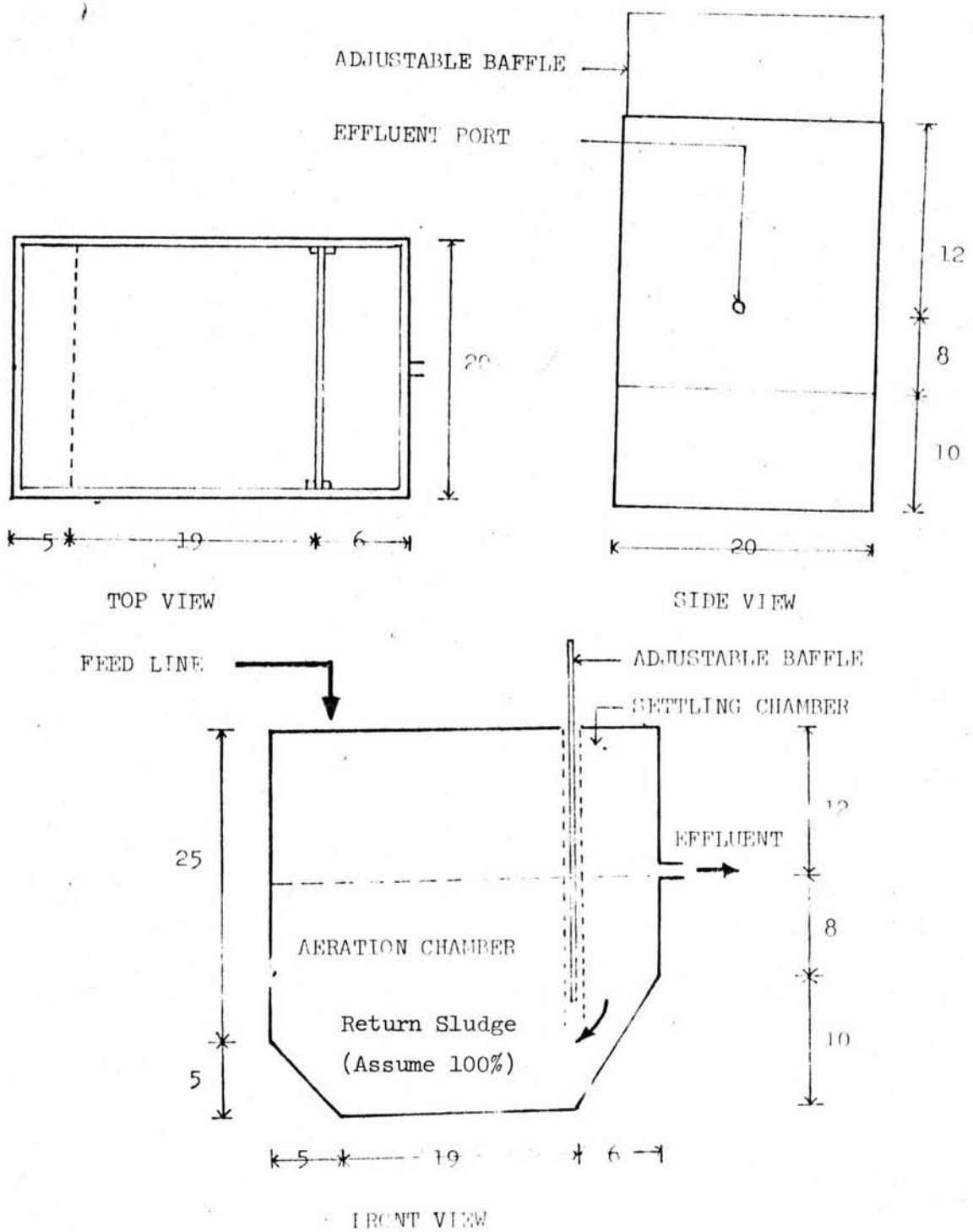
หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ ๔

การทดลอง (Experimental Investigation)

๔.๑ เครื่องมือในการทดลอง

การทดลองนี้สร้าง Labscale Model ของระบบ Activated Sludge (ดูรูปที่ ๔.๑) เครื่องมือสำหรับการทดลองประกอบด้วย ๒ ส่วน คือ ส่วนที่สำหรับเติมอากาศ (Aeration tank) ปริมาตร ๑๐ ลิตร และส่วนที่ให้ sludge ตกตะกอนปริมาตร ๒.๗ ลิตร โดยสมมุติให้มีตะกอนหมุนเวียน (return sludge) ๑๐๐ เปอร์เซนต์ และใช้เครื่องอัดอากาศ (Blower) ต่อด้วยหินเป่าอากาศชนิดใช้ในอ่างเลี้ยงปลาจำนวน ๑๐ อัน ซึ่งสามารถให้ปริมาตรอากาศที่อัดลงไปมากเกินกว่าที่จุลินทรีย์จะใช้ ทั้งนี้จะควบคุมได้โดยการตรวจหา D.O. ในถังเติมอากาศทุกวัน ไม่ให้ต่ำกว่า ๐.๕ มก. O_2/๑ ลิตร ตลอดเวลาน้ำเสียจะถูกนำเข้าสู่ถังเติมอากาศโดยใช้ถังพลาสติคขนาดความจุ ๑๕ ลิตร เจาะรูที่ก้นถังต่อด้วยท่อพลาสติคชนิดแข็งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒ มิลลิเมตร แล้วใช้ท่อยางชนิดอ่อนต่ออีกครั้งหนึ่ง จากท่อยางชนิดอ่อนนี้ต่อกับท่อพลาสติคในชุดเครื่องมือให้น้ำเกลือสำหรับคนไข้ ซึ่งมีกระเปาะสำหรับสังเกตการหยดของน้ำเสีย สายยางให้น้ำเกลือต่อจากกระเปาะลงมาเป็นพลาสติคมีที่ปรับ เพื่อปรับให้น้ำเสียไหลเร็วหรือช้าได้ตามความต้องการ การเติมน้ำเสียใช้แบบ Gravity flow จากการยกระดับขึ้นจากระดับบนถังเติมอากาศประมาณ ๓๐ เซนติเมตร และถังเติมคลอรีนสำหรับการทดลองความเป็นพิษแบบสะสมก็ใช้การเติมแบบ Gravity flow แบบเดียวกันนี้



รูปที่ ๔.๑ รูปจำลองระบบกำจัดแบบ Activated Sludge
โดยใช้มาตราส่วนเป็นเซนติเมตร

๔.๒ น้ำเสียสังเคราะห์ (Synthetci Waste)

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นน้ำเสียแบบสังเคราะห์ขึ้นเอง โดยใช้น้ำตาลทรายขาวหนัก ๑ กรัมต่อน้ำ ๑ ลิตร ซึ่งจะได้ ซีโอดี มีค่าประมาณ ๑๐๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร และประกอบด้วยสารไนโตรเจน ซึ่งได้จากยูเรีย (Urea 46% Nitrogen) สารฟอสฟอรัส ซึ่งได้จากโปรแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4 23% Phosphate) เพื่อให้การกำจัดน้ำเสียได้ผลสมบูรณ์ จึงเติมปริมาณอาหารเสริม (Nutrient) คิดเทียบดังนี้ COD:N:P เท่ากับ ๑๐๐:๕:๑ ตลอดการทดลอง

น้ำเสียสังเคราะห์สำหรับเลี้ยงแบคทีเรียประกอบด้วยสารต่อไปนี้

Carbohydrate (sucrose)	1000	mg/l
$FeCl_3.6\ H_2O$	0.5	mg/l
$CaCl_2.2\ H_2O$	7.5	mg/l
K_2HPO_4	40	mg/l
Urea	270	mg/l

๔.๓ สารคลอรีนที่ใช้เติมในการทดลอง

สารคลอรีนที่ใช้เติมในการทดลองคือ chlorinated lime ($CaOCl_2$) (Bleaching Powder) ที่มี 60% w/w of available chlorine ขององค์การเภสัชกรรม และการเติมปริมาณคลอรีนคิดเป็นความเข้มข้นของ available chlorine เป็นมิลลิกรัมต่อปริมาตรของถังเติมอากาศเป็นลิตรและตลอดการทดลองอุณหภูมิในการทดลองประมาณ ๒๙° ซ.

๔.๔ ขั้นตอนในการทดลอง

๔.๔.๑ เป็นตัวอย่างผงซักที่มีขายอยู่ในท้องตลาดทั่ว ๆ ไป จำนวน ๖ ตัวอย่าง เพื่อนำมาตรวจหาเปอร์เซนต์คลอรีนโดยน้ำหนักในผงซักแต่ละชนิด

๔.๔.๒ หาปริมาณของผงขัดที่ใช้สำหรับขัดห้องน้ำในครั้งหนึ่ง ๆ โดยใช้ผงขัด ๖ ตัวอย่าง ชั่งน้ำหนักไว้ก่อนแล้วจ่ายให้คนงานไปใช้ทำความสะอาดห้องน้ำในสถานที่ราชการ คือ กองสาธารณสุขภูมิภาคและกองอนามัยสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข จากนั้นจึงนำมาหาน้ำหนักที่เหลือเพื่อตรวจดูว่าการขัดห้องน้ำแต่ละครั้งใช้ผงขัดไปปริมาณเท่าไร

๔.๔.๓ การทดลองความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน (Acute Toxicity) ใช้ระบบ Activated Sludge ดังกล่าวข้างต้นเลี้ยงตะกอนจากน้ำทิ้งจากส้วมโดยเอาส่วนที่ใสซึ่งมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมากมาประมาณ๕ ลิตร และเติมน้ำกลั่นให้ครบ ๑๐ ลิตร ใช้เครื่องเป่าอากาศเติมออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์อย่างเพียงพอ และเติมน้ำเสียสังเคราะห์ ซึ่งเป็นอาหารให้จุลินทรีย์ในระบบ ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร/ลิตร แล้วเป่าอากาศวันละ ๒๓ ชั่วโมง และหยุด ๑ ชั่วโมง พร้อมกันนั้นก็ปรับ pH ให้อยู่ระหว่าง ๗ - ๗.๔ โดยใช้ K_2HPO_4 หรือ KH_2PO_4 ให้อาหารและอากาศทุกวันดังกล่าวข้างต้นจนกระทั่ง MLSS ในส่วนเติมอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง ๒๐๐๐ - ๓๐๐๐ มิลลิกรัม/ลิตร จึงเริ่มทำให้จุลินทรีย์เคยชินกับน้ำทิ้ง (Acclimatization) โดยหยุดเป่าอากาศปล่อยให้สลัดจ์ตกตะกอนดูดส่วนที่ใส (supernatant) ออก ๑๐ เปอร์เซนต์ ของปริมาณของเหลวทั้งหมด แล้วเติมตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ไปให้มีปริมาตรของเหลวเท่าเดิม วันต่อไปนำส่วนที่ใส (supernatant) ออกเพิ่มขึ้นอีกเป็น ๒๐ เปอร์เซนต์ แล้วเติมตัวอย่างน้ำทิ้งให้มีปริมาตรของของเหลวเท่าเดิมทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนครบ ๑๐๐ เปอร์เซนต์ แล้วทำการเติมตัวอย่างน้ำทิ้งเข้าสู่ถังเติมอากาศตลอดเวลา (continuous feed) โดยใช้ถังเติมน้ำเสียแบบ gravity flow ดังกล่าวข้างต้น หลังจากนั้นเริ่มทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งก่อนเข้าสู่ถังเติมอากาศ (Influent) และตัวอย่างน้ำทิ้งหลังจากผ่านระบบกำจัดแล้ว (Effluent) พร้อมทั้งหาค่า ซีโอดี บีโอดี Total-Nitrogen, $PO_4^{=}$ และหาค่า MLSS เพื่อทราบประสิทธิภาพของการกำจัดและเมื่อระบบนี้อยู่ในสภาวะคงที่ (steady state) แล้วจึงเติมคลอรีนความเข้มข้นปริมาณต่าง ๆ กัน โดยชั่ง calcium chlorohypochlorite ($CaOCl_2$) มาตามต้องการละลายน้ำประมาณ ๑๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมลงในถังเติมอากาศทันที แล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งหลังจากการกำจัด (Effluent) เป็นระยะ ๆ ๐, ๕, ๑๐, ๒๐, ๒๕, ๓๐, ๙๐, ๑๒๐

๑๘๐, ๑๖๐, ๑๔๔๐ นาที แล้วทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบกำจัดและจำนวนแบค...เรีย ที่ยังคงเหลืออยู่ โดยการวิเคราะห์หา COD BOD suspende solid total-nitrogen, Phosphate และ MPN (most probable number) และ Total Plate Counts ตามลำดับ

การทดลองความเป็นพิษอย่างเฉียบพลัน (Acute Toxicity) นี้ใช้ปริมาณ Available Chlorine ต่อปริมาตรถังเติมอากาศแต่ละครั้งดังนี้ ๕, ๒๐, ๔๐, ๘๐, ๑๐๐ ๑๒๐, ๑๖๐ และ ๒๐๐ มิลลิกรัม/ลิตร อนึ่ง เมื่อเติมคลอรีนแต่ละครั้งแล้วจะทิ้งตะกอนนั้นไปเสียและจะทำการเลี้ยงตะกอนใหม่ทุกครั้ง เพื่อป้องกันมิให้จุลินทรีย์สร้างภูมิต้านทานคลอรีนขึ้นมาได้

๔.๔.๔ การทดลองความเป็นพิษแบบสะสม (Chronic Toxicity) การทดลองนี้เริ่มเลี้ยงตะกอนเหมือนกับการทดลองความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน เมื่อเริ่มเติมน้ำเสียแบบต่อเนื่อง ควบคุมให้อัตราส่วน F/M อยู่ระหว่าง ๐.๑ - ๐.๓ ตลอดการทดลอง เมื่อการกำจัดอยู่ในสภาวะคงที่ (steady state) แล้วก็เริ่มเติมคลอรีนแบบต่อเนื่องโดยใช้ $CaOCl_2$ ละลายในน้ำกลั่น ๑๐๐๐ มิลลิลิตร แล้วให้ค่อย ๆ หยดจากถังแกลลอน ซึ่งควบคุมการไหลได้สม่ำเสมอ ทั้งนี้เริ่มตั้งแต่เติมปริมาณน้อย ๆ ก่อน เมื่อเติมคลอรีนเข้มข้นหนึ่ง ๆ แล้ว จะทำให้การกำจัดอยู่ในสภาพคงที่ก่อนจึงเพิ่มความเข้มข้นของคลอรีนต่อไป ปกติจะใช้เวลานานประมาณ ๔ - ๗ วัน จึงจะอยู่ในสภาวะคงที่ ความเข้มข้นของคลอรีนในถังเติมอากาศที่เติมเริ่มจาก ๑๐, ๒๐, ๓๐, ๔๐ ๕๐, ๖๐, ๗๐, ๘๐, ๙๐ และ ๑๐๐ มิลลิกรัม/ลิตร และการเติมคลอรีนนี้จะเติมแบบต่อเนื่อง

การวัดหาประสิทธิภาพของระบบให้ใช้การวิเคราะห์หา COD BOD suspended solid, total-nitrogen, Phosphate MPN และ Total Plate Counts ดังเช่นในข้อ ๔.๔.๓