

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วัตถุดิบสำหรับทำสาโท

1. ข้าวเหนียว (พันธุ์ กข 6. ตราบัวหลวง)
2. ลูกแป้ง (อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี)
3. น้ำสะอาด

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตสาโท

1. ช้อนตักข้าวเหนียว
2. โถสำหรับใช้หมัก
3. เครื่องแก้วอื่นๆ เช่น ปีกเกอร์ แท่งแก้ว จานรอง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

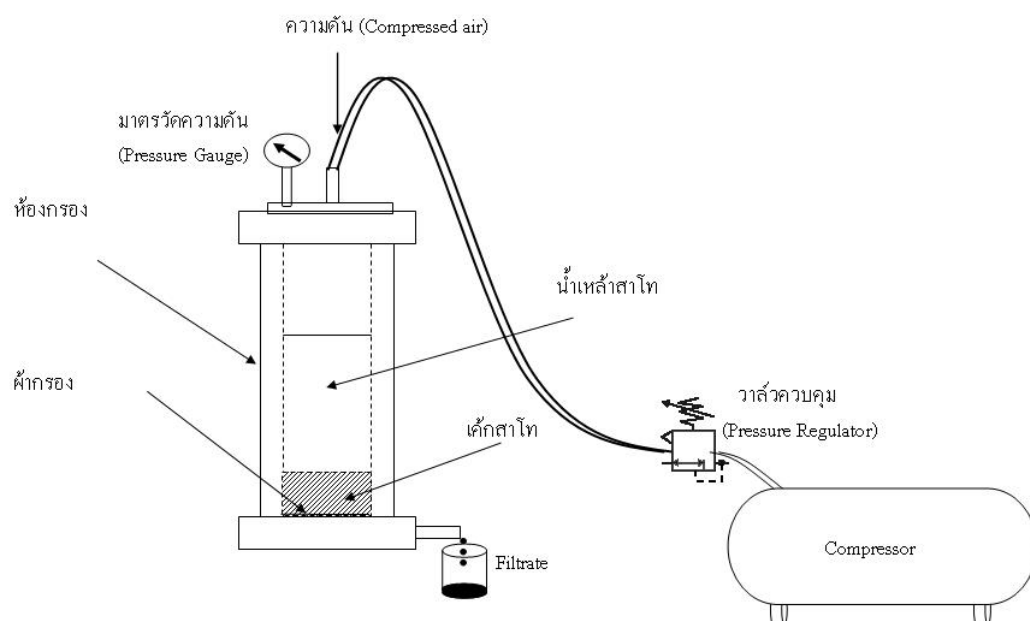
1. เครื่องชั่งไฟฟ้า รุ่น Dragon 3002 บริษัท Mettler-Toledo ประเทศไทย
2. เครื่องอบแห้ง 0-300°C Binder บริษัท Electric service device ประเทศไทย
3. UV-VIS Spectrophotometer รุ่น UV-120, บริษัท Shimadzu ประเทศญี่ปุ่น
4. Dial gauge แบบ digital รุ่น ID-F150 บริษัท Mitutoyo Corp. ประเทศญี่ปุ่น
5. Hand refractometer แบบ digital รุ่น pocket PAL-1 บริษัท ATAGO ประเทศญี่ปุ่น
6. เครื่องวัดสี Konica Minolta รุ่น Chroma meter CR-400 บริษัท Yamamoto Trading ประเทศไทย

3.4 เครื่องมือการทดลองการกรองและการกดอัดไล่น้ำ

1. ชุดเครื่องมือการกรอง (ภาพที่ 3.1) ประกอบด้วย ห้องกรองสูงที่เป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 6 เซนติเมตร ซึ่งพื้นที่การกรองมีขนาด 26.4 ตารางเซนติเมตร ผนึกผ้ากรองไว้ที่ด้านล่างของห้องกรอง ที่ด้านบนของห้องกรองมีฝาปิดต่อเข้ากับเครื่องอัดอากาศ (compressor) เพื่อให้ความดันกับห้องกรอง ซึ่งความดันของอากาศอัดถูกควบคุมให้คงที่ด้วย วาล์วควบคุม (regulator) พร้อมมาตรวัดความดัน (pressure gauge)

ภาพที่ 3.1

อุปกรณ์ทดลองการกรองเหล้าสาโทด้วยความดันคงที่

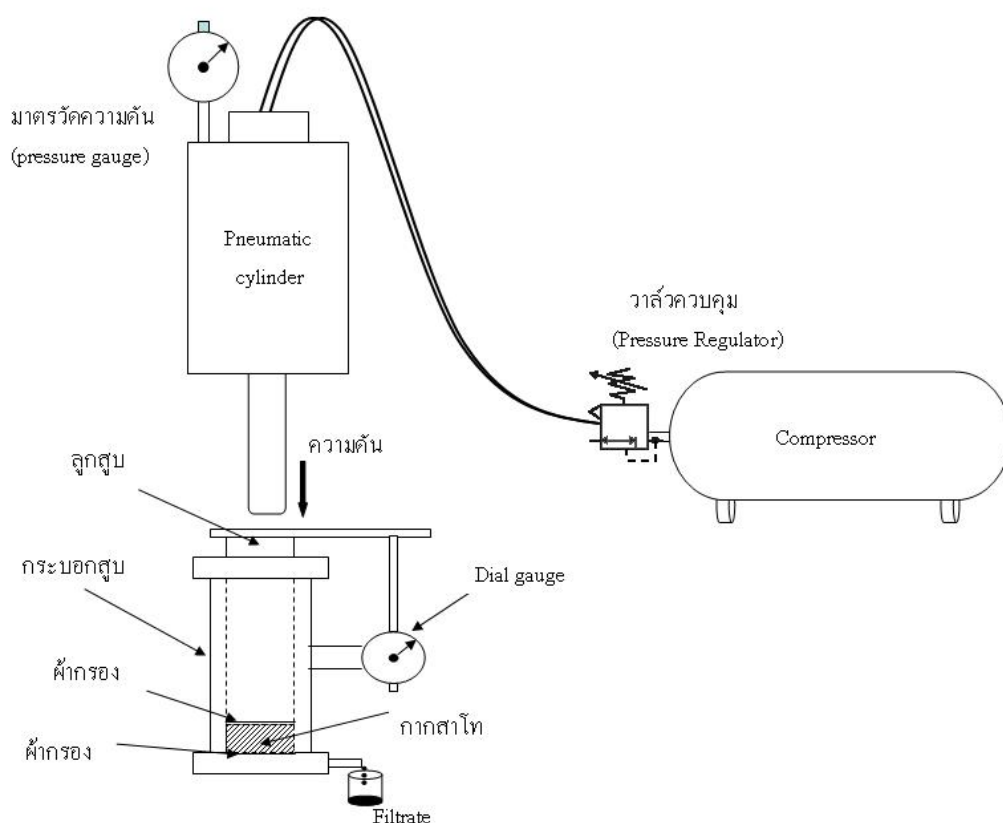


2. ชุดเครื่องมือการกดอัดไล่น้ำ (ภาพที่ 3.2) ประกอบด้วย ห้องกดอัดไล่น้ำสูงที่เป็นทรงกระบอกสูงมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 6 เซนติเมตร พร้อมลูกสูบ ติดตั้งผ้ากรองที่กั้นกระบอกสูบเป็นตัวกลางกรอง 1 แผ่น และผ้ากรองที่ผิวสัมผัสระหว่างลูกสูบกับเหล้าสาโทอีก 1 แผ่น (พื้นที่การกรองมีขนาด 2×26.4 ตารางเซนติเมตร) กระบอกสูบของห้องกรองจะถูกกดอัดด้วยลูกสูบ

pneumatic อีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 16 เซนติเมตร ที่ได้แรงอัดโดยอากาศอัดจาก compressor ถูกควบคุมให้คงที่ด้วย regulator พร้อม pressure gauge

ภาพที่ 3. 2

อุปกรณ์ทดลองการกดอัดไล่น้ำจากเหล้าสาโทด้วยความดันคงที่

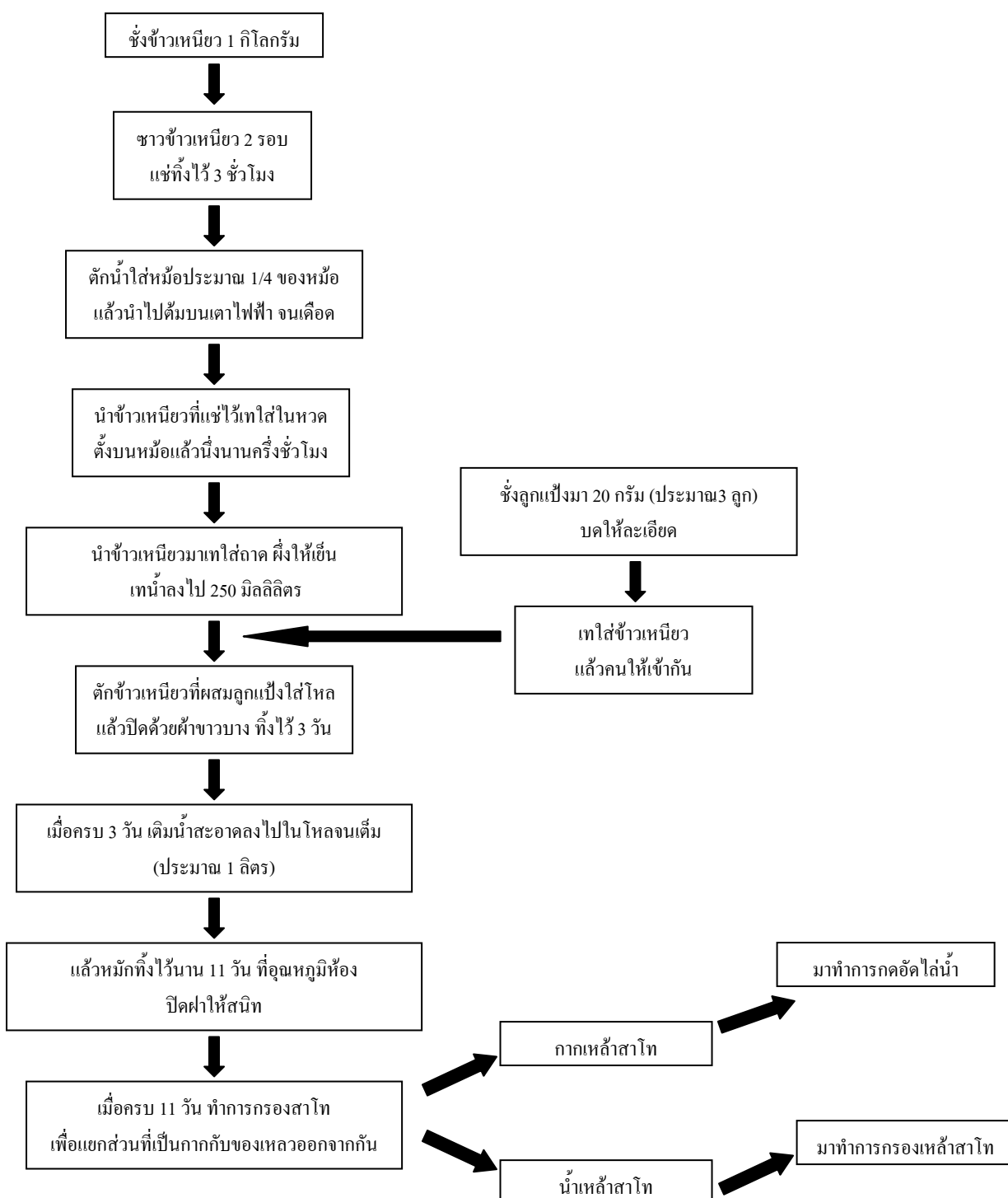


3.5 เตรียมตัวอย่างเหล้าและกากสาโท

ซึ่งข้าวเหนียว 1 กิโลกรัม ข้าวเหนียวด้วยน้ำสะอาด 2 รอบ แช่ทิ้งไว้ 3 ชั่วโมง จากนั้นนำข้าวเหนียวด้วยไอน้ำจากหม้อที่ต้มน้ำไว้ นึ่งนานครึ่งชั่วโมง หรือจนกว่าข้าวเหนียวจะสุก เมื่อครบครึ่งชั่วโมง นำข้าวเหนียวที่สุกแล้วมาเทใส่ถาด พรมน้ำสะอาดลงไป 250 มิลลิลิตร เพื่อให้อุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิเย็น ระหว่างที่รอให้ข้าวเหนียวเย็น นำลูกแป้ง 20 กรัม (ประมาณ 3 ลูก) มาบด เทผสมคลุกเข้ากับข้าวเหนียว แล้วคนให้เข้ากัน ตักข้าวเหนียวที่ผสมลูกแป้งแล้วใส่โหล แล้วปิดด้วยผ้าขาวบาง ทิ้งไว้ 3 วันในที่ร่ม ณ อุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 3 วัน เติมน้ำสะอาดลงไปในโหลจนเต็ม

(ประมาณ 1 ลิตร.) แล้วหมักทิ้งไว้นาน 11 วันโดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ปิดฝาให้สนิท เมื่อครบ 11 วันแล้วจึงทำการแยกน้ำเหล้าโทกับกากสาเหล้าออกจากกัน โดยการกรองผ่านผ้าขาวบาง (ขั้นตอนทำการทดลองแสดงดังภาพที่ 3.3)

ภาพที่ 3.3
ขั้นตอนการหมักเหล้าสาโท



3.6 การกรองเหล้าสาโท

น้ำเหล้าสาโทที่ได้จากข้อ 3.5 ไปกรองด้วยอุปกรณ์ทดสอบการกรองด้วยความดันคงที่ดังภาพที่ 3.1 โดยซึ่งน้ำเหล้ามาแล้วนำไปใส่ในอุปกรณ์ทดสอบที่ได้ติดตั้งผ้ากรองไว้ที่ด้านล่างของห้องกรอง จากนั้นปิดฝาให้แน่นแล้วให้ความดันโดยอาศัยความดันจากอากาศอัดจาก Air compressor ซึ่งได้รับการปรับความดันที่ต้องการใช้ในการกรองให้คงด้วย regulator และ มาตรการวัดความดันที่ติดตั้งอยู่ที่อุปกรณ์ทดสอบ ติดตามอัตราเร็วการกรองที่เปลี่ยนแปลงต่อเวลาโดยทำการเก็บตัวอย่าง filtrate ที่กรองได้ในช่วงระยะเวลาใด ๆ ระยะเวลาหนึ่ง (เช่น 30, 60 วินาที เป็นต้น) อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสิ้นสุดการกรอง จากนั้นนำตัวอย่างที่เก็บได้ไปชั่งน้ำหนักหารด้วยความหนาแน่นของ filtrate (ในที่นี้อนุโลมให้มีค่าเท่ากับ ความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์ เนื่องจากเหล้าสาโทมีความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ และน้ำตาลไม่สูงมากนัก) และ หารด้วยพื้นที่การกรอง (ในที่นี้ เท่ากับ 26.4 ตารางเซนติเมตร) และ เมื่อหารด้วยระยะเวลาที่ใช้ในการกรองนั้นๆ จะได้อัตราเร็วการกรองในช่วงเวลาที่กรองนั้นๆ หรือ ในช่วงปริมาตร filtrate ที่กรองได้นั้นๆ ข้อมูลที่ได้จะสามารถนำไปคำนวณหาค่า specific cake resistance และ ค่า compressibility index (n) ซึ่งแสดงคุณสมบัติการอัดตัว (compressibility) ของเค้กกรองซึ่งเป็นตัวเลขชี้กำลังของสมการ $\alpha = \alpha_0 P^n$ (Shirato et al., 1980) ที่เป็นสมการซึ่งใช้กันโดยทั่วไปในการแสดงอิทธิพลของความดันที่มีผลต่อความต้านทานการกรอง นอกจากนี้ยังนำตัวอย่าง filtrate ที่ได้ไปทดสอบคุณภาพของเหล้าสาโท (ตามหัวข้อ 1.3.3)

โดยแปรค่าปัจจัย ได้แก่

- ความดัน 3 ระดับ ได้แก่ 0.2, 0.3 และ 0.4 เมกะปาสกาล
- ชนิดของผ้ากรอง 3 ชนิด (Shikishima Canvas, Japan) คุณสมบัติแสดงดังตารางที่ 3.1. และ ลักษณะการหักทอของเส้นใยผ้ากรองดังภาพที่ 3.4
- ชนิดของสารช่วยกรอง 2 ชนิด (ชนิดละ 3 ระดับความเข้มข้น) ได้แก่ celite (สารประกอบของ Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , N_2O+K_2O , SiO_2) และ activated carbon โดยเติมในลักษณะ body feed

โดยวัดประสิทธิภาพของการกรองและทดสอบคุณภาพของเหล้าสาโทดังนี้

- อัตราเร็วการกรองที่เปลี่ยนแปลงต่อเวลา เพื่อนำมาหาค่า Specific cake resistance
- ความใสด้วย Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร (Rai et al., 2005)
- อัตราการดูดกลืนแสง ด้วย Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร (Rai et al., 2005)

- ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ด้วยวิธีการไตเตรด
- ปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity) ด้วยวิธีการไตเตรดเทียบเป็นปริมาณกรดซิตริก
- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วย Hand refractometer

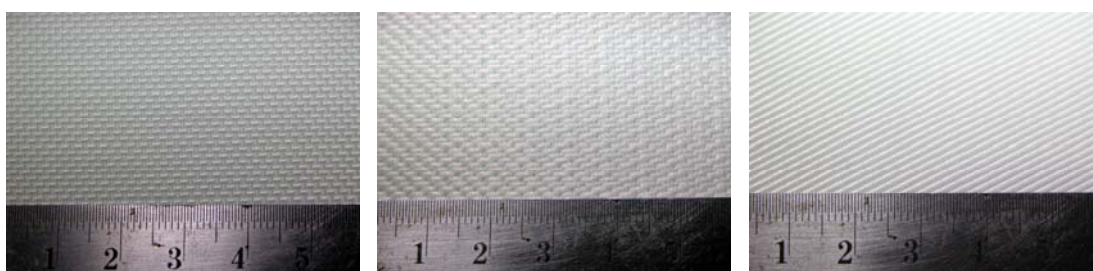
ตารางที่ 3.1

แสดงคุณสมบัติต่างๆของผ้ากรองที่เลือกใช้

	ชนิดที่ 1. (T 84)	ชนิดที่ 2. (T 2731C)	ชนิดที่ 3.(T 681)
Material	Polyester	Polyester	Polypropylene
Air Permeability	90 cm ³ /cm ² /min	100 cm ³ /cm ² /min	1000 cm ³ /cm ² /min
Tensile Strength (N/ 3 cm)			
-Warp (เส้นยืน)	330	310	290
-Weft (เส้นนอน)	320	170	160
Weave (การทอ)	Sateen	Plain(twill)	Double brocade
Elongation			
-Warp	40 %	30 %	60 %
-Weft	30 %	30 %	40 %

ภาพที่ 3.4

แสดงลักษณะการทอของผ้ากรองที่ใช้ [T 84 (ซ้าย), T 2731C (กลาง) และ T 681 (ขวา)]



3.6.1 ความต้านทานและการอุดตันของอนุภาคที่มีต่อผ้ากรอง

หาความต้านทานของผ้ากรองแต่ละชนิด ทั้งก่อนและหลังการใช้งานกรองเหล้าสาโท ความต้านทานผ้ากรองก่อนกรองหาได้จากการทดลองกรองน้ำบริสุทธิ์ที่ความดันคงที่ผ่านผ้ากรอง โดย

ค่าอัตราเร็วการกรองน้ำบริสุทธิ์ที่วัดได้ จะถูกนำไปใช้คำนวณหาค่าความต้านทานผ้ากรองจากสมการที่ 2.13 สำหรับการจัดการผ้ากรองหลังผ่านการกรองเหล้าสาโท เลือกใช้วิธีที่ได้ดัดแปลงวิธีของ Kim และคณะ (2002) ซึ่งเป็นวิธีที่นำผ้ากรองที่ผ่านการกรองน้ำเหล้าสาโทมาทำความสะอาดด้วยฟองน้ำเพียงอย่างเดียว โดยฉีกผิวหน้าผ้ากรองที่นำเค็กกรองออกไปแล้วด้วยฟองน้ำสะอาดที่หมาดน้ำในทิศทางเดียวกัน 3 ครั้ง จากนั้นนำผ้ากรองที่ได้ไปหาค่าอัตราเร็วการกรองน้ำบริสุทธิ์ที่ความดันการกรองคงที่ เพื่อหาค่าความต้านทานของผ้ากรองที่ผ่านการใช้งานแล้ว เพื่อศึกษาผลของการอุดตันอันเนื่องมาจากอนุภาคของของแข็งในเหล้าสาโทที่มีผลต่อผ้ากรอง

3.7 การกดอัดไล่น้ำจากสาเหล้าสาโท

น้ำจากสาเหล้าที่ได้จากข้อ 3.5 ที่ทราบน้ำหนักแน่นชัด (ประมาณ 78 กรัม) บรรจุในระบบอกลูบของเครื่องกดอัดไล่น้ำ (compression permeability cell) ดังภาพที่ 3.2 จากนั้นนำลูกสูบใส่ลงในระบบอกลูบ กดระบบอกลูบให้สวมเข้าไปในลูกสูบด้วยแรงมือจนรู้สึกว่ปลายลูกสูบได้สัมผัสกับกากสาเหล้าที่บรรจุอยู่ในระบบอกลูบ จากนั้นนำแผ่นปูนที่มีน้ำหนัก 9.8 กิโลกรัม วางลงบนลูกสูบ จนกระทั่งไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลงระยะการจมตัวเพื่อทำให้กากสาเหล้าสาโทบรรจุแน่นอยู่ภายในระบบอกลูบโดยไม่มีอากาศและได้สภาพของกากสาเหล้าก่อนการทดลองที่เหมือนกันทุกการทดลอง จากนั้นวาง compression permeability cell เข้ากับระบบอกลูบ pneumatic ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดของตัวลูกสูบที่มากกว่าให้แรงกดอัดด้วย compressed air ที่สามารถปรับความดันได้จาก air compressor ลูกสูบของ compression permeability cell จะบีบกากเหล้าสาโทให้น้ำเหล้าสาโทออกมา วัดระยะจมตัวของลูกสูบของ compression permeability cell ด้วย dial gauge จนกระทั่งการจมตัวของลูกสูบเข้าสู่สภาวะคงตัวจึงหยุดการทดลอง จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักเค็กกรองหลังการกดอัดไล่น้ำแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชั่วโมงจนน้ำหนักคงตัว ชั่งน้ำหนักหาค่าน้ำหนักของแข็งแห้งในเค็ก นำข้อมูลการจมตัวที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาค่า consolidation ratio (U_c) เพื่อใช้คำนวณหาค่า modified consolidation coefficient (C_c) ต่อไป

ปัจจัยที่แปร ได้แก่

- ความดัน 3 ระดับ ได้แก่ 1.0, 1.4 และ 2.1 เมกะปาสคาล
- ชนิดของผ้ากรอง 3 ชนิด เช่นเดียวกับการกรองเหล้าสาโทดังตารางที่ 3.1
- ชนิดของสารช่วยกรอง 2 ชนิด (ชนิดละ 3 ระดับความเข้มข้น) ได้แก่ celite และ activated carbon โดยเติมในลักษณะ body feed เช่นเดียวกับการทดลองการกรองน้ำเหล้าสาโท