหภูมิลง จนสามารถสัมผัส Extractor Vessel ได้
8. ถอด Extractor Vessel ออกจาก line ใน Oven
9. เก็บส่วนที่ Extract ออกมาได้

**<sup>1</sup>Note:** การสกัดทั้งแบบ Static และ Dynamic เมื่อสกัดจนได้ปริมาณสารตามที่ต้องการแล้ว หากไม่ต้องการสกัดต่อ และไม่ต้องการ release pressure ออกจาก Extractor Vessel ด้วยวิธี Vent valve (วิธีนี้อาจมีสารสกัดจากตัวอย่างออกมาที่ Vent valve ได้) สามารถใช้วิธีต่อไปนี้แทนได้ คือ ให้ปิด Inlet valve จากนั้นกดปุ่ม pump เพื่อหยุด CO<sub>2</sub> pump, โดยเปิด Outlet valve และ Micro-metering valve ต่อ รอจน Pressure หหมด ไม่มีสารสกัดไหลออกมา จากนั้นปิดสวิทช์ Heater ของ Oven และ Valve และทำตามขั้นตอนปกติต่อไป

**ข้อแนะนำ:**

- เมื่อเกิดการอุดตันทำให้ Supercritical CO<sub>2</sub> ไหลไม่สะดวก ส่งผลให้ pressure สูงเกิน limit ทำให้ได้ยินเสียง alarm ขณะทำงาน

**แก้ไขโดย**

- สังเกต pressure ที่จอ Touch screen ถ้า pressure สูงกว่า limit ให้หยุด Pump โดยกดที่ปุ่ม Pump ไฟที่ on จะดับ หลังจากนั้นตั้งค่า pressure ต่ำลงหรือปิด pump เลยกก็ได้ ถ้าเสียง alarm ยังไม่หยุดให้เปิด Vent valve หรือขั้นต่อไป (ให้ทำเป็นกรณีสุดท้าย) ปิด Inlet valve เปิด Inlet Fitting ด้านล่างของ vessel เพื่อให้ Supercritical CO<sub>2</sub> ไหลผ่านได้สะดวก จากนั้นทำความสะอาด line หรือติดต่อสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

**4.4 ขั้นตอนปิดและทำความสะอาดเครื่องหลังทำการสกัดสาร**

**4.4.1. ขั้นตอนการ Clean ผ่าน Jumper :** เป็นวิธีการทำความสะอาด Line ที่ทำเหมือนขั้นตอนการสกัดปกติ แต่เปลี่ยนจากการใช้ Extractor Vessel มาใช้ Jumper หรือ Test Tubing (ดังรูป) แทน ซึ่งสามารถทำความสะอาด Line ด้วยวิธีนี้ได้ก่อนการปิดเครื่อง โดยแนะนำให้ใช้ conditions ในการทำความสะอาดเป็น conditions เดียวกันกับที่สกัดสาร เพื่อให้ Supercritical CO<sub>2</sub> ที่สภาวะเดิม พาสารสกัดที่หลงเหลืออยู่ออกมาได้ดี หรือสามารถใช้วิธีในหัวข้อ 4.4.2. ทำความสะอาดได้เช่นกัน





**4.4.2. ขั้นตอนการทำความสะอาด line ต่าง ๆ ด้วย solvent :** เป็นวิธีทำความสะอาด Line ในเครื่อง SFE ด้วย solvent ที่ละลายสารสกัดได้ เช่น สารสกัดจำพวกไขมัน หรือน้ำมัน จะใช้ Hexane หรือ Ethanol เป็นต้น โดยวิธีนี้จะต้องทำความสะอาด Line ทั้งด้าน Outlet และ Vent ซึ่งมีวิธีดังนี้

**1. Line ด้าน Outlet valve :** ปิด Vent valve และเปิด Outlet valve รวมทั้ง เปิด Micro-metering valve จนสุด ใช้ Purge Syringe with adaptor ดูด solvent แล้วต่อกับ Outlet Fitting ใน Oven ด้านบน เมื่อน้ำ solvent เข้าไป solvent จะไหลออกมาทางส่วน Collection ที่ Discharge tube ให้ใช้ Beaker รองรับ solvent ที่ไหลออกมา ทำการล้างหลายๆครั้ง จนแน่ใจว่าสะอาด และสุดท้ายอัดอากาศเข้าไปเพื่อให้ line แห้ง

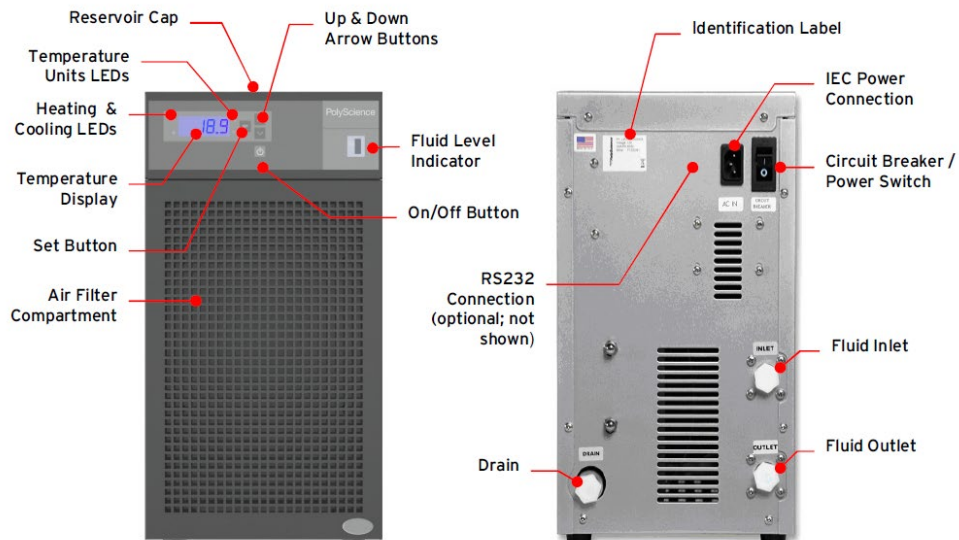
**2. Line ด้าน Vent valve :** ปิด Outlet valve และเปิด Vent valve ใช้ Purge Syringe with adaptor ดูด solvent แล้วต่อกับ Outlet Fitting ใน Oven ด้านบน เมื่อน้ำ solvent เข้าไป solvent จะไหลออกมาทาง Vent tubing (ด้านหลังเครื่อง SFE) ทำการล้างหลายๆครั้ง จนแน่ใจว่าสะอาด และสุดท้ายอัดอากาศเข้าไปเพื่อให้ line แห้ง

**4.4.3. ขั้นตอนการปิดเครื่องหลังจากสกัดสารเรียบร้อยแล้ว**

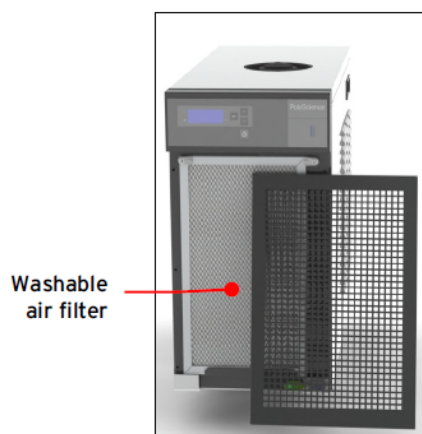
1. ควรทำการหยุดการสกัด หรือทำความสะอาดตามขั้นตอนให้เรียบร้อย จากนั้น
2. ปิดสวิตช์ตัวเครื่อง SFE (Main AC) และสวิตช์ Power ที่ CO<sub>2</sub> Pump
3. ปิดสวิตช์ Recirculation Bath (RCB)
4. ปิด CO<sub>2</sub> Cylinder valve และ Air pump ให้เรียบร้อย

## 5. การดูแลรักษาอุปกรณ์

### 5.1 การดูแลรักษา Recirculation Bath (RCB)



- ควรใช้น้ำกลั่น (Distilled water) ในการเติมน้ำ ไม่ควรใช้น้ำประปา น้ำที่กระด้าง หรือน้ำ Deionized water (DI) ที่มีค่า specific resistance มากกว่า 1 meg. ohm
- ไม่ควรวางเครื่องไว้ในสถานที่ที่ระบายอากาศไม่ดี หรือโดนแดดโดยตรง
- หมั่นตรวจเช็คระดับน้ำที่หน้าเครื่อง ให้ระดับน้ำอยู่ในระดับ Full อยู่สม่ำเสมอ
- การใช้งานโดยทั่วไป สามารถใช้น้ำในเครื่องที่มีอยู่จนเวียนได้ตามปกติ แต่หากน้ำมีฝุ่นหรือสิ่งสกปรกแล้วต้องการเปลี่ยน สามารถ Drain น้ำในระบบทิ้งได้ด้วย Drain valve ด้านหลังเครื่อง จากนั้นเติมน้ำสะอาดให้อยู่ในระดับ Full เครื่องจึงพร้อมใช้งานต่อ



## 5.2 การดูแลรักษา Spe-ed SFE2

- ก่อนเริ่มใช้งานเครื่องทุกครั้งควรตรวจสอบวาล์วทุกตัวว่าปิดเรียบร้อย และมีการใช้งานปกติ ไม่หลวมหรือติดขัด
- ควร Drain น้ำที่ปั๊มสีส้มด้านหลัง CO<sub>2</sub> pump และที่วาล์วด้านล่างของ Air pump ในทุก ๆ สัปดาห์ หรือเร็วกว่านั้นขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้งานเครื่อง เพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ



- หลังจากสัปดาห์เสร็จ ควรทำความสะอาด line ที่ใช้สัปดาห์ทุกครั้งทันที ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้นาน เนื่องจากมีโอกาสที่สารสัปดาห์จะจับตัวอยู่ใน line ส่วนต่างๆ มีผลทำให้ line ต่างๆ อาจอุดตัน CO<sub>2</sub> จะ flow ผ่านได้ยากหรือไม่ได้ การทำความสะอาดจะทำได้ยากขึ้น
- การทำความสะอาด line ควรทำทั้ง Outlet line และ Vent line โดยสามารถศึกษาขั้นตอนได้ที่หัวข้อ 4.4.2. และควรเลือกใช้สารละลายที่เหมาะสมในการทำความสะอาด line โดยเลือกใช้สารละลายที่ละลายได้ดีกับสารสัปดาห์ และไม่เป็นอันตราย เช่น Ethanol หรือ Hexane เป็นต้น
- ในการปรับ Flow out ของ CO<sub>2</sub> ที่ Micro-metering valve ไม่ควรปรับ Flow ที่เร็วเกินไป ในทันที ควรสังเกตการปรับจากลักษณะการสัปดาห์ออกมาของตัวอย่างและ conditions ต่างๆที่ตั้งค่าไว้ด้วย เนื่องจาก Flow ที่เร็วเกินไป จะมีโอกาสทำให้เกิดความเย็นจับตัวสารสัปดาห์จนทำให้แข็งขวางทาง Flow และมีโอกาสที่ CO<sub>2</sub> จะเปลี่ยนสถานะไม่ทัน ทำให้สารสัปดาห์สามารถหลุดเข้าไปใน Flow meter ได้ด้วย

- เมื่อย่างเครื่องเรียบร้อยแล้ว ควรปิดเครื่องตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง และเช็คความเรียบร้อยของเครื่องเสมอ
- และอย่าลืมปิดวาล์วที่ CO<sub>2</sub> Cylinder ทุกครั้ง

