



บทที่ 3

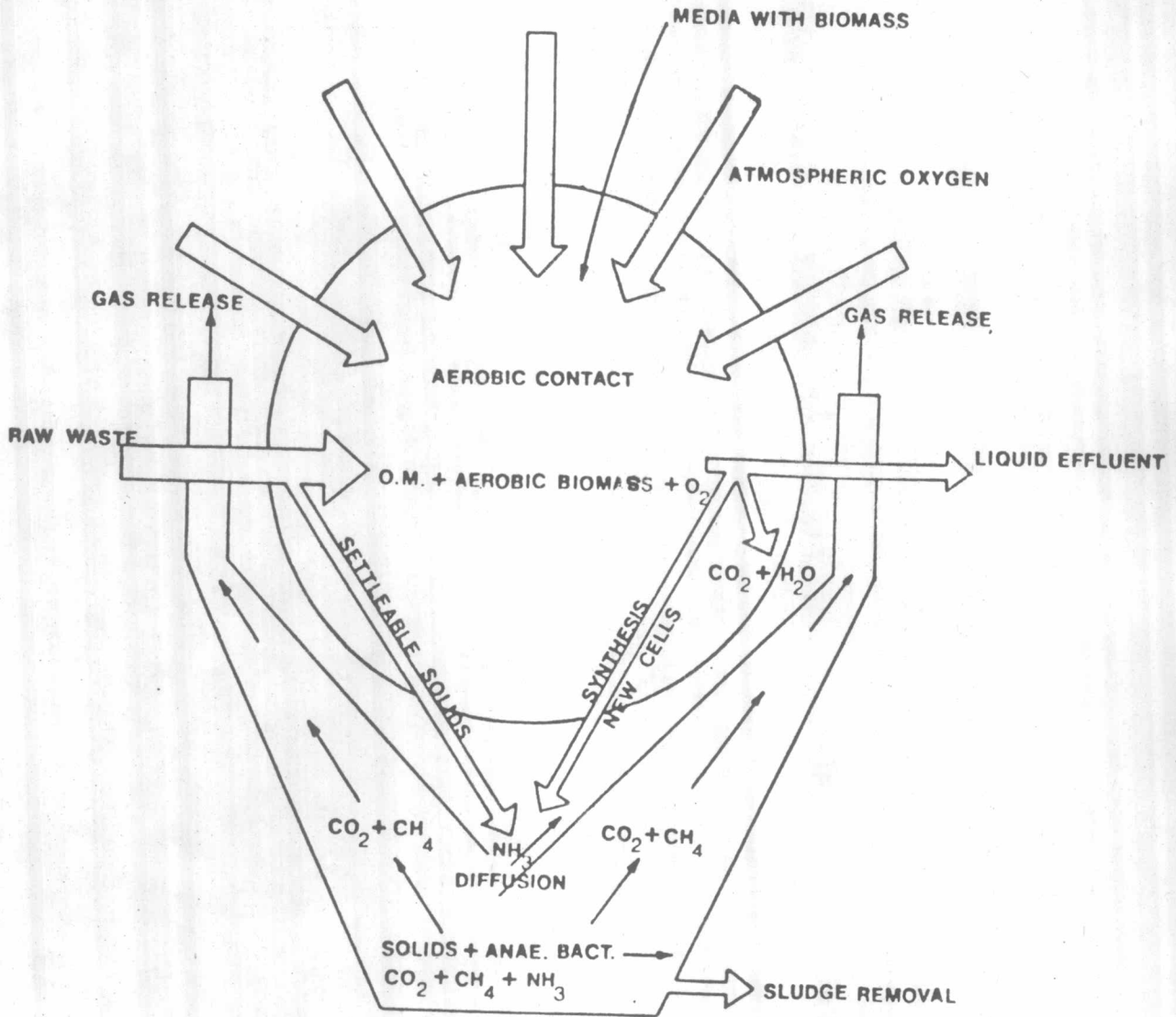
ความเป็นมาและทฤษฎีของระบบ อารี่พีซี

3.1 วิวัฒนาการของระบบอารี่พีซี

ระบบอารี่พีซี เป็นระบบบำบัดน้ำดั่งขั้นที่สอง ซึ่งเพิ่งจะได้รับความนิยมเมื่อเร็ว ๆ นี้ Pescod และ Nair¹⁵ ได้รายงานความเป็นมาของระบบอารี่พีซีว่า Doman (1925) เป็นคนแรกที่ริเริ่มทดลองทำการบำบัดน้ำเสีย โดยใช้แผ่นวัสดุยึดเกาะ (Contact media) หมุนในแนวดิ่ง ทั้งนี้ได้จัดอุปกรณ์และเครื่องมือให้ผิววัสดุยึดเกาะสามารถสัมผัสกับน้ำเสียเพื่อให้จุลชีพเกาะบนวัสดุยึดเกาะ และทำการกำจัดสารอินทรีย์ได้ นอกจากนั้นยังเป็นผู้ริเริ่มใช้ถังตกตะกอนในการกำจัดตะกอนจุลชีพที่หลุดจากวัสดุยึดเกาะ หลังจากนั้นได้มีผู้ทำการศึกษาดูทดลองใช้ระบบอารี่พีซีในการบำบัดน้ำเสียอีกมากมาย ต่อมาอีกประมาณ 30 ปี¹⁶ หลังจากที่ Doman ทำการทดลองคือราวปี ค.ศ. 1960 ระบบอารี่พีซีได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อการใช้งานครั้งแรกในประเทศเยอรมันตะวันตก โดยวัสดุยึดเกาะทำด้วยแผ่นแอสเบสตอสซีเมนต์และแผ่นโพลีสไตรีน (Polystyrene) จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1965 ได้มีระบบอารี่พีซีติดตั้งในยุโรปมากกว่า 1,000 แห่ง แต่ถึงแม้ว่าระบบอารี่พีซีจะมีการนำมาใช้งานหลายแห่ง ผลงานการวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับการทำงานของระบบในการบำบัดน้ำเสียชนิดต่าง ๆ ก็ยังมีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับระบบบำบัดน้ำเสียชนิดอื่น ๆ

3.2 หลักการการทำงานของระบบอารี่พีซี

ระบบอารี่พีซี เป็นระบบอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากวิวัฒนาการเพื่อปรับปรุงการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จากหลักการของระบบโปรยกรองซึ่งวัสดุยึดเกาะจะนั่งอยู่กับที่ ซึ่งมักก่อปัญหาอุดตันของเมือกจุลชีพมาเป็นระบบอารี่พีซีที่อาศัยหลักเกณฑ์เดียวกับระบบโปรยกรอง แต่ทำการปรับปรุงให้วัสดุยึดเกาะสามารถหมุนรอบตัวเองได้ และวัสดุยึดเกาะนี้จะถูกจัดให้จมอยู่ในน้ำเสียส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจะอยู่เหนือน้ำ (ดูรูปที่ 3.1) เมื่อน้ำเสียเข้ามาในถังปฏิกิริยา ตะกอนที่ปะปนเข้ามา



รูปที่ 3.1 ลักษณะการทำงานของอาร์บีสี่ 18

น้ำเสียจะจมตัวลงสู่ส่วนล่างของถัง ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายหรืออยู่ในสภาพคอลลอยด์ (colloid) จะถูกย่อยสลายโดยจุลชีพชนิดที่ต้องการออกซิเจนซึ่งเกาะอยู่บนผิววัสดุยึดเกาะ วัสดุยึดเกาะจะถูกจุดให้หมุนรอบตัวเองอย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เมือกจุลชีพหลุดถ้าหมุนเร็วเกินไป และยังทำหน้าที่คล้ายเครื่องเติมอากาศให้กับน้ำเสีย เพราะวัสดุยึดเกาะ เมื่อถูกทำให้หมุนรอบตัวเอง ทำให้ส่วนที่จมอยู่ในน้ำเสียขึ้นมาสัมผัสอากาศรับออกซิเจนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของจุลชีพและเปลี่ยนส่วนของวัสดุยึดเกาะที่อยู่ในอากาศลงไปสัมผัสกับน้ำเสียเพื่อทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียสลับกันไป ทำให้รักษาสภาพขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนอยู่ได้ตลอดเวลา เมื่อจุลชีพเจริญเติบโตมากขึ้น ความหนาของเมือกจุลชีพจะเพิ่มขึ้นอีกทั้งความแข็งแรงของจุลชีพลดลงเนื่องจากมีอายุนาน ออกซิเจนจากบรรยากาศไม่สามารถแทรกถึงชั้นในของเมือก ทำให้จุลชีพด้านในไม่สามารถรับออกซิเจนได้ เมือกจุลชีพจึงหลุดจากวัสดุยึดเกาะ เนื่องจากน้ำหนักของตัวเอง และแรงเหวี่ยงของน้ำอันเกิดจากการที่วัสดุยึดเกาะ เคลื่อนที่ผ่านน้ำเสียตกลงสู่ส่วนล่างของถังปฏิบัติการ ตะกอนจุลชีพนี้จะทับถมกันเป็นจำนวนมากและออกซิเจนไม่สามารถละลายซึมผ่านลงไปถึง ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนในตอนล่างของถัง เพราะฉะนั้นจะต้องนำตะกอนจุลชีพที่ก้นถังออกเพื่อนำไปกำจัดต่อไป¹⁷ ถ้าไม่เอาออกจะทำให้ตะกอนเหล่านี้จะถูกก้ำขังเนื่องจากการย่อยสลาย ในสภาพไร้ออกซิเจนต้นให้ลอยขึ้นมาบนผิวของช่องระบายอากาศ ทำให้ดูสกปรก

3.3 ผลงานวิจัยและการใช้งานของระบบอาร์พีซี

หลังจากที่ Doman (1925) เป็นผู้ริเริ่มการใช้ระบบอาร์พีซีในการบำบัดน้ำเสีย ต่อมาได้มีผู้ทำการทดลองศึกษาการทำงานของอาร์พีซีในลักษณะต่าง ๆ กันมากมายเพื่อต้องการทราบข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำงานของระบบอาร์พีซีในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองส่วนใหญ่จะใช้วัสดุยึดเกาะชนิด เป็นแผ่น ผลการวิจัยที่น่าสนใจมีดังนี้

ในปี ค.ศ. 1971 Nair¹⁸ ได้ศึกษาหาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำตาลม และน้ำเสียจากชุมชนของระบบอาร์พีซี ชนิดที่มีถังตกตะกอนอยู่ด้านล่างถังปฏิบัติการ พบว่า

- ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดี จะสูงขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเก็บกัก (detention time) ยาวนานหรือค่าอินทรีย์บรรทุกต่ำลง
- ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเร็วในการหมุนหรือให้ระยะเก็บกักนานขึ้น
- ในกรณีที่น้ำเสียดิบ มีอาหารเสริมไม่เพียงพอ (ขาดไนโตรเจน) สามารถที่จะเติมอาหารเสริมเพียงเล็กน้อยก็เพียงพอได้ เนื่องจากมีการทดแทนโดยเกิดจากปฏิกิริยาย่อยสลายตะกอนในส่วนล่างของถังปฏิกิริยา ซึ่งเป็นการเพิ่มอาหารเสริมในน้ำทิ้งโดยปริยาย

ในปี ค.ศ. 1972 Hsieh¹⁹ ได้ใช้ อาร์พีซีชุดเดียวกับของ Nair (1971) ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ พื้นที่บรรทุก (Areal loading), ปริมาตรบรรทุก (Volumetric loading), ระยะเวลาเก็บกักและความเร็วในการหมุนของวัสดุยึดเกาะ ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

- พื้นที่บรรทุกจะมีความสำคัญในการกำจัด ซีโอดีมากกว่าระยะเวลาเก็บกัก
- การเพิ่มความเร็วในการหมุนของวัสดุยึดเกาะนอกจากเป็นการเพิ่มดีไอ (DO) ในน้ำเสียยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน แต่ในขณะเดียวกัน ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนแขวนลอยจะลดลง
- อุณหภูมิจะมีผลต่อการทำงานของจุลชีพในส่วนย่อยตะกอน ซึ่งอยู่ด้านล่างของถังปฏิกิริยามากกว่าในถังปฏิกิริยา
- ในเขตรวมควรสร้างหลังคาคลุมเพื่อป้องกันไม่ให้ฝนชะล้างเมือกจุลชีพให้หลุดไป

ในปี ค.ศ. 1973 Chen²⁰ ได้ศึกษาการทำงานของอาร์พีซีในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำอัดลม ผลการทดลองมีดังนี้

- ในการกำจัดซีโอดี และไนโตรเจน ประสิทธิภาพในการกำจัดขึ้นอยู่กับพื้นที่บรรทุกมากกว่าความเข้มข้นของน้ำเสีย ถ้าช่วงความเข้มข้นของซีโอดีอยู่ระหว่าง 300-4,000 มก./ลบ.คม.

- เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนแขวนลอย ความเข้มข้นของน้ำเสียจะมีผลต่อการกำจัดมากกว่าพื้นที่บรรจุทุก
- ส่วนย่อยตะกอนที่อยู่ด้านล่างของถังปฏิกิริยาจะไม่มีผลต่อการกำจัด ซีโอดี และไนโตรเจน แต่จะมีผลต่อการกำจัดตะกอนแขวนลอย

ในปี ค.ศ. 1974 Quano²¹ ได้ทำการวิจัยหาสัมประสิทธิ์ในการถ่ายเทออกซิเจนของเมือกจุลชีพบนวัสดุยึดเกาะและอัตราบริโภคซับสเตรท (Substrate) ของอาร์บีซี ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน และน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำตาล ผลจากการทดลองสามารถสรุปเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

004101

- การถ่ายเทออกซิเจนบนเมือกจุลชีพ

$$\frac{K_L V_T}{D_L A_T} = K \left[\frac{A_T}{A} \right]^a \left[\frac{D^2 \rho}{\mu} \right]^b \dots\dots\dots (3.1)$$

เมื่อ	K_L	=	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทออกซิเจน	ชม./วินาที
	D_L	=	สัมประสิทธิ์การแพร่	ตร.ชม./วินาที
	w	=	ความเร็วในการหมุน	รอบ/วินาที
	D^2	=	พื้นที่ตัดขวางของวัสดุยึดเกาะ	ตร.ชม.
	ρ	=	ความหนาแน่นของน้ำ	ก./ลบ.ชม.
	μ	=	ความหนืดของน้ำ	ก.ชม./วินาที
	A_T	=	พื้นที่ผิวของถังปฏิกิริยา	ตร.ชม.
	A	=	พื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะ	ตร.ชม.
	K, a, b	=	ค่าคงที่	
	V_T	=	ปริมาตรของถังปฏิกิริยา	ลบ.ชม.

- การย่อยสลายซับสเตรทในแต่ละตอนของ อาร์บีซี

$$\frac{L^{n-1} - L^n}{\theta} = K_O \frac{A}{V} L^n \dots\dots\dots (3.2)$$

- เมื่อ K_0 = ค่าคงที่
 A/V = พื้นที่ผิวต่อหนึ่งปริมาตรของวัสดุยัดเกาะ ตร.ซม./ลบ.ซม.
 L^n = ความเข้มข้นของซบสเตรทในน้ำเสียตอนที่ "n" มก./ลบ.ดม.
 L^{n-1} = ความเข้มข้นของซบสเตรทในน้ำเสียตอนที่ "n-1" มก./ลบ.ดม.
 θ = ระยะเวลาเก็บกัก, ชั่วโมง

- การย่อยสลายซบสเตรทจะสูงสุดเมื่อ ผลคูณของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของวัสดุยัดเกาะกับระยะเวลาเก็บกัก เท่ากันทุกตอน และจำนวนตอนของอาร์บิซีอย่างน้อยควรมี 4 ตอนขึ้นไป

ในปี ค.ศ. 1974 Sorensen²² ได้ทำการทดลองใช้ระบบอาร์บิซีที่มีวัสดุยัดเกาะเป็นรูปทรงกลมขนาดเล็กจำนวนมาก เป็นครั้งแรกในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีโลหะปนในน้ำทิ้งค่อนข้างสูง ผลปรากฏว่าสามารถลดบีโอดีได้ประมาณร้อยละ 76.5 ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีชื่อทางการค้าว่า ไบโอดรัม (Bio-Drum)

ในปี ค.ศ. 1976 Bintaja, Brunsmann และ Boelhouwer²³ ศึกษาการทำงานของ อาร์บิซีในการบำบัดน้ำเสีย โดยทำการทดลอง 2 ชุด ชุดแรกทดลองในก๊าซออกซิเจน ชุดหลังทดลองในบรรยากาศปกติ พบว่าที่ค่าอินทรีย์บรรทุกสูง ๆ อาร์บิซีชุดแรกจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงกว่า ตะกอนจุลชีพที่เกิดขึ้นก็น้อยกว่าและตกตะกอนได้ดีกว่า

ในปี ค.ศ. 1976 Vitoonpanyakij¹⁶ ได้ศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของงานชีวหมุนและไบโอดรัมในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ ซึ่งผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

- ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าวัสดุยัดเกาะของไบโอดรัมจะมีพื้นที่ผิวมากกว่างานชีวหมุนถึง 3 เท่าก็ตาม
- การบรรจุวัสดุยัดเกาะของไบโอดรัมจะมีผลต่อการกำจัดมากกว่าพื้นที่ผิวทั้งหมด
- ระบบงานชีวหมุนและไบโอดรัมสามารถรับค่าอินทรีย์บรรทุกที่สูงเฉียบพลัน (Organic Shock Loading) ได้ดี

ในปี ค.ศ. 1976 Ellis และ Banaga²⁴ ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการทำงานของอาร์ปีซี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี จะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 10°ซ. ไป 20°ซ. และประสิทธิภาพการในการกำจัดจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 20°ซ. ไป 30°ซ.
- การออกซิเดชันของแอมโมเนียเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 10°ซ. ไป 20°ซ. และลดลงเล็กน้อยระหว่าง 20°ซ. ถึง 30°ซ.
- อัตราพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะจมน้ำที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 26 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

ในปี ค.ศ. 1979 Poon และ Chao²⁵ ได้ทำการทดลองใช้ อาร์ปีซีที่มีการหมุนเวียนของน้ำทิ้งในการบำบัดน้ำเสียที่มีคลอไรด์สูง พบว่า อัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้งร้อยละ 100-150 ของน้ำเสียที่เข้าระบบจะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดสูงขึ้น

ในปี ค.ศ. 1979 Friedman, Robbins และ Wood²⁶ ได้ศึกษาผลของความเร็วในการหมุนวัสดุยึดเกาะของ อาร์ปีซีในการบำบัดน้ำเสีย ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

- การเพิ่มความเร็วยกเว้นในการหมุนจะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัด เมื่อค่าอินทรีย์บรรทุกต่ำ ๆ แต่ประสิทธิภาพในการกำจัดจะดีขึ้น เมื่อค่าอินทรีย์บรรทุกสูงขึ้น
- ความเร็วในการหมุนวัสดุยึดเกาะมีผลต่อการถ่ายเทออกซิเจนบน เมื่อกจุลชีพตั้งสมการ

$$K_L = [a \cdot \ln(\theta C) - b] \ln W \dots\dots\dots (3.3)$$

เมื่อ	K_L	=	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทออกซิเจน	m./วินาที
	θ	=	เวลาเก็บกัก	ชั่วโมง
	C	=	ความเข้มข้นของน้ำเสีย	มก./ลบ.ตม.
	W	=	ความเร็วรอบในการหมุน	รอบ/นาที
	a, b	=	ค่าคงที่	

ตารางที่ 3.1 ผลการทำงานอย่างย่อ ๆ ของ อารีบิซชนิดต่าง ๆ ¹⁷

ระบบบำบัด	ผู้ทำการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ ในการทดลอง	ชนิดของน้ำเสีย	ความเร็ว ในการหมุน รอบ/นาที	ปริมาณบรรทุก กก.ซีไอส์/ลบ.ม./วัน	พื้นที่บรรทุก ก.ซีไอส์/ตร.ม./วัน	% ซีไอส์ที่ ถูกกำจัด
ROTATING BIOLOGICAL DISC FILTERS	SUWANNARAT (1968)	BDF	โรงงานอาหารนม	0.5	2.75	11	98 ซีไอส์
	WELCH (1969)	RBC	น้ำเสียสังเคราะห์	20	-	4-8	65 ซีไอส์
	CHITENDEN & WELIS (1970)	RBC	โรงงานเยื่อกระดาษ	3	-	9	83.2 ซีไอส์
	ANTONIE (1970)	BIO-DISC	บ้านเรือน	-	2.3	9.5	90 ซีไอส์
	NAIR (1971)	BDF	โรงงานผลิตน้ำอัดลม	10	4	20	95 ซีไอส์
			บ้านเรือน	10	2.4	24	85 ซีไอส์
	BIRSK & HYNEK (1971)	BIO-DISC	โรงงานผลิตเนย	2	-	9.4	95 ซีไอส์
	WPRL (1971)	BIO-DISC	บ้านเรือน	1	1.65	6-10	98 ซีไอส์
	SIMPSON (1972)	BDU	บ้านเรือน	-	1.3	-	96.5 ซีไอส์
	SHIEH (1972)	BDF	โรงงานผลิตน้ำอัดลม	10	6	25	86.5 ซีไอส์
	WENG (1972)	BFFRD	น้ำเสียสังเคราะห์	-	1.8	6.15	89 ซีไอส์
	CHEN (1973)	BDF	โรงงานผลิตน้ำอัดลม	5	-	16-30	60-85 ซีไอส์
	COCHRANE & DOSTAL (1972)	RBC	โรงงานอาหารมันฝรั่ง	10	-	15.18	92 ซีไอส์
				10	-	16.4	96 ซีไอส์
				20	-	49	95 ซีไอส์
ANTONIE & MIELKE (1974)	Full-Scale Treatment Plant	บ้านเรือน	2	-	11-18.7	85 ซีไอส์	
				-	1.895-3.24	95 ซีไอส์	

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ระบบบำบัด	ผู้ทำการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	ชนิดของน้ำเสีย	ความเร็วในการหมุนรอบ/นาที	ปริมาณบรรทุก กก.ซีโอไซด์/ลบ.ม./วัน	พื้นที่บรรทุก ก.ซีโอไซด์/ตร.ม./วัน	% ซีโอไซด์ ถูกกำจัด
ROTATING BIOLOGICAL DRUM FILTERS	VITONPANYAKIJ (1976)	RBC	น้ำเสียสังเคราะห์	5	3 3	-	90 ซีโอไซด์
	SORENSEN (1974)	BIO-DRUM	บ้านเรือน	2.5	2.158	21.16	76.5 ซีโอไซด์
	EURO-MATIC (1974)	BIO-DRUM	บ้านเรือน	7.5	4.53	44.4	57.5 ซีโอไซด์
	EURO-MATIC (1974)	BIO-DRUM	โรงงานผลิตอาหารนม	10	2.93	-	94.5 ซีโอไซด์
	WPRL (1971)	5.08 Cm Rings	บ้านเรือน	6	1.16	11.2	90 ซีโอไซด์
		2.54 Cm Rings			1.21	7.1	94.2 ซีโอไซด์
		2.54 Cm Rings			1.62	7.5	87 ซีโอไซด์



$\frac{dC}{dy}$ = ความแตกต่างของความเข้มข้นในแนวตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด มก./ลบ.ซม.-ซม.

Lewis และ Whitman²⁸ ได้ตั้งสมมติฐานการถ่ายเทมวลระหว่างเฟส (phase) 2 ขึ้นว่า การถ่ายเทออกซิเจนจากบรรยากาศจะผ่านฟิล์มน้ำนิ่งซึ่งอยู่ระหว่างชั้นของก๊าซและของเหลว ไปยังมวลของเหลวที่มีการเคลื่อนไหวจนกว่าความเข้มข้นของออกซิเจนในผิวทั้งสองเท่ากัน ซึ่งแผนผังสมมติฐานของ Lewis และ Whitman แสดงในรูปที่ 3.2 ผลจากสมมติฐานนี้จะได้สมการเช่นเดียวกับของ Fick แต่เนื่องจากการถ่ายออกซิเจนเกิดขึ้นเร็วมาก ดังนั้น การถ่ายเทมวลในฟิล์มน้ำสามารถเขียนได้เป็น

$No = K_L(C_S - C_L)$ (3.5)

No = อัตราการถ่ายเทออกซิเจนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ฟิล์มน้ำ มก./ตร.ซม.-วินาที

เมื่อ K_L = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทออกซิเจนของฟิล์มน้ำ ซม./วินาที

C_S = ความเข้มข้นอิ่มตัวของออกซิเจนในบรรยากาศ มก./ลบ.ดม.

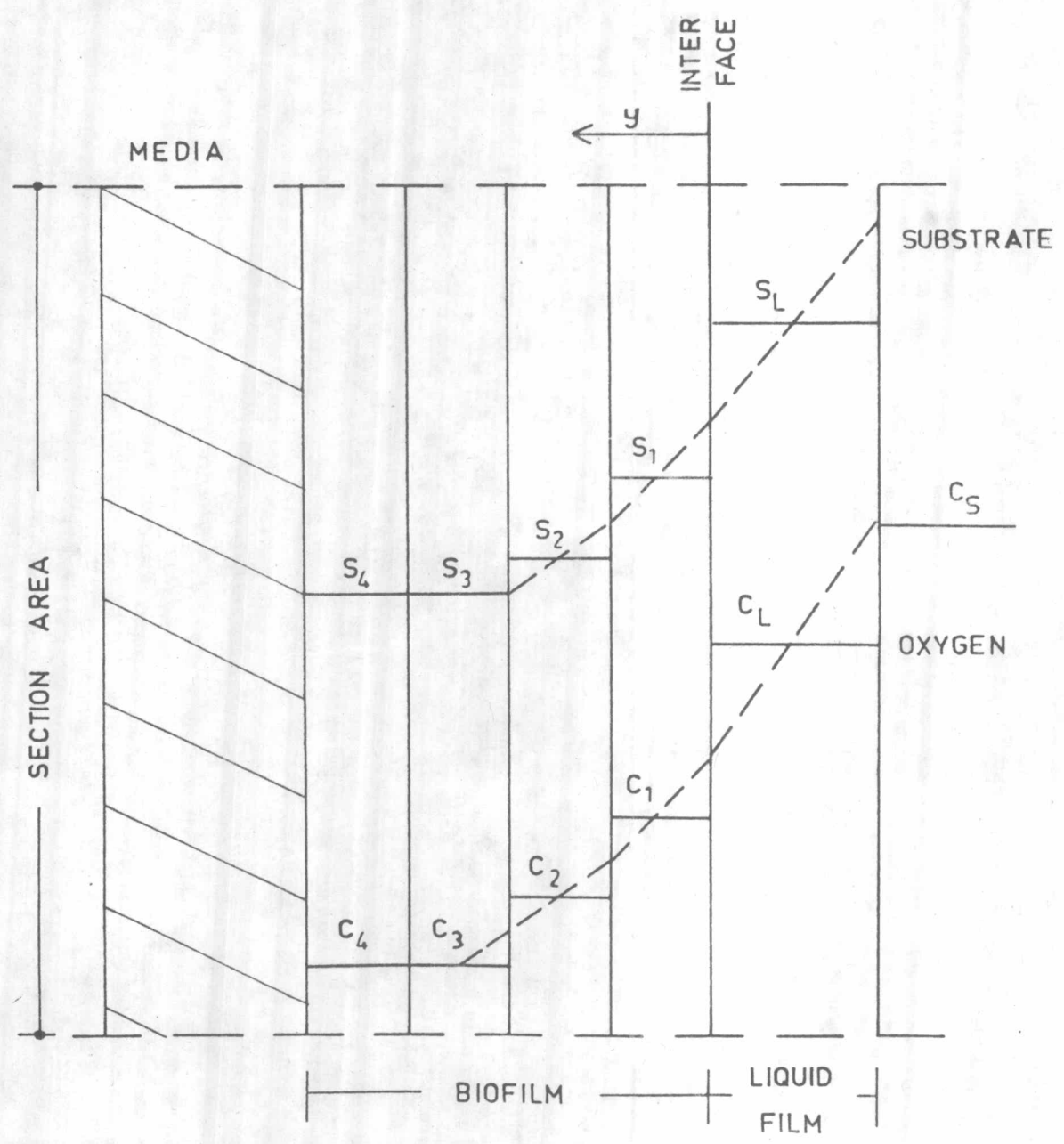
C_L = ความเข้มข้นของออกซิเจนในฟิล์มน้ำ มก./ลบ.ดม.

สมมติว่าชั้นฟิล์มน้ำอยู่นิ่ง สัมประสิทธิ์การถ่ายเทออกซิเจน K_L ระหว่างเมือกจุลชีพกับฟิล์มน้ำและฟิล์มน้ำที่มีบรรยากาศ จะมีค่าเท่ากัน

Danckwertz²⁹ ได้หาสัมประสิทธิ์การถ่ายเทของออกซิเจนในฟิล์มน้ำ K_L พบว่าเป็นกรณีที่สองของผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายผ่านฟิล์มน้ำ (diffusivity) กับอัตราการเปลี่ยนผิวใหม่ (rate of surface renewal) ดังสมการ

$K_L = (Do \times r)^{\frac{1}{2}}$ (3.6)

เมื่อ r = อัตราการเปลี่ยนผิวใหม่



รูปที่ 3.2 โครงสร้างของเมือกจุลินทรีย์บนวัสดุยึดเกาะ

จากสมการที่ (3.5) และ (3.6) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$N_o = (D_o \times r)^{\frac{1}{2}} (C_S - C_L) \dots\dots\dots (3.7)$$

สำหรับส่วนที่จุ่มน้ำก็จะมี การถ่ายเทออกซิเจนเช่นเดียวกัน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทออกซิเจน (K_L) จะขึ้นอยู่กับความปั่นป่วนของน้ำ อุณหภูมิ; ความลึกและความเข้มข้นของสารละลายในน้ำ ซึ่งค่า K_L ที่อุณหภูมิ $T^{\circ}\text{C}$. จะมีความสัมพันธ์กับค่า K_L ที่อุณหภูมิ 20°C . ดังสมการ

$$K_{LT} = K_{L(20)} (1.02)^{(T-20)} \dots\dots\dots (3.8)$$

ส่วนการถ่ายเทซีสเตรทนั้นมีหลักการเช่นเดียวกับการถ่ายเทออกซิเจนบนเมือกจุลชีพ อัตราการถ่ายเทซีสเตรทจากน้ำไปให้เมือกจุลชีพ โดยผ่านหนึ่งหน่วยพื้นที่ของชั้นฟิล์มน้ำนิ่งต่อเวลาเรียกว่า ฟลักซ์ (Flux), N_S เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความต่างของความเข้มข้นของซีสเตรทที่ผ่านชั้นฟิล์มน้ำนิ่ง (ดูรูปที่ 3.2) นั่นคือ³⁰

$$N_S = K_S (S_L - S) \dots\dots\dots (3.9)$$

เมื่อ	N_S	=	อัตราการถ่ายเทซีสเตรท	ชม./ตร.ชม.-วินาที
	K_S	=	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทซีสเตรท	ชม./วินาที
	S_L	=	ความเข้มข้นของซีสเตรทในของเหลว	มก./ลบ.ตม.
	S	=	ความเข้มข้นของซีสเตรทในเมือกจุลชีพ	มก./ลบ.ตม.

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทซีสเตรท (K_S) ได้รวบรวมเอาอิทธิพลของการแพร่กระจายและการพา (Diffusion และ Convection) เข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้น K_S จึงขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของของเหลว (ความหนาแน่น ความหนืด) ความปั่นป่วนของน้ำและการแพร่ของซีสเตรทในน้ำ³⁰

มันสัน³⁰ ได้อ้างถึงผลงานของ Mixon และ Carrery ซึ่งได้สร้างสมการของ K_S สำหรับของเหลวที่ไหลผ่านแผ่นวัตถุแบน ดังนี้

สำหรับความเร็วของน้ำที่ไหลคงที่ในแนวแกนและแนวตั้งฉาก

$$K_S = 1.13 v S_c^{-1/2} R_e^{-1/2} \dots\dots\dots(3.10)$$

สำหรับความเร็วที่กำหนด โดย Laminar boundary layer theory

$$K_S = 0.817 v S_c^{-2/3} R_e^{-1/2}$$

- เมื่อ v = ความเร็วของน้ำ ม./วินาที
- S_c = Schemidt Number = $v/\rho D$
- R_e = Remold Number = $v\rho d/\mu$
- μ = ความหนืดของของเหลว กก./ม.-วินาที
- ρ = ความหนาแน่นของของเหลว กก./ลบ.ม.
- D = Diffusivity ของซับสเตรทในของเหลว ตร.ม./วินาที
- d = ความลึก ม.

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของจุลชีพกับการบริโภคซับสเตรท

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของจุลชีพกับอัตราการบริโภคซับสเตรท
 ที่สภาวะสมดุล สามารถเขียนได้เป็น^{31, 32}

ซับสเตรทที่เข้าถึงปฏิกิริยา - ซับสเตรทที่ออกจากถังปฏิกิริยา

- ซับสเตรทที่ถูกบริโภคโดยเมือกจุลชีพ - ซับสเตรทที่ถูกบริโภคโดยตะกอนจุลชีพ
 แชนวลอย = 0

นั่นคือ

$$F \cdot S_0 - F \cdot S_1 - \mu a \cdot \frac{Xa}{Ya} \cdot Aw - \mu s \cdot \frac{Xs}{Ys} \cdot V = 0 \dots\dots\dots(3.11)$$

เมื่อ	F	= อัตราไหลของน้ำทิ้ง	ลบ.คม./วินาที
	S_0	= ความเข้มข้นของซับสเตรทที่เข้าระบบ	มก./ลบ.คม.
	S_1	= ความเข้มข้นของซับสเตรทที่ออกจากระบบ	มก./ลบ.คม.
	μ_a	= อัตราการบริโภคซับสเตรทต่อหน่วยน้ำหนักต่อวัน	
	μ_s	= อัตราการบริโภคซับสเตรทต่อหน่วยน้ำหนักจุลชีพต่อวัน	
	Y_a	= สัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตของเมือกจุลชีพ $\left(\frac{\text{กก. จุลชีพที่เกิด}}{\text{กก. ซับสเตรทที่ถูกบริโภค}} \right)$	
	Y_s	= สัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตของตะกอนจุลชีพ $\left(\frac{\text{กก. จุลชีพที่เกิด}}{\text{กก. ซับสเตรทที่ถูกบริโภค}} \right)$	
	X_a	= น้ำหนักเมือกจุลชีพต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่อาร์พีซี	ก/ตร.ม.
	X_s	= ความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพ	มก./ลบ.คม.
	A_w	= พื้นที่ผิวเปียกของอาร์พีซี	ตร.ม.
	V	= ปริมาณน้ำเสียในถังปฏิกรณ์	ลบ.ม.

ในการทำงานของ อาร์พีซี ปริมาณของจุลชีพแขวนลอย เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเมือกจุลชีพจะน้อยมาก ดังนั้น สมการของซับสเตรทที่ถูกบริโภคโดยจุลชีพแขวนลอยสามารถตัดออกไปได้³¹ สมการที่ (3.11) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$F \cdot S_0 - F \cdot S_1 - \mu_a \cdot \frac{X_a}{Y_a} \cdot A_w = 0 \quad \dots\dots\dots (3.12)$$

จากสมการของ Monod³³

$$\mu_a = \frac{\mu_{\max} \cdot S_1}{K_s + S_1} \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

เมื่อ	μ_{\max}	= อัตราการบริโภคซับสเตรทสูงสุดต่อหน่วยน้ำหนักของจุลชีพต่อวัน	
	K_s	= ความเข้มข้นของซับสเตรทในน้ำทิ้งที่จุดซึ่งอัตราการบริโภคซับสเตรทเท่ากับครึ่งหนึ่งของอัตราสูงสุด	มก./ลบ.คม.

สมการที่ (3.12) และ (3.13) สามารถเขียนได้เป็น

$$F \cdot S_0 - F \cdot S_1 - \left(\frac{\mu_{\max}}{Y_a} \right) \cdot X_a \cdot A_w \cdot \frac{S_1}{K_s + S_1} = 0 \quad \dots\dots\dots (3.14)$$

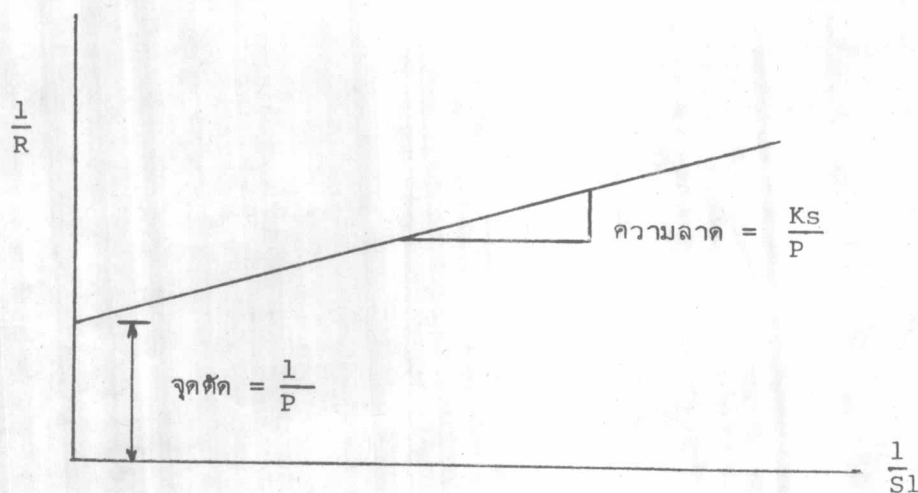
$$\text{สมมติว่า } P = \left(\frac{\mu_{\max}}{Y_a} \right) \cdot X_a \quad \dots\dots\dots (3.15)$$

$$\text{และ } R = F(S_0 - S_1) / A_w \quad \dots\dots\dots (3.16)$$

สมการที่ (3.14) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$\frac{1}{R} = \left(\frac{K_s}{P} \right) \frac{1}{S_1} + \frac{1}{P} \quad \dots\dots\dots (3.17)$$

จากสมการที่ (3.17) สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\frac{1}{R}$ กับ $\frac{1}{S_1}$ ได้เป็น
กราฟเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง $\frac{1}{R}$ กับ $\frac{1}{S_1}$

จากกราฟจะได้ค่า K_s และ P ส่วนค่า Y_a และ μ_{\max} สามารถหาได้จากการ
คำนวณ 31, 34



3.6 ชนิดจุลชีพบนวัสดุยึดเกาะ

โดยปกติแล้วชนิดจุลชีพที่เกิดบนผิวของวัสดุยึดเกาะจะขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำเสียและสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองที่ผ่านมาพบว่าลักษณะของเมือกจุลชีพจะมีลักษณะแตกต่างกันตามระยะเวลาเก็บกัก และตอนของอาร์บิซี เช่น ในกรณีที่อินทรีย์บรรทุกสูง เมือกจุลชีพที่เกิดขึ้นในตอนแรก ๆ ของระบบอาร์บิซีจะมีสีขาว-เทา ตอนถัดมาจะเป็นสีน้ำตาลอ่อน และในตอนสุดท้ายจะมีสีน้ำตาลเข้ม¹⁶ จากการส่องกล้องจุลทัศน์จะพบรา ประเภท *Geotrichum candidum* และพบจุลชีพประเภท *Escherichia coli*, *Aerobacter aregenes*, *Enterococcus*, *Zoogloea ramingeri* และ *Sphaerotilus natans* นอกจากนี้ยังพบ *Beggiatoa*, *Free swimming ciliate*, *Stalked protozoa*, *Rotifers* และ *Nematodes*¹⁶

3.7 การออกแบบ

ตามปกติแล้ว ดังปฏิกริยาที่มีการกวนอย่างสมบูรณ์ (CSTR) ต่อกันแบบอนุกรม จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าดังปฏิกริยาที่มีการกวนอย่างสมบูรณ์ถังใหญ่เพียงถังเดียว นอกจากนี้การใช้ดังปฏิกริยาหลายถังต่อกันอย่างอนุกรมยังช่วยทำให้มีจุลชีพชนิดต่าง ๆ ที่ปรับตัวเองให้เหมาะสมกับลักษณะน้ำเสียในแต่ละถังนั้น ๆ อีกด้วย ทำให้การบำบัดน้ำเสียเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์มากกว่า ดังนั้นระบบอาร์บิซีจึงถูกออกแบบและทำงานอย่างอนุกรมที่มีดังปฏิกริยาหลายตอน วิธีการออกแบบสามารถทำได้ 2 วิธีคือ³⁴

3.7.1 ออกแบบด้วยวิธีวิเคราะห์

สมการที่ใช้ในการออกแบบด้วยวิธีวิเคราะห์คือ ผลของสมการ (3.14), (3.15) และ (3.16) ซึ่งสามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$A_{w_n} = F (S_0 - S_1) \left[\left(\frac{K_s}{P} \right) \frac{1}{S_1} + \frac{1}{P} \right] \dots \dots \dots (3.18)$$

ค่า K_s และ P สามารถหาได้จากการทำงานจำลอง

สมการที่ (3.18) นี้สามารถคำนวณหาค่าพื้นที่ผิวเปียกของวัสดุยึดเกาะ A_w ที่ใช้ในการบำบัดซับสเตรท จาก S_0 ให้เหลือ S_1 ได้ (โดยใช้ถังปฏิกรณ์เพียงถังเดียว) สำหรับถังปฏิกรณ์ "n" ดังที่ต่อกันอย่างอนุกรม พื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะในถังแต่ละถังคือ

$$A_{w_n} = F (S_{n-1} - S_n) \left[\frac{K_s}{P_n} \frac{1}{S_n} - \frac{1}{P_n} \right] \dots\dots\dots(3.19)$$

โดยที่ $n = 1, 2, 3, \dots\dots\dots, n.$

3.7.2 การออกแบบด้วยวิธีกราฟ

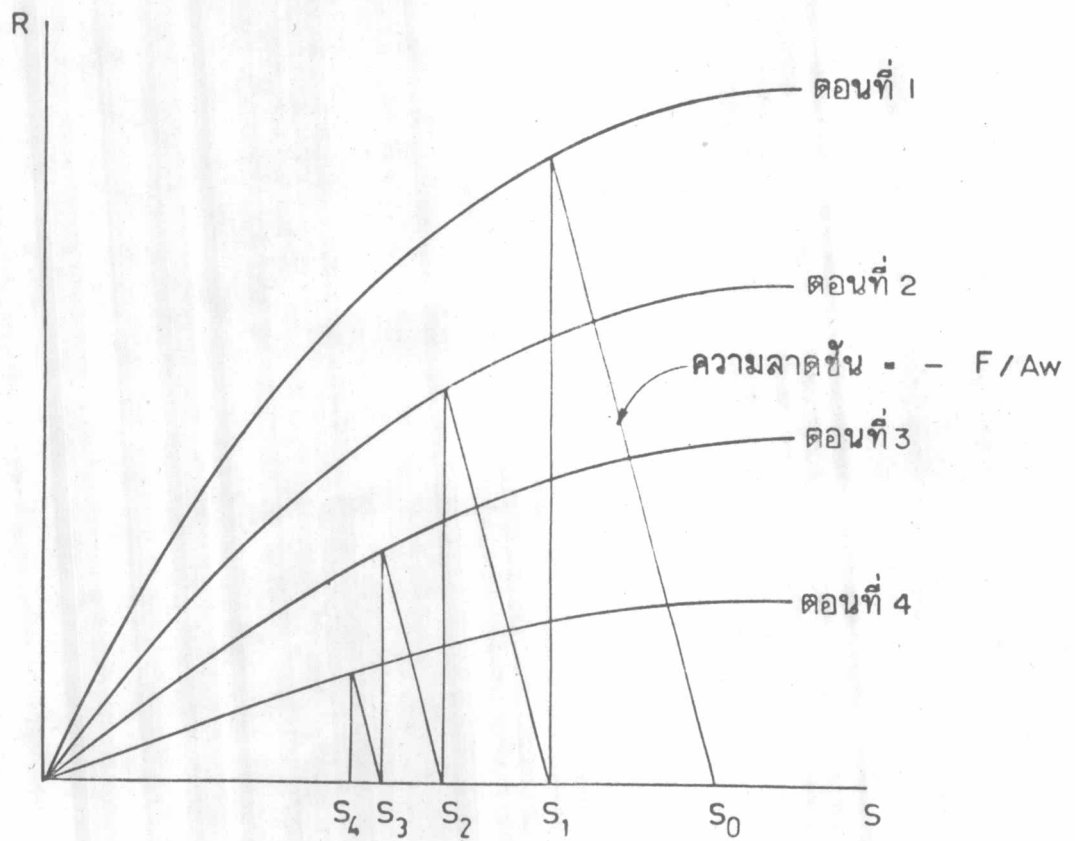
จากสมการที่ (3.16)

$$R = \frac{F}{A_w} (S_0 - S_1) \dots\dots\dots(3.16)$$

สามารถเขียนกราฟระหว่างอัตราการบริโภคซับสเตรทต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เปียกของวัสดุยึดเกาะ (R) กับความเข้มข้นของซับสเตรทที่ออกจากถังปฏิกรณ์ (S_1) ดังรูปที่ 3.3 (กราฟนี้หาได้จากการทดลองโดยหุ่นจำลอง)

ในการหาพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะของอาร์บิซี ทำได้โดยการกำหนดค่า S_0 ลากเส้นตรงจากจุด S_0 ไปตัดเส้นกราฟของถังที่ 1 ซึ่งมีพิกัด S_1 ความชันของเส้นตรงนี้มีค่าเท่ากับ $-F/A_w$ สามารถคำนวณหา A_w ของถังปฏิกรณ์ที่ 1 ได้ เมื่อต้องการคำนวณหาพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะในถังที่ 2 ก็สามารหหาได้เช่นเดียวกัน การออกแบบวิธีนี้คือซับสเตรทเฉพาะพวกคาร์โบเนเชียส (Carbonaceous) เท่านั้นไม่ได้เกี่ยวกับไนโตรเจน

ก่อนที่จะทำการออกแบบตามวิธีดังกล่าวมา จำเป็นต้องทราบอัตราการบริโภคซับสเตรทที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของซับสเตรทในน้ำเสียก่อน เพื่อที่จะสามารถสร้างกราฟ R และ S ได้ ดังกล่าวจะหาได้โดยการให้หุ่นจำลองอาร์บิซีที่มีลักษณะเหมือนของจริงที่จะใช้ ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาในการขยายมาตราส่วนให้เหลือน้อยที่สุด³⁴



รูปที่ 3.4

ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าอัตราการบริโภคขั้นเด็ดขาด (R) กับ ค่าความเข้มข้นของขั้นเด็ดขาด (S) ของระบบ อาร์บิซี ที่ ต่อกัน 4 ตอน อย่างอนุกรม

3.8 องค์ประกอบที่มีผลต่อการออกแบบระบบ อาร์พีซี

องค์ประกอบที่สำคัญในการออกแบบระบบอาร์พีซี มีดังนี้

1. ความเร็วรอบในการหมุน
2. จำนวนตอนของ อาร์พีซี
3. อุณหภูมิของน้ำเสีย
4. ส่วนย่อยตะกอน
5. การหมุนเวียนของน้ำทิ้ง

3.8.1 ความเร็วรอบในการหมุน

เป็นปัจจัยที่สำคัญเพราะมีอิทธิพลต่อการถ่ายเทออกซิเจนและซับสเตรทของระบบอาร์พีซี กล่าวคือ ประการแรกเป็นผลให้มีการเพิ่มระดับความเข้มข้นออกซิเจนของน้ำเสีย และประการที่สองเป็นการกระตุ้นให้ออกซิเจนและซับสเตรทในน้ำเสียเจาะลึกเข้าไปในเมือกจุลชีพ ดังนั้นประสิทธิภาพในการกำจัดซับสเตรทจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของวัสดุยึดเกาะ จนกระทั่งถึงความเร็วระดับหนึ่ง ซึ่งหลังจากความเร็วระดับนี้ประสิทธิภาพการกำจัดซับสเตรทจะคงที่¹⁶ อย่างไรก็ตามการเพิ่มความเร็วในการหมุนจะต้องใช้พลังงานในการบำบัดน้ำเสียเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงควรพิจารณาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการเพิ่มพลังงานในการหมุนกับค่าใช้จ่ายในการเพิ่มพื้นที่ของวัสดุยึดเกาะว่า วิธีใดเหมาะสมที่สุด³⁵ สำหรับน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน ชีตจำกัดความเร็วของวัสดุยึดเกาะมีค่าประมาณ 60 ฟุตต่อนาที (วัตที่เส้นรอบรูป) ถ้าความเร็วเกินนี้เมือกจุลชีพอาจหลุดจากวัสดุยึดเกาะและถ้าความเร็วช้ากว่านี้จะทำให้อัตราการถ่ายเทออกซิเจนเป็นไปได้ไม่ดี

3.8.2 จำนวนตอนของ อาร์พีซี

การใช้อาร์พีซีหลายชุดต่อกันอย่างอนุกรม จะมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงกว่าการที่เพียงชุดเดียว ซึ่งเหตุผลที่สนับสนุนมีอยู่สองประการคือ

ประการแรก จากการที่มีอาร์บิซีหลายชุดต่อกัน จุลชีพที่เกิดบนผิววัสดุยึดเกาะแต่ละชุดจะมีคุณสมบัติเหมาะสมกับความเข้มข้นของน้ำทิ้งที่ไหลผ่านอาร์บิซีในชุดนั้น ๆ ทำให้การกำจัดซบสเตรทโดยจุลชีพได้ผลเต็มที่

ประการที่สอง เนื่องจากระบบอาร์บิซีมีการกำจัดซบสเตรทแบบที่เชื่อกันว่าเป็นแบบปฏิกิริยาลำดับหนึ่ง (1 st. order reaction) การมีอาร์บิซีหลายชุดต่อกันอย่างอนุกรมจะทำให้ปฏิกิริยาเข้าใกล้แบบปลั๊กโฟลว์ (plug flow) มากขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดซบสเตรทที่เกิดขึ้นในอาร์บิซีชุดแรก ๆ จะมากกว่าในชุดถัดไป แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อคิดประสิทธิภาพในการกำจัดซบสเตรททั้งระบบ ระบบอาร์บิซีที่มีหลายตอนจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบที่มีขนาดใหญ่ตอนเดียว³⁵

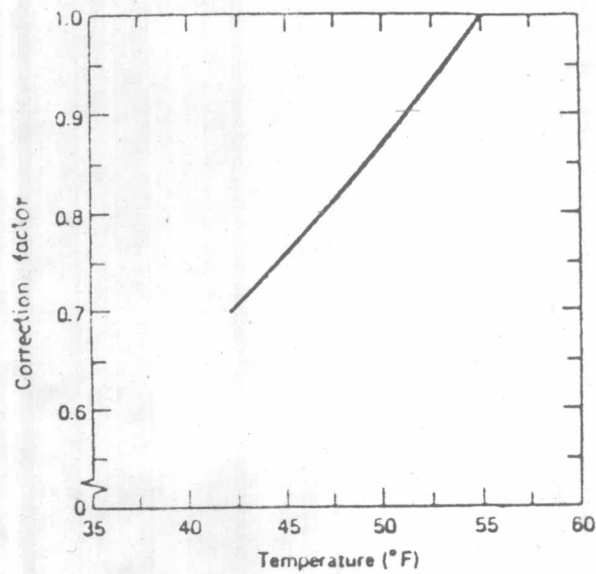
ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานต่าง ๆ ที่มีความเข้มข้นของซบสเตรทสูง หรือมีความยากในการบำบัด ควรจะมีอาร์บิซีอย่างน้อย 4 ตอนขึ้นไป แต่ถ้าความเข้มข้นของซบสเตรทสูงมาก ๆ อาร์บิซีตอนแรก ๆ ควรจะมีขนาดใหญ่กว่าตอนถัด ๆ ไป เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจน

3.8.3 อุณหภูมิของน้ำเสีย

ปกติอุณหภูมิระหว่าง 13°C.- 30°C. จะไม่มีผลต่อการกำจัดซบสเตรท^{24, 35} แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 13°C. ประสิทธิภาพการกำจัดซบสเตรทจะลดอย่างรวดเร็ว ดังนั้น ถ้าให้ระบบอาร์บิซีทำงานบำบัดน้ำเสียที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 13°C. จำต้องมีค่าปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ เพื่อให้นำไปคำนวณหาพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะที่ต้องสร้างเพิ่มขึ้นจากเดิมในกรณีที่น้ำเสียมีอุณหภูมิต่ำ ๆ³⁵ ค่าปรับแก้ความคลาดเคลื่อนแสดงในรูปที่ 3.5

3.8.4 ส่วนย่อยตะกอน (Digestion Chamber)

ส่วนย่อยตะกอนซึ่งอยู่ด้านล่างถึงปฏิกิริยาจะทำหน้าที่รองรับ เมื่อกจุลชีพที่หลุดจากวัสดุยึดเกาะ จากการทดลองของ Nair¹⁸ พบว่าในกรณีที่น้ำเสียดิบมีอาหารเสริมไม่เพียงพอ



รูปที่ 3.5 ค่าปรับแก้ความคลาดเคลื่อน เนื่องจากอุณหภูมิ³⁵

(ขาดไนโตรเจน) จะสามารถเติมอาหารเสริมจากภายนอกเพียงเล็กน้อย ก็จะทำให้ระบบอาร์บีสทำงานได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากการทดแทนของไนโตรเจนโดยเกิดปฏิกิริยาย่อยสลายตะกอนในส่วนย่อยตะกอน ซึ่งเป็นการเพิ่มอาหารเสริมในน้ำเสียโดยปริยาย และนอกจากนั้น ยังช่วยกำจัดตะกอนแขวนลอยของระบบอาร์บีสให้น้อยลงอีกด้วย

3.8.5 การหมุนเวียนของน้ำทิ้ง

ในระบบโปรยกรอง มีการหมุนเวียนของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วเข้าสู่ระบบอีก เพื่อ³⁶

- 1). เป็นการลดความเข้มข้นของซับสเตรทของน้ำเสียดิบที่จะเข้าระบบกำจัด
- 2). เป็นการเพิ่มปริมาตรบรรจุ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสะสมของมวลจุลชีพบริเวณผิววัสดุยึดเกาะชั้นบน อันเป็นสาเหตุทำให้เกิดการอุดตัน
- 3). ในช่วงเวลาที่น้ำเสียมีปริมาณน้อย การหมุนเวียนน้ำทิ้งจะเป็นการลดเวลาการเก็บกักน้ำของบ่อสูบ ทำให้ไม่เกิดสภาวะไร้อากาศซึ่งจะก่อปัญหาเรื่องกลิ่น

เนื่องจากระบบอาร์พีซี มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับระบบโพรยกรอง ดังนั้นการหมุนเวียนน้ำทิ้งจึงน่าจะใช้กับระบบอาร์พีซีได้ เพื่อวัตถุประสงค์เดียวกัน จากการทดลองของ Poon และ Choa²⁵ ในการใช้ระบบอาร์พีซีบำบัดน้ำเสียจากชุมชนที่มีคลอไรด์สูง พบว่าการหมุนเวียนน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดร้อยละ 100-150 ของน้ำเสียดิบ ทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดซัลเฟอร์สูงขึ้น

3.9 ข้อดีและข้อเสียของอาร์พีซี

ข้อดีและข้อเสียของระบบอาร์พีซี เมื่อเทียบกับระบบบำบัดน้ำทิ้งชนิดอื่น สามารถสรุปได้ดังนี้

3.9.1 ค่าก่อสร้างและอุปกรณ์ต่าง ๆ¹⁶

อาร์พีซี เป็นระบบง่าย ๆ และค่าใช้จ่ายไม่แพง ถึงปฏิกิริยาจะประกอบด้วยวัสดุยึดเกาะและแกนหมุน ซึ่งถึงปฏิกิริยาสามารถออกแบบให้รวมส่วนย่อยตะกอนอยู่ได้ถึงปฏิกิริยา ทำให้ใช้พื้นที่น้อยกว่าระบบเลี้ยงตะกอนที่จำเป็นต้องมีโรงกำจัดตะกอน (Sludge disposal) อยู่ด้วย เหมาะสำหรับบริเวณชุมชนซึ่งที่ดินราคาแพง ระบบโพรยกรองเป็นระบบที่ใช้พื้นที่มากกว่า และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างแพงกว่าอาร์พีซีด้วย Labella et al³⁷ ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตเหล้าอู๋งุ่น ซึ่งมีปริมาณน้ำเสียวันละ 0.4 ล้านแกลลอนต่อวัน พบว่าค่าก่อสร้างอาร์พีซีถูกกว่าระบบเลี้ยงตะกอน 12,000 เหรียญ (ปี ค.ศ. 1972) และค่าดำเนินการตลอดปีของระบบอาร์พีซีถูกกว่า ระบบเลี้ยงตะกอน 6,000 เหรียญ

3.9.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ³⁸

ข้อดีที่สุดของระบบอาร์พีซี คือ ใช้พลังงานต่ำ เนื่องจากวัสดุยึดเกาะมีน้ำหนักเบาและหมุนช้า ทำให้เกิดแรงเสียดทานบนแกนหมุนค่อนข้างต่ำ นั่นคือ ต้องการพลังงานเพียงเพื่อเอาชนะแรงเสียดทานที่เกิดจากการหมุนของวัสดุยึดเกาะในน้ำเท่านั้น ปรากฏว่า ระบบอาร์พีซี

ต้องการพลังงานเพียง 1/5 ถึง 1/3 ของระบบเลี้ยงตะกอน (Conventional activated sludge) ระบบอาร์พีซี จึงเป็นระบบที่ประหยัดพลังงาน เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันที่พลังงานขาดแคลนและราคาแพง

3.9.3 การบำรุงรักษา³⁸

ระบบอาร์พีซี ใช้เครื่องจักรกลที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเหมือนระบบบำบัดน้ำเสียชนิดอื่น ๆ เครื่องจักรกลที่ใช้ ได้แก่ มอเตอร์ และโซ่สายพาน การบำรุงรักษาจึงเพียงแต่ตรวจและเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นเท่านั้น จึงเหมาะกับประเทศที่กำลังพัฒนาซึ่งขาดแคลนผู้ชำนาญการ

3.9.4 ความยากง่ายในการทำงาน³⁸

ระบบอาร์พีซีไม่จำเป็นต้องควบคุมความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในถังปฏิกริยาเหมือนระบบเลี้ยงตะกอน จึงไม่มีการหมุนเวียนกลับของตะกอน (Sludge recycle) เนื่องจากเมือกจุลชีพบนวัสดุยึดเกาะจะชุ่มน้ำตลอดเวลา เมื่อเมือกจุลชีพหนาขึ้นจะถูกแรงเฉือนระหว่างวัสดุยึดเกาะกับน้ำ ทำให้เมือกจุลชีพหลุดออกจากวัสดุยึดเกาะ จึงมักไม่มีปัญหาอุดตันบนวัสดุยึดเกาะเหมือนในระบบโปรยกรอง ทำให้เห็นได้ว่าระบบอาร์พีซีง่ายต่อการควบคุมและดำเนินการ

3.9.5 ความสามารถในการรับอินทรีย์บรรทุก³⁹

เนื่องจากปริมาณจุลชีพที่เกาะบนวัสดุยึดเกาะมีความเข้มข้นประมาณ 17,000 มก./ลบ.คม. (น้ำหนักมวลจุลชีพที่เกาะบนวัสดุยึดเกาะต่อปริมาตรน้ำในถังปฏิกริยา) และถ้าคำนวณปรับให้อยู่ในรูป เอฟ:เอ็ม (อาหาร:มวลจุลชีพจะมีค่าประมาณ 0.02 ถึง 0.05³⁹ โดยใช้น้ำเสียจากชุมชนเป็นซับสเตรท เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเลี้ยงตะกอนทั่วไป ซึ่งมีค่า เอฟ:เอ็ม ประมาณ 0.3 แสดงว่าระบบอาร์พีซีมีมวลจุลชีพมากกว่าระบบเลี้ยงตะกอน นั่นคือระบบอาร์พีซีสามารถบำบัดน้ำเสียมีความเข้มข้นของซับสเตรทสูง ๆ ได้ดีกว่าระบบเลี้ยงตะกอน

3.9.6 ความสามารถทนต่อภาวะผิดปกติโดยเฉียบพลัน (Shock loading)¹⁷⁾

เนื่องจากระบบอาร์พีซีจุลชีพที่เกิดเป็นแบบเมือก ดังนั้นจึงสามารถทนต่อภาวะผิดปกติโดยเฉียบพลันของน้ำเสียได้ดีกว่าระบบเลี้ยงตะกอน เนื่องจากเมือกจุลชีพที่อยู่บนวัสดุยึดเกาะจะสามารถย่อยซับสเตรทในน้ำเสียได้จำนวนหนึ่ง อย่างสม่ำเสมอไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะใดก็ตาม ทำให้การทำงานของ อาร์พีซีสามารถคืนตัวสู่สภาพปกติเนื่องจากภาวะผิดปกติโดยเฉียบพลันได้เร็ว

3.9.7 ลักษณะเลน (Sludge) ที่เกิดขึ้น³⁸⁾

ระบบอาร์พีซี จะผลิตมวลจุลชีพได้มากเช่นเดียวกับระบบเลี้ยงตะกอน แต่ตะกอนจุลชีพของระบบอาร์พีซีเป็นตะกอนที่เกิดจากการหลุดของเมือกจุลชีพ ซึ่งมีความเข้มข้นสูงและหนาแน่น ทำให้มีน้ำหนักมาก จึงจมตัวง่าย ดังนั้นถังตกตะกอนที่ใช้จึงไม่จำเป็นต้องออกแบบให้มีขนาดใหญ่เหมือนระบบเลี้ยงตะกอน เมือกจุลชีพที่จมตัวลงสู่เบื้องล่างของถังตกตะกอน จะเป็นเลนที่มีความเข้มข้นสูง ค่าใช้จ่ายในการกำจัดเลนเหล่านี้จึงต่ำกว่าระบบอื่น เพราะวาระบบกำจัดตะกอน (Thickener และ Digester) ที่ใช้ในการกำจัดไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่