

## การออกแบบโปรตีนสกินเมอร์

สุทธิชัย ฤทธิธรรม  
มิถุนายน ๒๕๕๔

รูปแบบทางทฤษฎีของโปรตีนสกินเมอร์ คือ ท่อว่างเปล่าเส้นหนึ่ง วางในแนวตั้ง มีน้ำไหลเข้าจากด้านบน ไหลออกทางด้านล่าง และมีฟองอากาศขนาดจิ๋วจำนวนมาก ที่พยายามลอยสวนกระแส น้ำขึ้น ไป (Counter current) ด้วยแรงยกตัวของฟองอากาศเท่านั้นเอง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร ได้พัฒนาแบบของโปรตีนสกินเมอร์ให้มีประสิทธิภาพสูง ราคาถูกกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศมาก เพื่อให้เกษตรกรสามารถสร้างขึ้นเองได้โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ทั่วไป หลักการที่สำคัญ คือ ๑. การจำกัดพื้นที่ของถังปฏิริยาให้เกิดสภาวะ Counter current ที่เน้นกระชับขึ้น ๒. การสร้างฟองอากาศขนาดจิ๋วด้วยวิธีการที่ประหยัดพลังงาน ๓. การเพิ่มระยะเวลาหน่วงให้ฟองอากาศอยู่ในน้ำได้นานขึ้น โดยการบังคับน้ำให้หมุนวนในท่อสองชั้น

ออกแบบให้สามารถแยกชิ้นส่วนที่จะต้องสร้างออกเป็น ๓ ชั้น ประกอบด้วย ๑) ฝารูปรวยพร้อมถังรวบรวมฟอง ๒) ตัวถังชั้นนอก และ ๓) ถังปฏิริยาชั้นใน (รูปที่ ๑) เพื่อความสะดวกในการขนย้าย การประกอบเข้าด้วยกัน และการถอดออกล้างทำความสะอาด

### วัสดุอุปกรณ์

#### วัสดุหลักที่ใช้

๑. ท่อ PVC ขนาด ๑๒ นิ้ว ชั้นความหนา ๕.๕
๒. ท่อ PVC ขนาด ๘ นิ้ว ชั้นความหนา ๕.๕
๓. ท่อ PVC ขนาด ๓ นิ้ว ชั้นความหนา ๘.๕
๔. ท่อ PVC ขนาด ๑ ½ นิ้ว ๑ นิ้ว ¾ นิ้ว และ ½ นิ้ว ชั้นความหนา ๑๓.๕
๕. บอลล์วาล์ว PVC ขนาด ๓ นิ้ว และ ¾ นิ้ว
๖. ข้อต่อตรงเกลียวใน ขนาด ๔ นิ้ว พร้อม ฝาปิดเกลียว

๗. แผ่น PVC ขนาดความหนา ¼ นิ้ว
๘. ข้อต่อ ข้องอ PVC ตามขนาดท่อที่ใช้

#### เครื่องมือหลักที่ใช้

๑. เครื่องเชื่อม PVC พร้อมลวดเชื่อม
๒. เลื่อยไฟฟ้า
๓. เครื่องเป่าลมร้อน
๔. สว่าน
๕. เครื่องเจียรขนาดเล็ก พร้อมใบขัด หัวเจียร

วัสดุอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น กระจกทราย กาวอีพ็อกซีชนิดปั้นด้วยมือ (Putty epoxy) กาวซิลิโคนชนิดใส กาวเชื่อมท่อ PVC และถังน้ำดื่มชนิดใส (PET) ขนาด ๒๐ ลิตร เป็นต้น



รูปที่ ๑ ฝารูปรวยพร้อมถังรวบรวมฟอง ตัวถังชั้นนอก และถังปฏิริยาชั้นใน

## ขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วน

### การสร้างฝารูปกรวยพร้อมถังรวบรวมฟอง

๑. ตัดท่อ PVC ขนาด ๑๒ นิ้ว ความยาว ๑๑ นิ้ว แล้วนำมาผ่าให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านบนกว้าง  $\frac{3}{4}$  นิ้ว ด้านล่างกว้าง ๔  $\frac{1}{2}$  นิ้ว จำนวน ๙ ชิ้น แล้วเจียรขัดแต่งให้สวยงาม นำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปกรวย เชื่อมให้ติดกันด้วยลวดเชื่อม PVC (รูปที่ ๒)

ทั้งนี้ ควรสร้างโครงเป็นแบบค้ำยันชิ้นส่วนช่วยในการประกอบด้วย เพื่อช่วยให้ได้รูปทรงที่สวยงาม



รูปที่ ๒ ค้ำยันช่วยในการประกอบชิ้นส่วน



รูปที่ ๓ ชิ้นส่วนที่เชื่อมต่อแล้ว

๒. ขัดแต่งชิ้นส่วนจากขั้นตอนแรก ด้านบนและด้านล่าง

ให้ได้เป็นระนาบที่เสมอกัน ไม่เอียง แล้วเชื่อมต่อด้านบนด้วยท่อต่อตรง ๒ นิ้ว ส่วนด้านล่างทำเป็นลิ้นสำหรับประกอบเข้ากับตัวถังชั้นนอก โดยสร้างด้วยชิ้นส่วนของท่อ PVC ขนาด ๑๒ นิ้ว ตัดให้กว้างประมาณ ๑ นิ้ว แล้วตัดปีบให้เล็กลง เพื่อให้พอดีกับวงรอบด้านในของตัวถังชั้นนอก (รูปที่ ๓)

๓. นำถังน้ำดื่มชนิดใสมาเจาะรูที่ด้านล่างให้สามารถสวมเข้าพอดีกับข้อต่อตรง ๒ นิ้ว เจาะรูขนาดใหญ่ที่ด้านบนเพื่อใส่ฝาปิดเกลียว สำหรับการเปิดล้างทำความสะอาด และเจาะรูเพื่อต่อท่อระบายน้ำทิ้งที่กั้นถึงด้านข้าง เชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วนำมาต่อเข้ากับชิ้นส่วนฝารูปกรวยที่ได้จากขั้นตอนที่สอง ควรใช้ท่อขนาด ๔ นิ้ว เสริมรอยต่อระหว่าง



รูปที่ ๔ การเสริมความแข็งแรงของถัง

ถังรวบรวมฟองและฝารูปกรวย เพื่อป้องกันการโยกคลอน (รูปที่ ๔)

ด้านในของรอยเชื่อมทั้งหมดจะปรากฏเป็นร่องลึก ให้ใช้ Putty epoxy อุดให้เรียบ ซึ่งนอกจากจะเป็นการอุดรอยรั่วขนาดเล็ก (ตามด) จากความผิดพลาดในการเชื่อมแล้ว ยังเป็นการเสริมความแข็งแรงให้กับชิ้นส่วนได้อย่างมาก

### การสร้างตัวถังชั้นนอก

๑. ตัดท่อ PVC ขนาด ๑๒ นิ้ว ความยาว ๕๐ นิ้ว นำมาเจาะช่องทางน้ำและเชื่อมต่ออุปกรณ์

๑.๑ ตำแหน่งของการเจาะทางน้ำเข้าให้อยู่ด้านบน ต่ำกว่าปากท่อ ๒ นิ้ว ขนาดท่อน้ำเข้าใช้ข้อต่อ ๙๐° ขนาด ๑.๕ นิ้ว ส่วนทางน้ำออกอยู่ด้านล่าง สูงขึ้นมา ๒ นิ้ว ใช้ข้อต่อ ๙๐° ขนาด ๓ นิ้ว ตำแหน่งที่เจาะควรอยู่ตรงข้ามกัน เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและเพื่อความสวยงาม ความยาวส่วนเกินของข้อต่อที่ยื่นเข้าไปในตัวถัง ควรตัดออกให้เรียบเสมอกับตัวถังด้านใน (รูปที่ ๕ - ๖)



รูปที่ ๕ การอุดร่องด้วยกาวอีพ็อกซี



รูปที่ ๕ - ๖ แสดงตำแหน่งเจาะ ท่อน้ำเข้า ท่อน้ำออก และช่อง manhole

๑.๒ เจาะท่อดูดน้ำออกจากตัวถังของโปรตีนสกินเมอร์ทางข้างล่าง ด้านหลังของตัวถัง สูงขึ้นมาเท่ากับระดับความสูงของเครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก ที่ทำหน้าที่ปั๊มฟองอากาศให้เล็กละเอียดผสมกับมวลน้ำที่ โดยปกติจะสูงประมาณ ๔ นิ้ว ออกแบบเป็นข้อต่อยูเนียน ขนาด ๑ นิ้ว เพื่อให้สามารถถอดประกอบได้สะดวก ในกรณีที่เครื่องสูบน้ำขัดข้องสามารถถอดเปลี่ยนได้

ที่ข้างบนด้านหลังเช่นเดียวกัน มีท่อฉีดน้ำผสมฟองละเอียดแล้ว กลับเข้าไปในตัวถัง ซึ่งจะอยู่ในระดับเดียวกันกับท่อน้ำเข้า ใช้ข้อต่อตรง ขนาด ๑ นิ้ว

๑.๓ ทางทิ้งน้ำ (Drain) จากตัวถังอยู่ด้านล่าง ใช้บอลล์วาล์ว ขนาด ๑ นิ้ว เจาะในตำแหน่งที่ไม่เกาะกะ ตามความเหมาะสม

๑.๔ ด้านล่างข้างหน้า เจาะช่องเปิด (Manhole) เพื่อทำความสะอาดและถอดประกอบท่อของเครื่องสูบน้ำที่ทำหน้าที่ปั๊มฟองอากาศ ใช้เป็นข้อต่อตรงเกลียวในพร้อมฝาปิดเกลียว ขนาดไม่ต่ำกว่า ๔ นิ้ว เพื่อให้ใหญ่พอที่มือจะสามารถสอดเข้าไปทำงานภายในได้สะดวก ตำแหน่งที่เจาะสูงขึ้นจากด้านล่าง ๓ - ๔ นิ้ว ความยาวส่วนเกินของข้อต่อที่ยื่นเข้าไปในตัวถัง ต้องตัดออกให้เรียบเสมอกับตัวถังด้านใน



รูปที่ ๗ แผ่นปิดฐานตัวถังชั้นแรก และของบังคับถังปฏิกิริยา

## ๒. สร้างแผ่นปิดฐานตัวถังชั้นแรก

๒.๑ ใช้แผ่น PVC ตัดให้เป็นแผ่นกลมพอดีกับวงรอบผนังด้านในของท่อ ๑๒ นิ้ว

ด้านบนของแผ่น ทำช่องบังคับถังปฏิกิริยาชั้นใน ใช้ท่อ PVC ขนาด ๘ นิ้ว กว้าง ๑/๒ นิ้ว นำมาขยายออกให้กว้างพอดีสำหรับสวมท่อ ๘ นิ้ว เชื่อมติดเข้าด้วยกันด้วยลวดเชื่อมแล้วเสริมความแข็งแรงด้วยกาวอีพ็อกซี่ (รูปที่ ๗)

๒.๒ นำแผ่นที่ได้จากขั้นตอนแรก ไปเชื่อมติดกับด้านล่างของตัวถังตัวถัง โดยต้องหนุนด้านล่างของแผ่นปิดฐานตัวถังด้วยแผ่น PVC ให้พอดีกับบ่าที่รองรับความกว้างของลวดเชื่อม เพื่อให้การ



ถายน้ำหนักทั้งหมดของน้ำในถังลงสู่พื้นเสมอกันทั่วทั้งแผ่น ไม่ให้รอยเชื่อมแตกร้าว (รูปที่ ๘) อุดรอยเชื่อมทั้งหมดด้วย Putty epoxy

## ๓. สร้างถังหล่อเย็นเครื่องสูบน้ำ

๓.๑ ตัดท่อ PVC ขนาด ๑๒ นิ้ว ความยาว ๑๐ นิ้ว แล้วผ่าตามยาวให้ขาดจากกัน

รูปที่ ๘ การหนุนแผ่นปิดฐานตัวถังชั้นแรก



รูปที่ ๙ ลักษณะถัง  
หล่อเย็นเครื่องสูบน้ำ

๓.๒ ใช้เครื่องเป่าลมร้อน เป่าตามแนวห่างจากแนวผ่า  
ห่างออกไปทั้ง ๒ ข้างๆ ละ ๖ นิ้ว เมื่อเนื้อท่อ PVC ร้อนจนนิ่ม ดัดท่อตาม  
แนวผ่าออกให้กว้าง ๘ นิ้ว ใช้ผ้าชุบน้ำเย็นลูบแนวที่เป่าความร้อนให้เนื้อ  
PVC เย็นลง เพื่อคงรูปถังไว้ตามแบบ (รูปที่ ๙)

๓.๓ เจาะรูระบายน้ำ และรูทิ้งน้ำล้น ขนาด 1/4 นิ้ว  
แล้วนำไปเชื่อมประกอบเข้ากับด้านหลังของตัวถังชั้นนอก

๔. ต่อก่อน้ำออกขึ้นมาให้สูง  
กว่าความสูงของตัวถังชั้นนอก ๒ นิ้ว ใส่  
บอลล์วาล์ว ขนาด ๓ นิ้ว ประมาณกึ่งกลาง  
ท่อ หรือระดับที่มีมือจับถนัด ยึดท่อไม่ให้โยก  
คลอนด้วยแผ่น PVC



ต่อก่อน้ำจากตัวถัง ใช้

บอลล์วาล์ว ขนาด 3/4 นิ้ว หนุนเสริมให้แน่น เพื่อป้องกันการกระแทกกระแทก  
ที่จะทำให้ท่อแตกหักเสียหาย

๔.๑ ปิดฐานด้านล่างทั้งหมดด้วยแผ่น PVC แผ่นเดียว ตัด  
ให้ครอบคลุมทั้งตัวถังหลักที่เป็นท่อ PVC ขนาด ๑๒ นิ้ว และส่วนถังหล่อเย็น  
ของเครื่องสูบน้ำ (รูปที่ ๑๐) อุดรอยเชื่อมทั้งหมดด้วย Putty epoxy

#### การสร้างถังปฏิบัติการชั้นใน

๑. ตัดท่อ PVC ขนาด ๘ นิ้ว ความยาวประมาณ ๔๗ นิ้ว  
นำมาเจาะช่องทางน้ำและเชื่อมต่ออุปกรณ์

๑.๑ ด้านบนใส่ครีบบังคับน้ำ ที่ระดับต่ำจากปากด้านบน  
๔ นิ้ว ครีบบังคับน้ำ ๔๕° กับแนวตั้ง ความยาวของครีบบังคับน้ำต่ำกว่า ๔ นิ้ว ส่วน  
ความกว้างของแผงครีบบังคับน้ำให้พอดีสวมลงไปในตัวถังชั้นนอกได้ ครีบบังคับน้ำทำ

ด้วยแผ่น PVC หรือพลาสติกแข็ง ตัดให้โค้งตามรูป  
ท่อ เจาะรูใส่เดือยเพื่อยึดติดกับท่อ

ปากด้านบนของถังปฏิบัติการ

ควรมีระดับสูงกว่าทางน้ำเข้าเล็กน้อย ให้บากร่องใน  
ตำแหน่งที่ตรงกับท่อน้ำเข้า (เมื่อประกอบเข้าด้วยกัน  
กับตัวถังชั้นนอก) ท่อน้ำเข้าจะช่วยยึดโยงถังปฏิบัติการ  
ไว้ให้แน่น

๑.๒ ด้านล่างเจาะช่องทางน้ำ ๓  
ช่อง ให้ตรงกับทางน้ำออก ช่องเปิดเพื่อทำความ  
สะอาด และท่อคูดน้ำของเครื่องสูบน้ำที่ทำหน้าที่ป็น  
ฟองละเอียด

๒. ทำแผ่นปิดด้านล่างของถัง

ปฏิบัติการด้วยแผ่น PVC ตัดให้กลมพอดีกับผนังด้าน

ในของท่อ ๘ นิ้ว ตรงกลางเจาะรูกลม ขนาด ๑ 1/4 นิ้ว ให้ท่อคูดน้ำของปั้มน้ำสอดเข้าไปได้ นำชิ้นส่วนแผ่น  
ปิดไปเชื่อมติดไว้ด้านในท่อจากชั้นตอนแรก ที่ระดับเสมอกับช่องทางน้ำด้านล่างช่องที่สูงที่สุด



รูปที่ ๑๑ - ๑๒  
ครีบบังคับน้ำ  
ช่องทางน้ำ และ  
แผ่นปิดด้านล่าง

รูปที่ ๑๐ ลักษณะ  
ตัวถังชั้นนอกที่  
ประกอบชิ้นส่วน  
เรียบร้อยแล้ว

## การประกอบ

โปรตีนสกินเมอร์ ที่พัฒนาขึ้นโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรศาสตร์ ที่ใช้ท่อ PVC ขนาด ๑๒ นิ้ว สามารถขนส่ง เคลื่อนย้าย ประกอบ ติดตั้ง และถอด ทำความสะอาดได้โดยแรงงานของเจ้าหน้าที่เพียงคนเดียว ขั้นตอน ในการประกอบมีดังนี้

๑. ประกอบถังปฏิกิริยาเข้ากับตัวถังชั้นนอก ให้ตรง ซองบังคับที่ฐานด้านล่าง ต่อท่อทางน้ำเข้าด้านในด้วยข้อต่อ ขนาด ๑ ๑/๒ นิ้ว เพื่อให้กระแสน้ำเข้าเป่าฟองอากาศลงไปในถังปฏิกิริยา

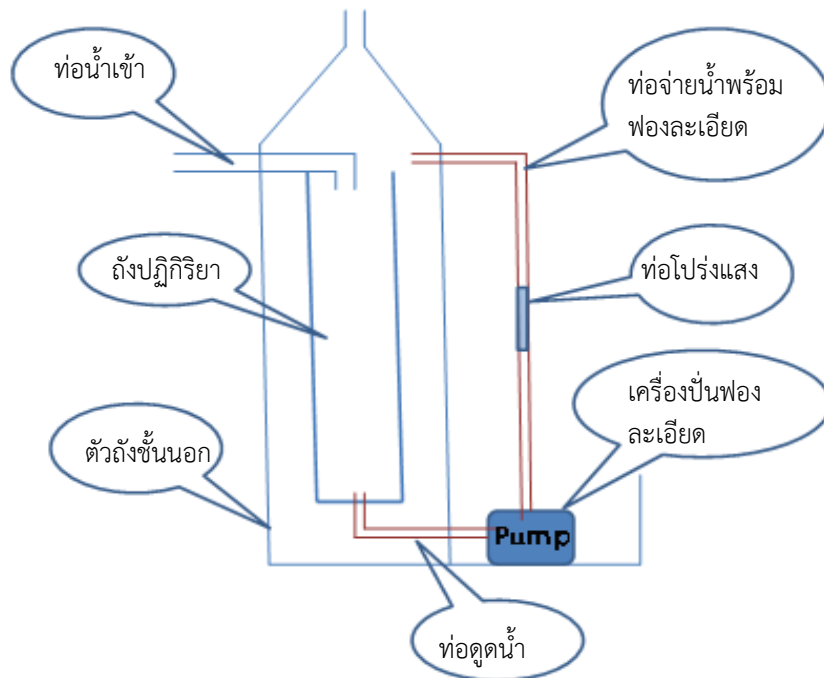
๒. ประกอบเครื่องสูบน้ำที่ทำหน้าที่ปั่นฟองอากาศ ให้ละเอียด สอดท่อดูดน้ำของเครื่องสูบน้ำผ่านข้อต่อยูเนียน แล้วต่อ ข้อต่อ ๙๐° ขึ้นไปดูดน้ำพร้อมฟองอากาศจากในถังปฏิกิริยา ผ่านรูที่ เจาะไว้ที่ฝาปิดด้านล่าง ชั้นข้อต่อยูเนียนให้แน่น

ปิดฝาปิดเกลียวของช่อง Manhole โดยใช้กาวซิลิโคน ชนิดใสช่วยประสาน เมื่อใช้งานให้เติมน้ำในถังหล่อเย็นให้เต็ม

ทางน้ำออกจากเครื่องสูบน้ำต่อตรงขึ้นไปด้านบน เพื่อ ฉีดน้ำพร้อมฟองอากาศกลับเข้าไปในตัวถังผ่านช่องทางน้ำที่เจาะไว้ แล้ว ควรใส่ท่อแบบโปร่งแสงไว้สักช่วงหนึ่ง เพื่อให้สามารถมองเห็นปริมาณและขนาดความละเอียดของ ฟองอากาศได้ (รูปที่ ๑๔)



รูปที่ ๑๓ ลักษณะตัวถังและ ท่อทางน้ำเข้า ที่ประกอบถัง ปฏิกิริยาเรียบร้อยแล้ว



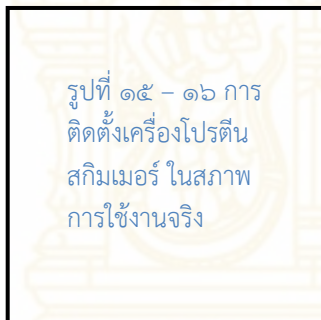
รูปที่ ๑๔ ลักษณะประกอบเครื่องสูบน้ำที่ทำหน้าที่ปั่นฟองอากาศให้ละเอียด

๓. ประกอบฝารูปกรวยพร้อมถังรวบรวมฟอง ที่ด้านบนของตัวถังชั้นนอกโดยใช้กาวซิลิโคนชนิดใสช่วยประสาน

### การติดตั้ง

โปรตีนสกินเมอร์ขนาดท่อ ๑๒ นิ้ว ที่สร้างขึ้นมาแล้วนี้ รองรับอัตราการไหลผ่านของน้ำได้ถึง ๑๕ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยต้องให้มีการเติมอากาศเล็กน้อยเข้ามาตามกระแสน้ำเข้าด้วย เพื่อส่งฟองอากาศเข้าสู่ถึงปฏิกิริยาชั้นใน และเข้าเครื่องสูบน้ำที่ทำหน้าที่ช่วยปั่นฟองละเอียด การออกแบบให้มีบอลล์วาล์ว ขนาด ๓ นิ้ว ทำหน้าที่ปรับปริมาณการไหลออกของน้ำให้สอดคล้องกับขนาดของเครื่องสูบน้ำ ทำให้สามารถใช้ประกอบกับเครื่องสูบน้ำที่มีอัตราการไหลตั้งแต่ ๔ - ๑๕ ลูกบาศก์เมตร ต่อ ชั่วโมง ตามความเหมาะสมของการใช้งาน

ทางน้ำออกจากเครื่องโปรตีนสกินเมอร์เป็นแบบน้ำล้น ควรใช้ข้อต่อสามทาง ขนาด ๓ นิ้ว ที่ด้านบนของทางน้ำออก เพื่อระบายฟองอากาศส่วนเกิน แล้วจึงต่อไปลงยังบ่อที่ต้องการ ข้อต่อสามทางยังช่วยป้องกันสภาวะกาลักน้ำ (Siphon) กรณีที่ต่อท่อน้ำออกลงต่ำ หรือการใช้งานกับเครื่องสูบน้ำที่อัตราการไหลไม่มากนัก



### ประโยชน์ใช้สอย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาครใช้โปรตีนสกินเมอร์ ขนาด ๑๒ นิ้ว ประกอบกับเครื่องสูบน้ำที่มีอัตราการไหลเข้าของน้ำ ประมาณ ๑๕ ลูกบาศก์เมตร ต่อ ชั่วโมง ในการฟื้นฟูคุณภาพน้ำดิบร่วมกับคลอรีน เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ส่วนเกิน โดยปกติใช้กับบ่อฆ่าเชื้อน้ำทะเลขนาด ๕๐ ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ ๑๕) (หากใช้กับน้ำทะเลที่มีคุณภาพดีพอสมควรแล้ว อาจสามารถใช้กับบ่อฆ่าเชื้อขนาดใหญ่ได้) หรือใช้ช่วยรักษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำแบบกึ่งปิด ร่วมกับระบบกรองชีวภาพ ขนาด ๑๕๐ ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ ๑๖)