หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ประวัติความเป็นมาและทฤษฎี

3.1 ประวัติความเป็นมา

ระบบเอสบีอาร์ (Semi Batch Reactor) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีววิทยาที่ใช้ออกซิเจน มีลักษณะการทำงานแบบกึ่งเท โดยถังปฏิกิริยาที่ใช้จะทำหน้าที่หลายประการในถังใบเดียวกัน เริ่มตั้งแต่ รับน้ำเสีย, เติมอากาศ, ปล่อยให้ตกตะกอน, ระบายน้ำใส และเวลาพัก (อาจมีหรือไม่ก็ได้) จะเห็นได้ว่าระบบแบบทีละเท (Batch) ก็มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกับระบบเอสบีอาร์ ส่วนที่แตกต่างกันได้แก่ช่วงเวลาในการบำบัดน้ำเสียซึ่งระบบทีละเทจะใช้ช่วงเวลาบำบัดน้ำเสียสั้นมาก (เทโครม) ส่วนระบบเอสบีอาร์จะใช้เวลาในบำบัดน้ำเสียยาวนานกว่า ซึ่งจะทำให้การทำงานของระบบเอสบีอาร์ มีความใกล้เคียงกับระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์

อันที่จริงแล้วทั้งระบบทีละเท, ระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์และระบบเอสบีอาร์ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาต่อเนื่องกันมาเพื่อให้มีความเหมาะสมกับงานแต่ละแบบ เนื่องจากระบบทีละเทมีข้อด้อยบางประการ เช่น ในกรณีที่น้ำเสียเกิดขึ้นตลอดเวลาและมีปริมาณมาก จะต้องมีบ่อพักน้ำที่มีขนาดใหญ่และถังปฏิกิริยาก็จะมีขนาดใหญ่มากด้วย ระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์ จึงถูกนำมาใช้เพื่อบำบัดข้อด้วยดังกล่าวของระบบทีละเท เพื่อให้การบำบัดน้ำเสียเป็นอย่างต่อเนื่องระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์ จึงต้องประกอบไปด้วยถังเติมอากาศและถังตกตะกอน (แยกต่างหาก) โดยมีการหมุนเวียนตะกอนจากก้นถังตกตะกอนกลับไปยังถังเติมอากาศ ระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์จะถูกควบคุมโดยกำหนดค่า F/M หรือเวลาเก็บกักตะกอน (Θ_c) ที่เหมาะสม บางครั้งจึงต้องมีการระบายตะกอนบางส่วนออกจากระบบ เพื่อรักษาความเข้มข้นของตะกอนในถังเติมอากาศให้พอเหมาะจะเห็นได้ว่า การควบคุมระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์ค่อนข้างจะมีความยุ่งยากมากพอสมควร ดังนั้นผู้ควบคุมระบบจึงจำเป็นต้องอาศัยบุคคลากรที่มีความรู้สูง มิฉะนั้นแล้วระบบดังกล่าวอาจจะประสบกับปัญหาน้ำทิ้งที่ออกนอกระบบไม่มีคุณภาพดีพอ

Irvine and Busch (5) ได้ศึกษาถึงการทำงานของระบบเอสบีอาร์ โดยระบบอาจประกอบด้วยถังปฏิกิริยาแบบถังเดี่ยว (เหมาะสำหรับน้ำเสียที่ไหลไม่ต่อเนื่อง) หรือแบบหลายถัง (เหมาะสำหรับรับน้ำเสียที่ไหลอย่างต่อเนื่อง) ถังปฏิกิริยาแต่ละใบจะมีหน้าที่ตามลำดับดังนี้.-

1. รับน้ำเสีย (Fill)

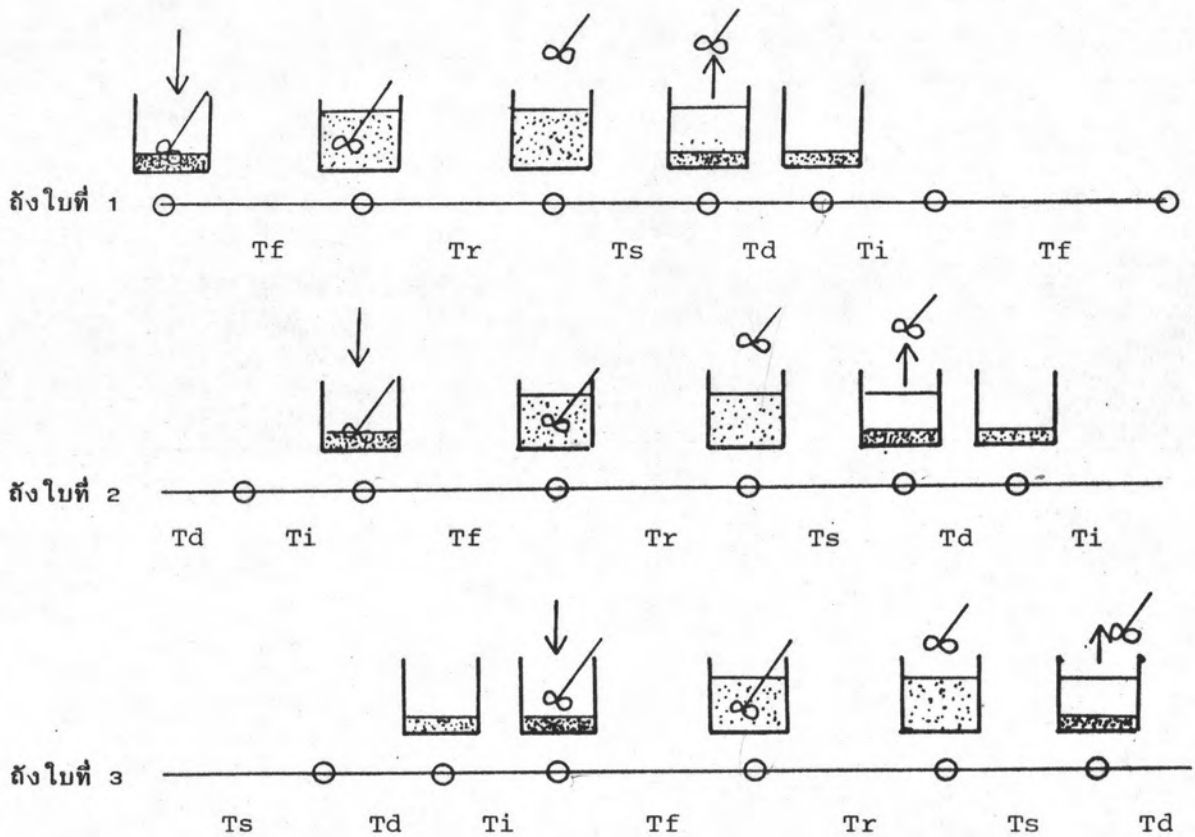
2. กำจัดน้ำเสีย (React)

3. ตกตะกอน (Settle)

4. ระบายน้ำทิ้ง (Draw)

5. ระยะพัก (Idle)

เมื่อถังปฏิกิริยาทำหน้าที่ครบ 5 ประการนี้แล้ว ถือว่าระบบเอสบีอาร์ ได้ทำงานครบ 1 วัฏจักร (Cycle) แต่ละวัฏจักรอาจจะใช้เวลา 1 วันหรือต่างจากนี้ก็ได้ทั้งนี้ขึ้นกับการไหลของน้ำเสียด้วย ในกรณีที่น้ำเสียไหลไม่ต่อเนื่อง เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท พบว่าระบบถังเดี่ยวมีความเหมาะสมสำหรับกำจัดน้ำเสียโดยควบคุมให้มีการทำงาน 1 วัฏจักรต่อวัน แต่ถ้าหากแหล่งนั้นมีน้ำเสียไหลค่อนข้างสม่ำเสมอและต่อเนื่องแล้ว พบว่า การใช้ถังปฏิกิริยา 3 ใบจะมีความเหมาะสมกว่าโดยจัดช่วงเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนให้สามารถรับน้ำเสียได้ตลอดเวลา (5)



Tf หมายถึง ช่วงรับน้ำเสีย

Tr " " ช่วงกำจัดน้ำเสีย

Ts " " ช่วงตกตะกอน

Td " " ช่วงระบายน้ำทิ้ง

Ti " " ช่วงพัก

ภาพที่ 3.1 ลักษณะการทำงานของระบบเอสบีอาร์ที่ประกอบไปด้วยถังปฏิกิริยา 3 ใบ

จากภาพที่ 3.1 ถังใบที่หนึ่งจะเริ่มรับน้ำเสียจนเต็มถัง จากนั้นก็จะเป็นช่วงกำจัดน้ำเสียซึ่งเครื่องเติมอากาศจะเริ่มทำงาน (การเติมอากาศจะเริ่มตั้งแต่เริ่มป้อนน้ำเสียก็ได้) เมื่อได้เวลาที่เห็นว่าความสกปรกในน้ำเสียถูกกำจัดจนเพียงพอแล้ว จึงหยุดเครื่องเติมอากาศ ปล่อยให้ตกตะกอนจนน้ำใสและตะกอนจุลชีพ แยกชั้นกันดีแล้วก็จะถึงช่วงเวลาระบายน้ำทิ้ง น้ำใสส่วนบนของถังจะถูกปล่อยทิ้งไปจนเหลือน้ำตะกอนเท่ากับช่วงก่อนที่จะมีการป้อนน้ำเสีย จากนั้นก็จะเข้าสู่ช่วงพัก (Ti) ซึ่งมีไว้ในกรณีที่ระบบอาจมีข้อบกพร่องต้องแก้ไข การระบายตะกอนบางส่วนออกจากระบบอาจกระทำในช่วงนี้ก็ได้ (เพื่อควบคุมเวลาเก็บกักตะกอน, Θ_c) ช่วงพักนี้มิใช่ช่วงสำคัญนัก ดังนั้นบางครั้งเราสามารถจะตัดทิ้งไปก็ได้

ถังใบที่ 2 และ 3 ก็มีขั้นตอนการทำงานเช่นเดียวกันกับถังใบที่ 1 จะมีข้อแตกต่างกันก็เพียงที่จุดเริ่มต้นของแต่ละช่วงการทำงานเท่านั้น กล่าวคือจะต้องจัดให้ถังทั้งสามใบสามารถรับน้ำเสียต่อเนื่องกันได้ตลอดเวลา โดยเมื่อถังใบที่ 1 หยุดรับน้ำเสียแล้ว ถังใบที่ 2 จะต้องสามารถรับน้ำเสียได้ทันที เช่นเดียวกับถังใบที่ 3 จะต้องพร้อมที่จะรับน้ำเสียทันทีที่ถังใบที่ 2 รับน้ำเสียจนเต็มถังแล้ว จากขั้นตอนการทำงานของระบบเอสบีอาร์ที่ประกอบด้วยถังปฏิกิริยา 3 ใบดังกล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าระบบนี้สามารถรับน้ำเสียที่ไหลอย่างต่อเนื่องไว้ เช่นเดียวกับที่ระบบแอคติเวเตดสลัดจ์สามารถทำได้

Irvine and Busch (5) ได้ทำการทดลองกำจัดน้ำเสียด้วยระบบเอสบีอาร์พบว่าระบบเอสบีอาร์สามารถกำจัดน้ำเสียได้ดี โดยสามารถลดสารประกอบคาร์บอนและสารประกอบไนโตรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพดี กระบวนการไนตริฟิเกชั่น (Nitrification) จะเกิดขึ้นในช่วงที่ ดีโอ ในถังมากกว่า 1 มก/ล. และจะเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเกชั่น (Denitrifica - tion) ในช่วงที่ดีโอในถังมีค่าต่ำกว่า 0.5 มก/ล.

การกำจัดน้ำเสียด้วยระบบบ่อกลางแจ้ง (Ponding system) มักประสบกับปัญหาที่ไม่สามารถให้น้ำทิ้งที่มีสารแขวนลอยต่ำได้เนื่องมาจากสาหร่ายที่เกิดขึ้นลอยปะปนมากับน้ำทิ้ง Irvine, Miller and Bhamrah (6) ได้ศึกษาถึงการนำระบบเอสบีอาร์มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยใช้น้ำเสียจากมหาวิทยาลัยนอร์ธแคบ สหรัฐอเมริกา ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ระบบเอสบีอาร์สามารถลดบีโอดีได้ร้อยละ 95 และน้ำทิ้งมีตะกอนแขวนลอยระหว่าง 7 ถึง 12 มก/ล.

Dennis and Irvine (7) ได้ศึกษาถึงการทำงานของระบบเอสบีอาร์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีอัตราช่วงเวลาป้อนน้ำเสียต่อช่วงเวลาการจำกัดน้ำเสีย (fill:react ratio) เท่ากับ 2:4, 4:2 และ 5:1 ตามลำดับ โดยควบคุมค่า F:M เท่ากับ 0.3, เวลาเก็บกักตะกอน 6 วัน

และใช้น้ำเสียเหมือนกัน จากผลการทดลองได้ค่า เอสวีไอ เท่ากับ 115, 84 และ 158 ส่วนสารแขวนลอยในน้ำทิ้งมีค่า 23, 29 และ 117 มก/ล. ตามลำดับ ค่าบีโอดี (สารละลาย) ในน้ำทิ้งมีค่าใกล้เคียงกันคือ 3, 3 และ 4 มก/ล. ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้ระบบเอสบีอาร์ที่มีอัตราช่วงเวลาป้อนน้ำเสียต่อช่วงเวลาการกำจัดน้ำเสียสูงนั้น ทำให้การอัดตะกอนและตกตะกอนของระบบอยู่ในเกณฑ์ไม่ดี

ผู้ที่ได้ศึกษาถึงการทำงานของระบบเอสบีอาร์ส่วนใหญ่เป็นวิศวกรชาวอเมริกัน (5, 6, 7, 8, 9, 10) ซึ่งเน้นไปในรายละเอียดที่เกิดขึ้นภายในวัฏจักรเสียเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามได้มีวิศวกรชาวไทยได้นำระบบเอสบีอาร์มาทดลองเพื่อศึกษาถึงการที่จะนำระบบนี้ไปใช้กับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (3) ได้นำระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนมาใช้กับน้ำเสียจากโรงงานอาหารกระป๋องและห้องเย็น โดยใช้ถังปฏิกิริยาเดี่ยว 3 ชุด ซึ่งมีเวลาเก็บกักน้ำ 8, 4, 2 วันตามลำดับ ใช้เวลาป้อนน้ำเสีย 12 ชม/วัน และเวลาเติมอากาศ 20 ชม/วัน ซึ่งจากการทดลองพบว่า ระบบเอสบีอาร์ทั้ง 3 ชุด สามารถลดซีโอดี ในน้ำเสียได้สูงถึง 99 % และตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งมีค่าต่ำใกล้เคียงกันทั้งสามถัง ผลการทดลองที่ชี้ให้เห็นถึงอิทธิพลของเวลาเก็บกักน้ำที่แตกต่างกันได้แก่ความเข้มข้นของตะกอนแบคทีเรียจะมีค่าลดลงเมื่อเวลาเก็บกักน้ำสูงขึ้น

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (3) ใช้น้ำเสียจากโรงงานผลิตขนมแป้งข้าวจ้าวมาทดลองกับระบบเอสบีอาร์ (ไม่มีการระบายตะกอน) โดยใช้ถังปฏิกิริยาเดี่ยว 2 ชุด ที่มีเวลาเก็บกัก 3, 6 วัน จากผลการทดลองพบว่าระบบทั้งสองสามารถลดซีโอดีได้ประมาณ 99 % และความเข้มข้นของตะกอนแบคทีเรียมีค่าต่ำในถังที่เวลาเก็บกักน้ำสูง และมีค่าสูงในถังที่มีเวลาเก็บกักน้ำต่ำ

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (3) ยังได้ทดลองนำระบบเอสบีอาร์ (ไม่มีการระบายตะกอน) มาใช้กับน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำตาลเด็กโตรสและน้ำเชื่อมเซอร์บิทอล (ซีโอดี เท่ากับ 3,000 มก/ล.) พบว่าสามารถลดค่าซีโอดีได้ 90 - 96 % แต่มีตะกอนแขวนลอยออกมากับน้ำทิ้งระหว่าง 50 - 200 มก/ล.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (3) ได้สรุปว่า เวลาเก็บกักน้ำของระบบเอสบีอาร์ มีอิทธิพลโดยตรงต่อความเข้มข้นของเอ็มแอลเอสเอส แต่การลดความสกปรก (ซีโอดี)ของระบบเอสบีอาร์ (ไม่มีการระบายตะกอน) นั้น อยู่นอกเหนือการควบคุมของผู้ควบคุมระบบ ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพการขจัดซีโอดีจะมีค่าสูงสุดอยู่แล้ว มั่นสินฯ ยังได้ให้คำแนะนำว่า ระบบเอสบีอาร์นั้นเหมาะที่จะนำไปใช้กับแหล่งน้ำเสียที่มีขนาดไม่ใหญ่นัก โดยมีอัตราการไหลไม่เกิน 400 ลบ.ม/วัน และไม่

ควรมีค่าซีโอดีเกิน 5,000 มก/ล.

3.2 ทฤษฎี

3.2.1 จลน์ศาสตร์ของระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง

ระบบ CSTR with Recycle (แอคติเวตเตดสลัดจ์) เป็นระบบบำบัดน้ำทิ้งทางชีววิทยาที่มีการกวนสมบูรณ์ และการเติมอากาศเกิดขึ้นตลอดเวลาในถังปฏิกิริยาการทำงานของระบบฯ จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อระบบฯ อยู่ในสภาวะคงที่ (Steady state) แล้ว พารามิเตอร์ (Parameters) ต่าง ๆ จะมีค่าคงที่ไม่ว่าจะเก็บตัวอย่าง (Sampling) ในช่วงเวลาใดก็ตาม เช่น เอ็มแอลเอสเอส, ซีโอดี ฯลฯ เวลาเก็บกักตะกอน (θ_c) จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ ตะกอนที่ตกอยู่ในถังตกตะกอนจะถูกสูบกลับเข้าไปในถังปฏิกิริยาและตะกอนบางส่วนจะถูกปล่อยออกจากระบบเพื่อนำไปทำลายต่อไป

ระบบเอสบีอาร์ เป็นระบบบำบัดน้ำทิ้งทางชีววิทยาซึ่งทำงานแบบกึ่งเทโดยอาศัยถังปฏิกิริยาทำหน้าที่กำจัดน้ำเสียและในขณะเดียวกันก็ใช้ทำหน้าที่เป็นถังตกตะกอนด้วยโดยไม่จำเป็นต้องมีถังตะกอนอีกใบหนึ่ง เพื่อเป็นการสะดวกในการกล่าวถึงจลน์ศาสตร์ และการทำงานของระบบเอสบีอาร์ จึงขอใช้ตัวอย่างของถังเอสบีอาร์ที่ทำงานวันละ 1 วัฏจักร โดยจะมีการป้อนน้ำเสีย t_f ชม. เติมอากาศ t_a ชม. หลังจากนั้นมีช่วงที่ปล่อยให้ตกตะกอนและระบายน้ำทิ้ง รวม 4 ชั่วโมง

จากเอกสารอ้างอิง (5, 6, 7, 8, 9, 10) วิศวกรชาวอเมริกัน ได้ศึกษาถึงการทำงานของระบบเอสบีอาร์ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งทำให้ระบบเอสบีอาร์ ถูกมองดูคล้ายกับว่าเป็นระบบที่ไม่มีสภาวะคงที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการกำหนดช่วงเวลาต่าง ๆ แปรเปลี่ยนไป เช่น เปลี่ยน t_f และ t_a ระบบก็จะยิ่งมีการเปลี่ยนแปลงภายในช่วงวัฏจักรต่าง ๆ กันไป การมองระบบเอสบีอาร์ด้วยช่วงเวลาแคบ ๆ เช่นนี้ทำให้มองดูเหมือนว่าระบบเอสบีอาร์มีความแตกต่างจากระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์โดยสิ้นเชิง เกี่ยวกับกรณีนี้ได้มีวิศวกรชาวไทย มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (3) ได้ให้ข้อคิดที่น่าสนใจ ด้วยการเสนอให้พิจารณาระบบเอสบีอาร์ในช่วงเวลาที่กว้างออกไป โดยให้พิจารณาผลของการทำงานของระบบเมื่อครบรอบวัฏจักรแล้ว และเมื่อพิจารณาจากหลาย ๆ วัฏจักรต่อเนื่องกันไป เราจะสามารถเห็นสภาวะคงที่ของระบบเอสบีอาร์ได้ ซึ่งก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกับระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์

ระบบเอสบีอาร์นั้นอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการทำงานต่าง ๆ เช่น มีการกำหนดช่วงเวลาป้อนน้ำเสีย, ช่วงเวลาเติมอากาศ ต่างกัน แต่เมื่อนำผลที่สิ้นสุดแต่ละวัฏจักรมาพิจารณาแล้ว ก็จะเห็นสภาวะคงที่ของแต่ละเงื่อนไขได้ (ดูภาพที่ 3.2) โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเอสบีอาร์ที่มีช่วงเวลาการป้อนน้ำเสียและช่วงเวลาการเติมอากาศเท่ากันอย่างละ 20 ชม/วัน. ก็จะยิ่งมีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกับระบบแอคติเวเตดสลัดจ์มาก จนสามารถนำโมเดลทางจลน์ศาสตร์ของระบบแอคติเวเตดสลัดจ์มาใช้กับระบบเอสบีอาร์ได้ ด้วยเหตุนี้ ระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้งจึงควรมีโมเดลทางจลน์ศาสตร์ เช่นเดียวกับระบบแอคติเวเตดสลัดจ์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง

ตารางที่ 3.1 เป็นการเปรียบเทียบให้เห็นถึงความแตกต่างทางจลน์ศาสตร์ ของระบบกวนสมบูรณ์ที่ไม่มีรีไซเคิล, ระบบกวนสมบูรณ์ที่มีรีไซเคิลและระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายสลัดจ์ทิ้ง ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้.-

1. อัตราจำเพาะของการเจริญเติบโตของจุลชีพ (μ)

ในระบบกวนสมบูรณ์ที่ไม่มีรีไซเคิล พบว่า เวลากักน้ำเป็นตัวแปรที่ทำให้ μ มีค่าเปลี่ยนแปลงไป เมื่อเวลากักน้ำสูงขึ้นจะทำให้ μ มีค่าลดลง

ในระบบกวนสมบูรณ์ที่มีรีไซเคิล พบว่า เวลากักตะกอนเป็นตัวแปรที่ทำให้ μ มีค่าเปลี่ยนแปลงไป เมื่อระบบมีเวลากักตะกอนสูงขึ้นจะทำให้ μ มีค่าลดลง

ส่วนในระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายสลัดจ์ทิ้ง พบว่า μ จะมีค่าเท่ากับ b

2. ยีลด์ปรากฏ (Y)

ในระบบกวนสมบูรณ์ที่ไม่มีรีไซเคิล พบว่า Y จะมีค่าลดลงเมื่อเวลากักน้ำสูงขึ้น

ในระบบกวนสมบูรณ์ที่มีรีไซเคิล พบว่า Y จะมีค่าลดลงเมื่อเวลากักตะกอนสูงขึ้น

ส่วนในระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายสลัดจ์ทิ้ง พบว่า Y จะมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่า ความเข้มข้นของจุลชีพจะมีค่าคงที่ได้ แม้ว่าจะไม่มีการระบายตะกอนออกจากระบบเลยก็ตาม

3. ความเข้มข้นของสารละลายสับเสตรต (S)

ในระบบกวนสมบูรณ์ที่ไม่มีรีไซเคิล พบว่า เวลากักน้ำมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของสารละลายสับเสตรต

ในระบบกวนสมบูรณ์ที่มีรีไซเคิล พบว่า เวลากักตะกอนมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของสารละลายสับเสตรต

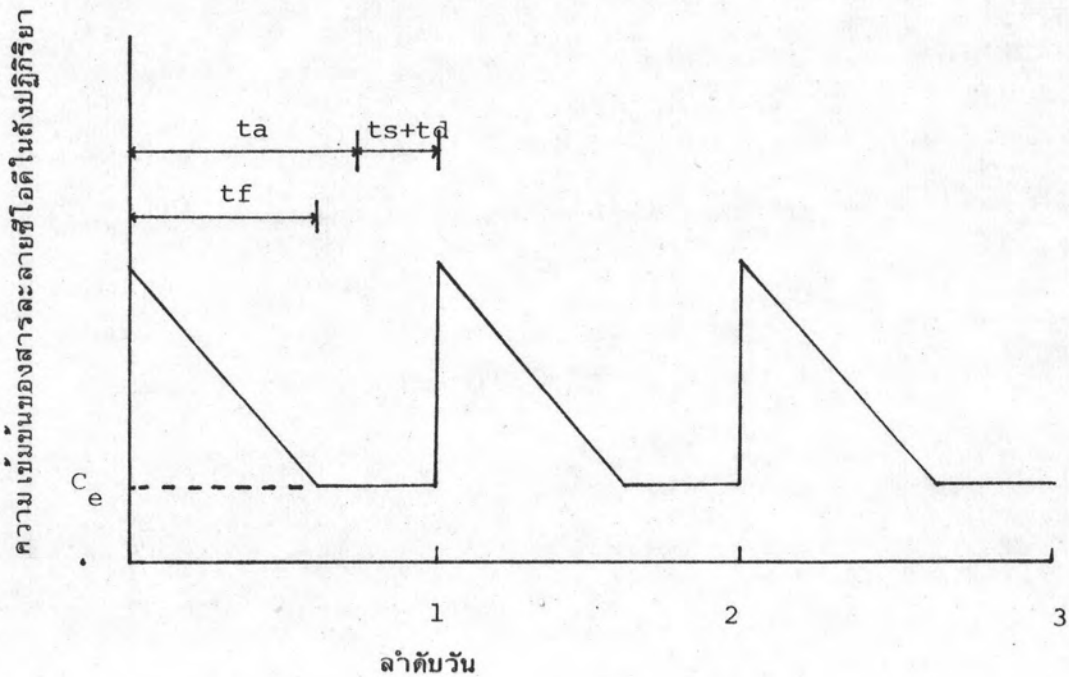
ส่วนในระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายสลัดจ์ทิ้ง พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายสับเสตรตจะมีค่าเท่ากับค่าต่ำที่สุดที่ระบบทั้ง 2 ชนิด สามารถกระทำได้

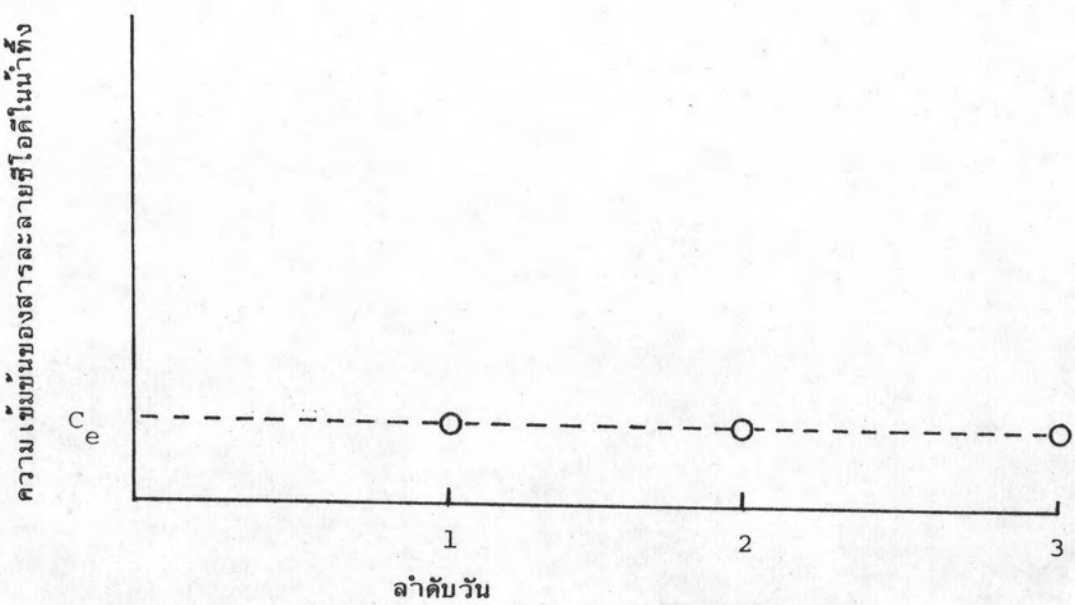
4. ความเข้มข้นของจุลชีพ (X)

ในระบบกวนสมบูรณ์ที่ไม่มีรีไซเคิล พบว่า เวลากักน้ำมีอิทธิพลโดยตรงต่อค่า X

ในระบบกวนสมบูรณ์ที่มีรีไซเคิล พบว่า ความเข้มข้นของจุลชีพจะแปรเปลี่ยนไป ถ้าเวลากักน้ำหรือ/และเวลากักตะกอน เปลี่ยนไป

ส่วนในระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายสลัดจ์ทิ้ง พบว่า เวลากักน้ำมีอิทธิพลต่อค่า X กล่าวคือ ค่า X จะแปรผกผันกับเวลากักน้ำ





ภาพที่ 3.2 ความเข้มข้นของสารละลายซีโอดีในถังเอสบีอาร์และในน้ำทิ้งที่ระบายออกจากถังเอสบีอาร์

ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบโมเดลจลน์ศาสตร์ของระบบกวนสมบูรณ์อย่างง่าย, ระบบกวนสมบูรณ์ที่มีเซลล์รีไซเคิล และระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายสลัดจ์ทิ้ง

ระบบกวนสมบูรณ์อย่างง่าย (ไม่มีรีไซเคิล)	ระบบกวนสมบูรณ์ที่มีรีไซเคิล	ระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายสลัดจ์ทิ้ง
$\mu = 1/\tau + b$	$\mu = 1/\theta_c + b$	$\mu = b$
$Y = Y_g/(1 + b\tau)$	$Y = Y_g/(1 + b\theta_c)$	$Y = 0$
$S = \frac{K_s(1/\tau + b)}{\mu_m - (1/\tau + b)}$	$S = \frac{K_s(1/\theta_c + b)}{\mu_m - (1/\theta_c + b)}$	$S = S_{min} = \frac{K_s b}{\mu_m - b}$
$S_{min} = \frac{K_s b}{\mu_m - b}$	$S_{min} = \frac{K_s b}{u_m - b}$	
$X = \frac{Y_g(S_o - S)}{1 + b\tau}$	$X = \frac{(\theta_c/\tau) Y_g(S_o - S)}{1 + b\theta_c}$	$X = \frac{Y_g(S_o - S)}{b\tau}$
$RO = \frac{F(S_o - S)(1 + b\tau - \beta Y_g)}{1 + b\tau}$	$RO = \frac{F(S_o - S)(1 + b\theta_c - \beta Y_g)}{1 + b\theta_c}$	$RO = F(S_o - S)$
$P_x = FX$	$P_x = \frac{FY_g(S_o - S)}{1 + b\theta_c}$	$P_x = 0$
$NR = \frac{0.105\, Y_g(S_o - S)}{1 + b\tau}$	$NR = \frac{0.105\, Y_g(S_o - S)}{1 + b\theta_c}$	$NR = 0$
$PR = 0.25\, NR$	$PR = 0.25\, NR$	$PR = 0$

3.2.2 อิทธิพลของเวลากักน้ำที่มีต่อระบบ เอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่า เวลากักน้ำ (τ) ของถังปฏิกิริยามีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่อระบบกวนสมบูรณ์ที่ไม่มีเซลล์รีไซเคิล (Aerated Lagoon) นับตั้งแต่ ค่าอัตราจำเพาะของการเจริญเติบโต (μ), ยีลด์ปรากฏ (Y), สับเสตรตในระบบ (S), ความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพ (X), ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ เป็นต้น

สำหรับระบบ เอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง อิทธิพลของ เวลากักน้ำจะมีผลต่อค่าแปรเปลี่ยนต่าง ๆ น้อยมาก ผลโดยตรงจะมีต่อความ เข้มข้นของตะกอนแบคทีเรีย (X) เท่านั้น เมื่อพิจารณาจากสมการ

$$X = Y_g (S_o - S) / b\tau$$

จะเห็นได้ว่า ค่า X จะแปรผกผันกับ τ กล่าวคือ เมื่อ τ มีค่าน้อยแล้ว X จะมีค่ามาก และในทำนองเดียวกันเมื่อ τ มีค่ามากแล้ว X จะมีค่าน้อย ซึ่งจากการทดลองของมั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (3) พบว่า ผลการทดลองสอดคล้องกับสมการ กล่าวคือ จากการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตขนมจากแป้งข้าวจ้าวด้วยระบบ เอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอน ตะกอนแบคทีเรียในถังที่มีเวลากักน้ำ 3 วัน มีความ เข้มข้นสูงกว่าตะกอนแบคทีเรียในถังที่มี เวลากักน้ำ 6 วัน

ดังนั้นการ เลือกใช้ เวลากักน้ำที่เหมาะสม จึงมีความสำคัญต่อการทำงานของระบบ เอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง เนื่องจากหาก เวลากักน้ำมีค่าต่ำ เกินไปก็จะส่งผลให้ ความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพมีค่ามาก ซึ่งถ้าหากว่าความ เข้มข้นของตะกอนจุลชีพมีค่ามาก เกินไปแล้วอาจจะมีผลให้การตกตะกอน เพื่อแยกชั้นน้ำใสของระบบและการระบายน้ำใสทิ้ง เป็นไปด้วยความลำบาก เนื่องจากตะกอนจุลชีพมีโอกาสจะหลุดมากับน้ำทิ้งได้ง่ายขึ้น

3.3 การหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์ของระบบ เอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง

จากที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.2.1 ว่า ระบบ เอสบีอาร์ก็มีโมเดลทางจลน์ศาสตร์เช่นเดียวกับระบบแอคติเวเต็ดสลัดจ์ ดังนั้นการหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์ของระบบ เอสบีอาร์จึงมีลักษณะคล้ายคลึงกับระบบแอคติเวเต็ดสลัดจ์นั่น เอง จะขอยกตัวอย่างการหาค่าพารามิเตอร์ของระบบแอคติเวเต็ดสลัดจ์ที่มีการระบายตะกอนทิ้งให้ดูก่อน เพื่อ เป็นการ เปรียบ เทียบอย่างกว้าง ๆ อันจะทำให้ เข้าใจถึงเทคนิคที่ใช้กับระบบ เอสบีอาร์ได้ง่ายขึ้น

011069

I 17132935

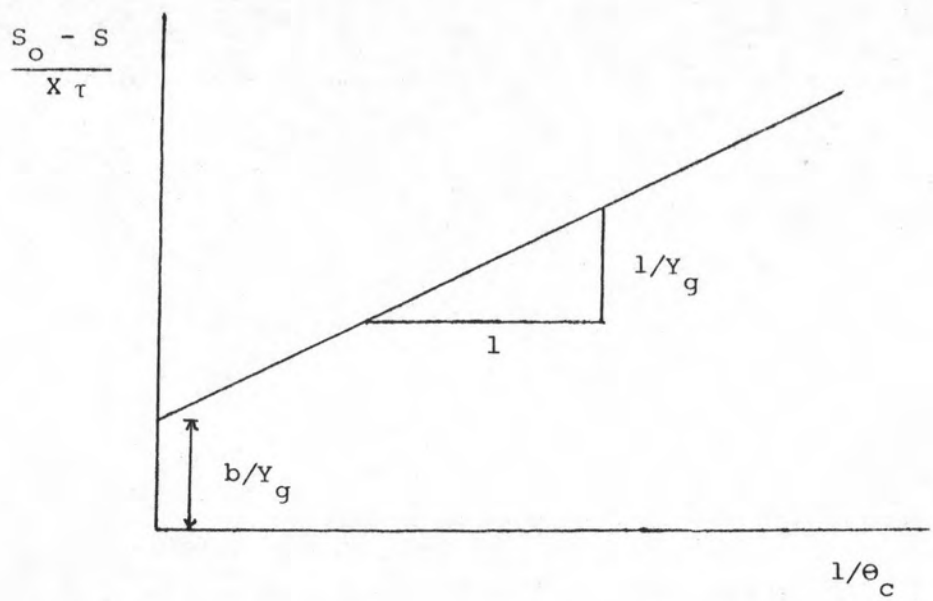
จากตารางที่ 3.1

$$X = \frac{(\theta_c/\tau)\, Y_g\, (S_o - S)}{1 + b\theta_c}$$

จัดรูปสมการใหม่ จะได้

$$(S_o - S)/X\tau = (1/Y_g)(1/\theta_c) + (b/Y_g)$$

จากสมการที่ได้ เราจะสามารถนำมาเขียนกราฟเส้นตรง โดยให้ $(S_o - S)/X\tau$ เป็นแกนตั้งและ $1/\theta_c$ เป็นแกนนอน กราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ $1/Y_g$ และจะตัดแกนตั้งที่จุด b/Y_g ดังจะแสดงให้เห็นในภาพที่ 3.3 ซึ่งจะทำให้เราสามารถหาค่า b และ Y_g ได้



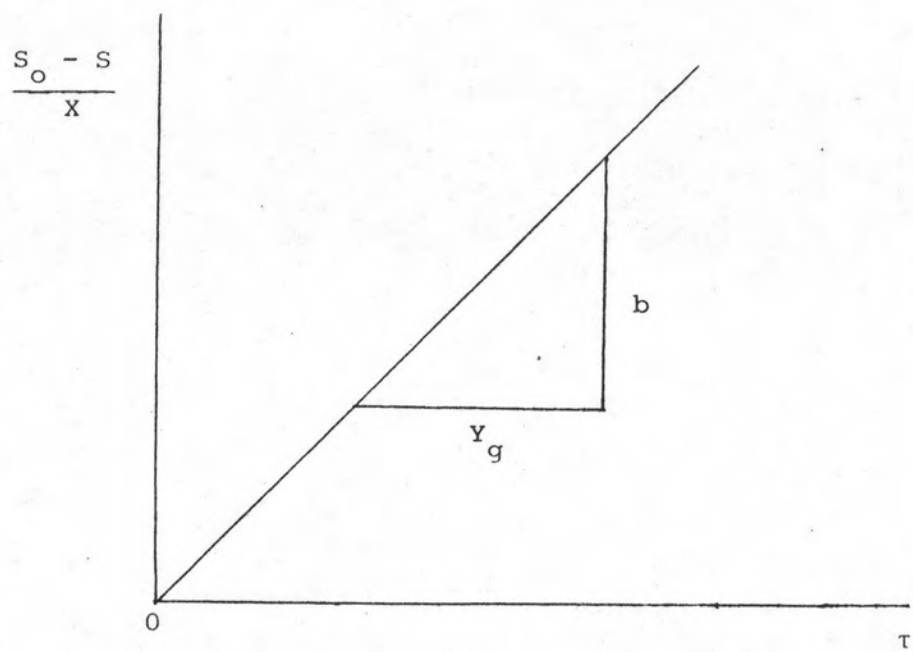
ภาพที่ 3.3 การหาค่า b และ Y_g ของระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์

สำหรับการหาค่าพารามิเตอร์ทางจลน์ศาสตร์ของระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้งนั้น จะใช้โมเดลทางจลน์ศาสตร์ที่ดัดแปลงมาจากโมเดลทางจลน์ศาสตร์ของระบบแอคติเวตเตดสลัดจ์ ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 3.1

$$X = Y_g\, (S_o - S)/b\tau$$

$$(S_o - S)/X = b\tau/Y_g \qquad \text{(จัดรูปสมการใหม่)}$$

จากสมการที่ได้ เราจะสามารถนำมาเขียนกราฟเส้นตรง โดยให้ $(S_o - S)/X$ เป็นแกนตั้ง และ τ เป็นแกนนอน กราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ b/Y_g และเส้นตรงนี้จะผ่านจุดกำเนิดพอดี ดังจะแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.4 เราจะได้พารามิเตอร์ในรูปของ b/Y_g ซึ่งก็พอเพียงที่จะนำไปใช้ในการออกแบบระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง



ภาพที่ 3.4 การหาค่า b/Y_g ของระบบเอสบีอาร์ที่ไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง