

การวิจารณ์ผลการทดลอง

6.1 อิทธิพลที่มีผลกระทบต่อการกำจัดไนโตรเจน ( TKN )

ในการกำจัดไนโตรเจนด้วยระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ และ ระบบแเอเรตเต็ดลากูนนัน การกำจัดเน้นหนักไปในการสร้างปฏิริยาไนตริฟิเคชัน โดยอาศัยแบคทีเรีย ออกซิโทรพ 2 ชนิด ออกซิโคช TKN ให้ไปอยู่ในรูปของไนเตรต ก่อนที่จะทิ้งลงสู่ลำน้ำ ในการออกซิโคช TKN ให้เป็นไนเตรต นั้น จำเป็นต้องมีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อทำให้ปฏิริยาไนตริฟิเคชัน เกิดขึ้นได้โดยสมบูรณ์ จากผลการทดลองทำให้สามารถที่จะสรุปอิทธิพลที่มีต่อการกำจัดไนโตรเจน ด้วยปฏิริยาไนตริฟิเคชันได้ ดังนี้คือ.-

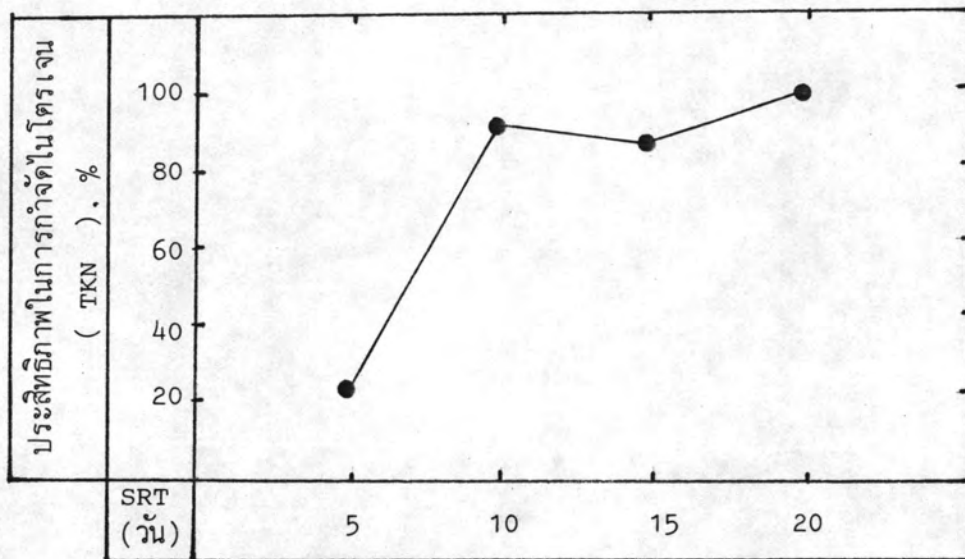
6.1.1 อิทธิพลของ SRT และ HRT

การควบคุม SRT และ HRT ในระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ และ ระบบแเอเรตเต็ดลากูนนัน มีความสำคัญมากในการกำหนดประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจน ( TKN ) การควบคุม SRT ในระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ พบว่า เมื่อควบคุม SRT สูงกว่า 10 วัน จะทำให้ปฏิริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นได้โดยเหลือปริมาณ TKN น้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม TKN ที่ถูกออกซิโคชไปเป็นไนไตรต์ และไนเตรตนั้น เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 ถึง 15 วัน ยังพบว่าปริมาณของไนไตรต์อยู่ ซึ่งแสดงว่าปฏิริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นได้แต่ยังไม่สมบูรณ์ จากผลการทดลองควบคุม SRT ในช่วงดังกล่าว พบว่าสอดคล้องกับการทดลองของ Jenkins และ Garrison (41) ตลอดจนนักวิจัยอีกหลายท่าน (42,43) นักวิจัยเหล่านี้ได้ให้ข้อสรุปว่า ปฏิริยาไนตริฟิเคชันสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 3 วัน และเกิดขึ้นค่อนข้างสมบูรณ์ เมื่อควบคุม SRT มากกว่า 10 วัน จากข้อสรุปดังกล่าว พบว่าเป็นจริง เมื่อทำการทดลองควบคุม SRT ให้สูงขึ้นเป็น 20 วัน ปรากฏว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ( TKN ) มีค่าสูงถึง 99% ปริมาณไนโตรเจน ( TKN ) เกือบทั้งหมดถูกออกซิโคชไปอยู่ในรูปของไนเตรต โดยมีไนไตรต์น้อยมาก ซึ่งแสดงว่า ที่ SRT 20 วัน ปฏิริยาไนตริฟิเคชันสามารถเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนในระบบ

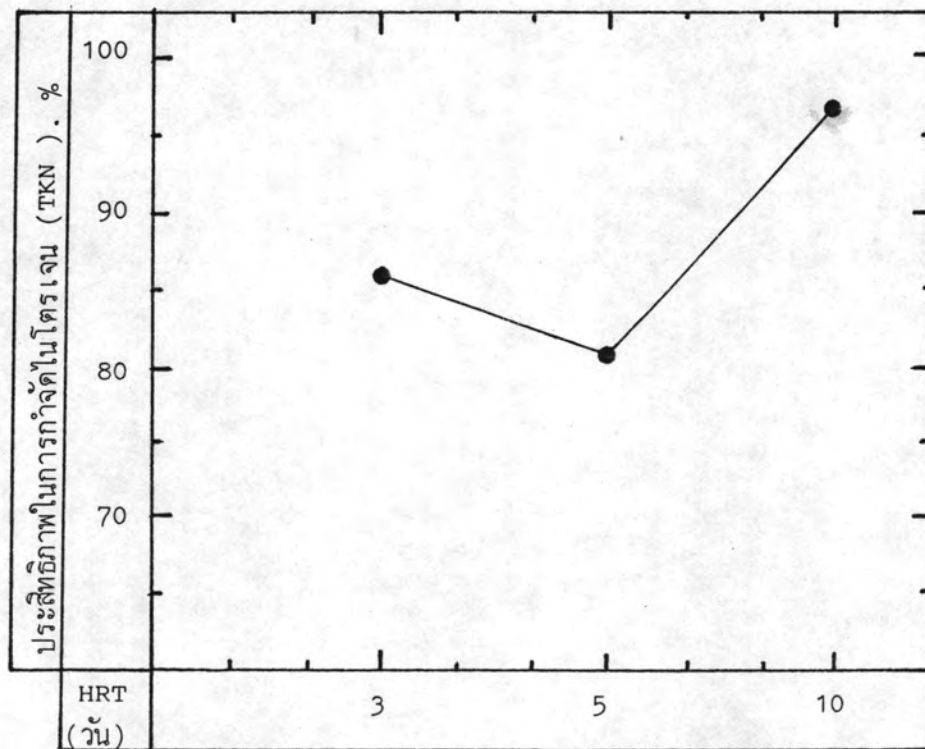
แเอเรตเต็ดลาถูกนั้ ออกแบบเป็นประเภททวนสมบูรณ์ ( Completely mixed ) ที่ไม่มีการหมุนเวียนตะกอนกลับคืน จึงพบว่าตะกอนจุลชีพ ( MLSS ) ในถังเติมอากาศ มีค่าใกล้เคียงกับในน้ำทิ้งมากจากผลการทดลอง พบว่าตะกอนจุลชีพเพิ่มมากขึ้น เมื่อควบคุม HRT ให้มีค่าสูงขึ้นซึ่งแสดงว่าระยะเวลาที่น้ำที่ส่งขึ้นนี้ แยกที่เรียโนตรีฟายเออร์สามารถเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ( TKN ) เพิ่มมากขึ้นด้วย ดังภาพที่ 6.1 และ 6.2

ภาพที่ 6.1 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง SRT กับประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ด้วยระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อควบคุม SRT ให้มีค่าสูงขึ้น จะพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ( TKN ) ก็มีค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย ขณะเดียวกัน ถ้าหากระดับของ SRT ลดต่ำลง ประสิทธิภาพก็ลดต่ำลงด้วย จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 20 , 15 และ 10 วัน พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แต่ที่ SRT เท่ากับ 15 วัน อัตราส่วนไนโตรเจนต่อไนเตรต ในน้ำทิ้งมีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงว่า แยกที่เรียพวกไนโตรเจนแอกเตอร์ได้รับผลกระทบโดยตรง จึงทำให้เปลี่ยนไนโตรเจนไปอยู่ในรูปของไนเตรตได้น้อย เมื่อพิจารณาสภาวะแวดล้อมทั่วไป จะเห็นว่าทั้งระดับ อุณหภูมิและออกซิเจนละลาย มีค่าสูงเพียงพอ ระดับพีเอชเท่านั้นที่พบว่ามีค่าต่ำสุด แสดงว่า ระดับพีเอชอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนลดต่ำลงได้ ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อต่อไป

ภาพที่ 6.2 แสดงผลของการทดลองควบคุมระยะเวลาที่น้ำ ( HRT ) ทั้ง 3 ค่า คือ 3 วัน , 5 วัน และ 10 วัน พบว่า ที่ HRT เท่ากับ 5 วัน ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน มีค่าต่ำกว่าที่ HRT เท่ากับ 3 วัน ซึ่งโดยปกติแล้วประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนที่ HRT เท่ากับ 3 วัน ควรมีค่าต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 การทดลอง ด้วยเหตุที่ผลของแยกที่เรียโนตรีฟายเออร์ มีค่าต่ำมาก ระยะเวลาที่น้ำ ( HRT ) ที่มีระยะเวลานานกว่าจะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนได้มากกว่า ดังนั้น การที่ประสิทธิภาพในการกำจัด ไนโตรเจนที่ HRT เท่ากับ 5 วัน มีค่าต่ำกว่า ที่ HRT เท่ากับ 3 วัน ย่อมแสดงให้เห็นว่า จะต้องมีการปรับปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความผิดปกติขึ้นในปฏิกิริยา เมื่อพิจารณาถึงระดับพีเอช และออกซิเจนละลาย พบว่า อยู่ในช่วงที่พอเหมาะ ดังกล่าวแล้วในตอนต้นว่า แบบจำลอง แเอเรตเต็ดลาถูกนั้ ออกแบบเป็น ประเภททวนสมบูรณ์ไม่มีการหมุนเวียนตะกอนกลับคืน แบบจำลองนี้ไม่สามารถที่จะควบคุมให้เกิดการแพร่กระจายของตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศอย่างทั่วถึงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณส่วนบนของถังเติมอากาศใกล้เคียงกับทางระบายน้ำลง พบว่า มีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย



ภาพที่ 6.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง SRT กับประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน (TKN) ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์



ภาพที่ 6.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง HRT กับประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน (TKN) ระบบแอโรบิกคัลการูม

ต่ำกว่า ทางตอนล่างมากทำให้ไม่สามารถระบายตะกอนแขวนลอยพร้อมกันน้ำทิ้ง ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับในถังเติมอากาศได้ จึงเกิดการสะสมของตะกอนแขวนลอยภายในถังเติมอากาศ ทำให้ระดับ SRT มีค่าสูงขึ้นกว่าความเป็นจริง ซึ่งนับเป็นข้อบกพร่องประการหนึ่งของการออกแบบทางระบายน้ำลง ( Effluent pipe ) ของแบบจำลองดังกล่าว ที่ไม่สามารถควบคุม ให้ระดับของ HRT มีค่าเท่ากับ SRT โดยสมบูรณ์ได้ นอกจากนี้ ความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำเสียที่เปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูงก็อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการแปรปรวนของประสิทธิภาพได้ อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของการกำจัดไนโตรเจน ( TKN ) ก็ยังเห็นได้ชัดว่า สามารถให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคค่อนข้างสูงแต่การที่จะระบุระดับ HRT ที่พอเหมาะต่อการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันนั้น ไม่สามารถที่จะระบุได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เนื่องจาก ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ที่เกิดขึ้นในระบบแเอเรตเต็คคลากูณนั้นเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เมื่อ HRT มีค่าสูงกว่าระดับที่ต้องการควบคุม ทั้งนี้เป็นผลมาจาก ข้อบกพร่องของแบบจำลอง ดังกล่าวแล้วข้างต้น

#### 6.1.2 อิทธิพลของสภาพความเป็นด่าง และ ระดับพีเอช

ในการกำจัดไนโตรเจนด้วยการสร้างปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ให้เกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ ทั้งสภาพความเป็นด่าง และ ระดับพีเอช มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน สามารถส่งผลโดยตรง ต่อการเกิดปฏิกิริยาอย่างเห็นได้ชัด โดยจะเห็นได้จากการทดลองในระยะแรกๆ ระดับพีเอชลดต่ำลงมาก จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ป้อนเข้าสู่ระบบ และ สภาพความเป็นด่างในน้ำเสียดิบ พบว่า การที่ระดับพีเอชลดต่ำลงนั้น เนื่องมาจากสภาพความเป็นด่างที่มีอยู่ในน้ำเสียดิบ มีความเข้มข้นต่ำมาก เมื่อเทียบกับความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ต้องการกำจัดด้วยปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 300 - 500 มก./ล. จากการคำนวณด้วยสตอยชิโอเมตริก ของไนตริฟิเคชันทำให้ทราบว่า จะต้องใช้สภาพความเป็นด่างประมาณ 7 มก./ล. ต่อการกำจัด ไนโตรเจน 1 มก./ล. แต่จากผลการทดลองทั้งระบบแอกทีเวตเต็คสลัดจ์ และระบบแเอเรตเต็คคลากูณ ในตารางที่ 6.1 และ 6.2 แสดงให้เห็นว่า สภาพความเป็นด่างที่ใช้ไปในปฏิกิริยา ต่อการกำจัดไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่าการคำนวณด้วยสตอยชิโอเมตริกในตริฟิเคชัน โดยในระบบแอกทีเวตเต็คสลัดจ์ สภาพความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ย 6.00 มก./ล. ต่อการกำจัดไนโตรเจน 1 มก./ล. ส่วนในระบบแเอเรตเต็คคลากูณ สภาพความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ย 4.91 มก./ล. ต่อการกำจัดไนโตรเจน 1 มก./ล. จากสภาพความเป็นด่างที่ถูกใช้ไปในการกำจัด



ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไนโตรเจน ( TKN ) และสภาพความเป็นด่าง ( Alkalinity ) ที่ใช้ไปในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ในระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์

SRT (วัน)	TKN ( INF. ) มก./ล. N	TKN ( EFF. ) มก./ล. N	TKN ที่เปลี่ยนรูป มก./ล. N	ALK. ( INF. ) มก./ล. CaCO <sub>3</sub>	ALK. ( EFF. ) มก./ล. CaCO <sub>3</sub>	ALK. ที่ใช้ไปใน ปฏิกิริยา มก./ล. CaCO <sub>3</sub>	ALK. TKN	ค่าเฉลี่ย ALK. TKN
20	295.2	0.093	295.1	2918.3	930.0	1988.3	6.74	6.00
15	522.6	76.5	446.1	3730.0	840.0	2890.0	6.47	
10	295.2	10.68	284.5	2918.3	1078.3	1840.0	6.47	
5	522.6	411.5	111.1	3730.0	3250.0	480.0	4.32	

ตารางที่ 6.2 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไนโตรเจน ( TKN ) และสภาพความเป็นด่าง ( Alkalinity ) ที่ใช้ไปในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ในระบบแเอเรตเตีตลาถูกน

HRT ( วัน )	TKN ( INF. ) มก./ล. N	TKN ( EFF. ) มก./ล. N	TKN ที่เปลี่ยนรูป มก./ล. N	ALK. ( INF. ) มก./ล. CaCO <sub>3</sub>	ALK. ( EFF. ) มก./ล. CaCO <sub>3</sub>	ALK. ที่ใช้ไปใน ปฏิกิริยา มก./ล. CaCO <sub>3</sub>	ALK. TKN	ค่าเฉลี่ย ALK. TKN
10	295.2	6.3	288.9	2918.3	1278.3	1640.0	5.68	4.91
5	522.6	96.1	426.5	3730.0	2713.3	1016.7	2.38	
3	396.6	50.4	346.2	3483.3	1170.0	2313.3	6.68	

ไนโตรเจน ที่มีค่าแปรปรวนเช่นนี้พบว่า สอดคล้องกับ การรายงานผลของ Benninger และ Sherrard (45) ซึ่งทำการทดลองโดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่า COD : TKN ต่างกันในระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์และให้ข้อสรุปว่า น้ำเสียที่มีค่า COD : TKN ค่าๆ ปริมาณของสภาพความเป็นค้างที่ถูกใช้ไปต่อหน่วยของ TKN มีค่าแปรปรวนไม่เป็นไปตามทฤษฎีสตอยซิโอเมตริกเช่นกัน การที่สภาพความเป็นค้างมีค่าแปรปรวนไปเช่นนี้ ทั้ง Benninger และ Sherrard ได้ให้เหตุผลว่า อาจเนื่องมาจาก

- ก. เกิดการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีขึ้นภายในเซลล์แบคทีเรีย
- ข. มีการเปลี่ยนแปลงชนิดพันธุ์ ( Species ) ของแบคทีเรีย
- ค. มีการสูญเสียปริมาณของไนโตรเจนไปในดังตักตะกอน ด้วยปฏิกิริยา

คิไนตริฟิเคชัน

ระดับพีเอชมีผลโดยตรงต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน จากผลการทดลองทั้งในระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ และระบบแเอเรตเต็ดคลากูม พบว่า เมื่อใดที่ระดับของพีเอชลดต่ำกว่าระดับที่พอเหมาะ ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันก็จะลดต่ำลงด้วย โดยระดับของพีเอชที่ต่ำลงนี้จะไปยับยั้ง การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทำให้ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันโดยสมบูรณ์ได้ จากการเปรียบเทียบระดับพีเอชในถังเติมอากาศทั้งระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ และ ระบบแเอเรตเต็ดคลากูม ขณะอยู่ในสภาวะทรงตัว พบว่าทุกการทดลองระดับพีเอชมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 8 - 9 ยกเว้น การทดลองด้วยระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ขณะควบคุม SRT เท่ากับ 15 วัน ระดับพีเอช มีค่าเพียง 7.8 เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของไนไตรต์ และ ไนเตรต ในน้ำทิ้ง ทุกการทดลองปรากฏว่า ที่ SRT เท่ากับ 15 วัน อัตราส่วนไนไตรต์ และไนเตรตในน้ำทิ้ง มีค่าสูงกว่า SRT เท่ากับ 10 วัน แสดงว่า ระดับพีเอชที่ต่ำกว่าระดับที่พอเหมาะนี้ ไปยับยั้งไม่ให้แบคทีเรียพวกไนโตรแบคเตอร์ เปลี่ยนไนไตรต์ไปเป็นไนเตรตได้เต็มที่ ถึงแม้จะควบคุม SRT ให้มีระยะเวลาเพิ่มขึ้นก็ตาม จากรายงานการวิจัยของ Meyerhof (48) แบคทีเรียไนโตรแบคเตอร์สามารถเจริญเติบโตได้ สูงสุดที่ระดับพีเอช 8.3 ถึง 8.9 ทำให้ข้อสรุปว่า ระดับพีเอชที่ต่ำเกินไปนี้ จะส่งผลกระทบต่อแบคทีเรียพวกไนโตรแบคเตอร์ จึงพบไนไตรต์เป็นจำนวนมากในน้ำทิ้ง เมื่อระดับพีเอชลดต่ำกว่า 7.8 อย่างไรก็ตาม จากรายงานการวิจัยของ EPA (7) ที่ว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันจะสามารถเกิดขึ้นได้สูงสุดที่ระดับพีเอช 8 ถึง 9 ดังนั้น ถ้าหากควบคุมกำลังบัฟเฟอร์ ในน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบให้เพียงพอ ก็จะสามารถควบคุมระดับของพีเอชไม่ให้ลดต่ำกว่าระดับที่พอเหมาะได้



### 6.1.3 อิทธิพลของออกซิเจนละลายและอุณหภูมิ

ออกซิเจนละลายและอุณหภูมิมี่ความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งออกซิเจนละลาย จำเป็นต้องควบคุมให้มีปริมาณสูง เพื่อให้ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นได้โดยสมบูรณ์ แต่ทั้งนี้จะต้องอาศัยปัจจัยอื่น ประกอบด้วย เช่น อุณหภูมิที่เหมาะสม และการควบคุม SRT และ HRT จากผลการทดลองของทั้งสองระบบ คือ ระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ และระบบแอโรเตคตลาทูน พบว่าสามารถควบคุมความเข้มข้นของออกซิเจนละลายในถังเติมอากาศให้อยู่ในช่วงระหว่าง 4.3 - 7.5 มก./ล. ได้ จากการทดลองของ Nagel และ Haworth (29) และ Wuhrman (30) ต่างก็ให้ความเห็นว่าการควบคุมออกซิเจนละลายให้มีค่าสูง จะเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันได้ดีกว่า เมื่อออกซิเจนละลายมีค่าต่ำ โดยพบว่าเมื่อควบคุมให้ระดับออกซิเจนละลายมีค่าประมาณ 4 และ 7 มก./ล. ปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ดี จากการทดลองของนักวิจัยดังกล่าวเป็นเครื่องยืนยันได้ว่า ในการทดลองครั้งนี้ ระดับของออกซิเจนละลายมีมากเพียงพอที่จะไม่ส่งผลกระทบต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันอย่างแน่นอน นอกจากนี้ อุณหภูมิตลอดการทดลองอยู่ในช่วงระหว่าง 26 - 27 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิช่วงดังกล่าวนี้ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Wild (23) ที่รายงานไว้ว่า ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นได้ถึง 90% ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ดังนั้นอิทธิพลของออกซิเจนละลาย และ อุณหภูมิ ในการทดลองครั้งนี้ จึงนับว่ามีผลกระทบต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน น้อยมาก

### 6.2 สมดุลย์ของไนโตรเจน ในระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ และ ระบบแอโรเตคตลาทูน

การหาสมดุลย์ของไนโตรเจนเป็นการประเมินสมดุลย์ของความเข้มข้นไนโตรเจนในขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ในการหาสมดุลย์ของไนโตรเจนนั้น มีหลักการดังนี้ คือ.-

$$\begin{aligned} \text{ไนโตรเจนที่ป้อนเข้าสู่ระบบทั้งหมด} = & \text{ไนโตรเจน (TKN) ที่ออกจากระบบ} + \\ & \text{ไนไตรต์} + \text{ไนเตรต} + \text{ไนโตรเจนที่สูญหายไป} \\ & \text{ในปฏิกิริยา} \end{aligned}$$

ตารางที่ 6.3 และ ตารางที่ 6.4 แสดงการหาสมดุลย์ของไนโตรเจน เมื่อควบคุม SRT และ HRT ที่ค่าต่างๆ กัน ทั้งในระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ และระบบแอโรเตคตลาทูน เนื่องจากน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบส่วนใหญ่อยู่ในรูปอินทรีย์ไนโตรเจน และ แอมโมเนีย บางครั้งก็พบอยู่ในรูป



ตารางที่ 6.3 สมดุลไนโตรเจน ในระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์

SRT (วัน)	ไนโตรเจนที่ป้อนเข้าสู่ระบบ					ไนโตรเจนที่ออกจากระบบ					อัตราส่วนไนโตรเจน เข้า / ออก
	TKN		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> มก./ล.N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> มก./ล.N	ผลรวม ไนโตร- เจน มก./ล.N	TKN		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> มก./ล.N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> มก./ล.N	ผลรวม ไนโตร- เจน มก./ล.N	
	ORG. มก./ล.N	NH <sub>3</sub> มก./ล.N				ORG. มก./ล.N	NH <sub>3</sub> มก./ล.N				
20	9.1	286.07	7.05	0.33	302.5	0.093	-	0.02	247.5	247.6	1.22
15	75.3	447.3	0	0.03	522.6	29.4	47.1	330.0	30.0	436.5	1.20
10	9.1	286.07	7.05	0.33	302.5	1.9	8.78	89.37	173.3	273.35	1.11
5	75.3	447.3	0	0.03	522.6	55.7	355.8	26.0	15.3	452.8	1.15

ตารางที่ 6.4 สมดุลไนโตรเจน ในระบบแเอเรตเตีคลากูน

SRT (วัน)	ไนโตรเจนที่ป้อนเข้าสู่ระบบ					ไนโตรเจนที่ออกจากระบบ					อัตราส่วนไนโตรเจน เข้า / ออก
	TKN		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> มก/ล N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> มก/ล N	ผลรวม ไนโตร- -เจน มก/ล N	TKN		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> มก/ล N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> มก/ล N	ผลรวม ไนโตร- -เจน มก/ล N	
	ORG. มก/ล N	NH <sub>3</sub> มก/ล <sup>3</sup> N				ORG. มก/ล N	NH <sub>3</sub> มก/ล <sup>3</sup> N				
10	9.1	286.1	7.05	0.33	302.6	2.19	4.11	84.8	109.3	200.4	1.50
5	75.3	447.3	0	0.03	522.6	28.8	67.3	73.3	136.7	306.1	1.70
10	30.3	366.3	0	0	396.6	35.9	14.5	326.7	0	377.1	1.05

ของไนโตรเจนและไนเตรตบ้าง แต่มีค่าต่ำมาก ทั้งอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนีย บางส่วนจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนโตรเจนและไนเตรต ด้วย ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน บางส่วนก็ยังคงอยู่ในรูปเดิม จากการเปรียบเทียบอัตราส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจนรูปต่างๆ ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ และไนโตรเจนรูปต่างๆ ในน้ำทิ้ง โดยคิดเทียบอยู่ในรูปของ N. พบว่ามีค่าสูงกว่า 1.00 แสดงว่ามีไนโตรเจนบางส่วนสูญหายไปในปฏิกิริยา อย่างไรก็ตามหากอัตราส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ป้อนเข้าสู่ระบบ และไนโตรเจนรูปต่างๆ ในน้ำทิ้ง มีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่า ระบบเกิดการสมดุลของไนโตรเจน ดังรายละเอียดต่อไปนี้ คือ.-

สมดุลของไนโตรเจนที่ SRT ต่างๆกันของระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ จากตารางที่ 6.3 ปรากฏว่า อัตราส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจนที่เข้าและออกจากระบบ เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 20 วัน และ 15 วัน มีค่าเท่ากับ 1.22 และ 1.20 ในขณะที่เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน และ 5 วัน มีค่าเท่ากับ 1.11 และ 1.15 ตามลำดับ ค่าอัตราส่วนที่ได้จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของไนโตรเจนถูกใช้ไปเพิ่มมากขึ้น เมื่อควบคุม SRT ให้มีค่าสูง ๆ ซึ่งโดยข้อเท็จจริงแล้ว ในการควบคุม SRT ให้มีค่าสูง ๆ นั้น ยึดของแบคทีเรียจะมีค่าต่ำ ดังนั้นจะใช้นิโตรเจนในการสร้างเซลล์ต่ำด้วย การที่ข้อมูลที่ได้ขัดแย้งกับทฤษฎี อาจเนื่องมาจากความบกพร่องในการควบคุม SRT ตลอดจนความบกพร่องในการวิเคราะห์ไนโตรเจน ก็มีผลทำให้สมดุลไนโตรเจนผิดไปจากความเป็นจริง

ตารางที่ 6.4 แสดงให้เห็นค่าอัตราส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจนที่เข้าและออกจากระบบ มีค่าสูงถึง 1.51 และ 1.70 ขณะควบคุม HRT เท่ากับ 10 และ 5 วัน ตามลำดับ และมีความใกล้เคียง 1.00 มากเมื่อควบคุม HRT เท่า 3 วัน การที่อัตราส่วนเมื่อควบคุม HRT เท่า 10 และ 5 วัน มีค่าสูงมาก แสดงให้เห็นว่าไนโตรเจนสูญหายไปในปฏิกิริยามาก เมื่อพิจารณาการนำไนโตรเจนไปใช้ ขณะควบคุม HRT เท่ากับ 5 วัน มีค่าสูงกว่าขณะควบคุม HRT เท่ากับ 10 วัน การที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก การเพิ่มของความเข้มข้นไนโตรเจนที่เพิ่มจาก 302.6 มก./ล. มาเป็น 522.6 มก./ล. จึงทำให้แบคทีเรียจำเป็นต้องใช้นิโตรเจนเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม SRT ในถังเติมอากาศที่มีค่าสูงกว่าความเป็นจริงอันเนื่องมาจากการสะสมของตะกอนจุลชีพ ก็อาจมีผลทำให้ค่าอัตราส่วนนี้มีค่าสูงขึ้นได้เช่นกัน

จากการหาค่าสมดุลของไนโตรเจน พบว่าเกิดการสูญหายไปของ TKN ในทุกการทดลอง เชื่อว่า TKN ส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในการสร้างเซลล์แบคทีเรียและอาจมีบางส่วนสูญหายไปจากการเกิด

ปฏิกิริยาเคมีในตรีฟิเคชันในถังตกตะกอน แต่มีปริมาณที่น้อยมาก นอกจากนี้ ความมกพร่องอันเนื่องจากการวิเคราะห์ไนโตรเจนในรูปต่างๆ ก็อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ การหาสมมูลของไนโตรเจนผิดพลาดไป

### 6.3 การวิเคราะห์ทางจลนศาสตร์

ในการวิเคราะห์หาค่าคงที่ทางจลนศาสตร์นี้ จะใช้ผลการทดลองของระบบ แอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว โดยนำข้อมูลแต่ละตัวที่เก็บโดยละเอียดเป็นเวลา 3 วัน นำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางจลนศาสตร์ต่อไป เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ทำการควบคุมโดยเปลี่ยนแปลง ระยะเวลาที่ตะกอนจุลชีพถูกเก็บกักอยู่ในระบบ ( $\theta_c$ ) เพียง 4 การทดลองเท่านั้น คือ 5 , 10 , 15 และ 20 วัน ดังนั้น ค่าคงที่ทางจลนศาสตร์ ที่วิเคราะห์ได้นี้ จึงอาจแปรปรวนไปจากความเป็นจริง อย่างไรก็ตามก็สามารถที่จะเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ค่าคงที่ทางจลนศาสตร์ต่อไปในอนาคตได้ ค่าคงที่ทางจลนศาสตร์ที่จะทำการวิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้ คือ.-

- $K_s$  (ค่าคงที่อิ่มตัวของสับสเตรต , มก./ล.)
- $Y_g$  (ค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตสูงสุด, กรัมเซลล์ ต่อ กรัมของ TKN ที่ถูกออกซิไดซ์)
- $k_d$  (ค่าสัมประสิทธิ์การสลายตัว , ต่อวัน)
- $q_{max}$  (ค่าคงที่อัตราการใช้สารอาหารจำเพาะสูงสุด , ต่อวัน)
- $\mu_{max}$  (ค่าคงที่อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด , ต่อวัน)

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าคงที่ทางจลนศาสตร์ มีดังนี้ คือ.-

- $x$  (ความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศ , มก./ล.)
- $s$  (ความเข้มข้นของTKN ที่ผ่านระบบกำจัดแล้ว , มก./ล.)
- $s_0$  (ความเข้มข้นของ TKN ที่เข้าสู่ระบบกำจัด , มก./ล.)
- $\theta_c$  (ระยะเวลาที่ตะกอนจุลชีพถูกเก็บกักอยู่ในระบบ , วัน)
- $\tau$  (ระยะเวลาที่กักน้ำในถังเติมอากาศ , วัน)



ตารางที่ 6.5 แสดงค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าคงที่ทางจลนศาสตร์  
ในระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์

$\theta_c$ (วัน)	$\tau$ (วัน)	$x$ (มก./ล.)	$s_o$ (มก./ล.)	$s$ (มก./ล.)
5	1/3	1429	522.7	411.6
10	1/3	1669	295.2	10.7
15	1/3	3127	522.7	77.0
20	1/3	3328	295.2	0.1

### 6.3.1 การวิเคราะห์ค่า $y_g$ และ $k_d$

จากสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตสุทธิ กับ ระยะเวลา  
ที่ตะกอนจุลชีพถูกเก็บกักอยู่ในระบบ

$$1/\theta_c = y_g (q) - k_d \quad (6.1)$$

จากสมการ

$$q = \frac{s_o - s}{\tau x} \quad (6.2)$$

ดังนั้น

$$1/\theta_c = y_g \frac{s_o - s}{\tau x} - k_d \quad (6.3)$$

จากสมการที่ (6.3) สามารถหาค่า  $y_g$  และ  $k_d$  ได้โดยหาความสัมพันธ์ทางเส้นตรง  
ระหว่าง  $1/\theta_c$  และ  $q$  ค่าความลาดเอียง (slope) ของเส้นตรงจะแสดงค่า  $y_g$   
และจุดที่เส้นตรงตัดกับแกน  $y$  จะเป็นค่า  $k_d$  โดยนำข้อมูล  $1/\theta_c$  และ  $q$  มาคำนวณหาความ  
สัมพันธ์ทางเส้นตรงด้วย Least Square Method ในการหาค่า  $y_g$  และ  $k_d$  โดยใช้ผล  
การทดลองเมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 5, 10, 15 และ 20 วัน ได้ค่า  $y_g$  และ  $k_d$  เท่ากับ  
- 0.194 กรัม/กรัม และ 0.17 ต่อวัน ตามลำดับ (ดูการคำนวณในภาคผนวก) พบว่า ค่าทั้ง  
สองมีค่าผิดไปจากความเป็นจริง กล่าวคือ ค่า  $y_g$  ที่คำนวณได้มีค่าเป็นลบ ในขณะที่ค่า  $k_d$  มีค่า  
เป็นบวก ซึ่งจากผลการทดลองของนักวิจัยที่รายงานไว้ (11) ค่า  $y_g$  และ  $k_d$  มีค่าไปในทางตรง  
กันข้าม การที่ผลการคำนวณผิดไปจากความเป็นจริงนั้น เมื่อพิจารณาข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลอง

ในแต่ละ SRT พบว่า ค่า  $q$  เมื่อควบคุมให้มี SRT เท่ากับ 5 วัน มีค่าไม่สอดคล้องไปในทางเดียวกันกับข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลอง แสดงว่าเกิดความผิดพลาดขึ้นในขณะทำการทดลองควบคุม SRT เท่ากับ 5 วัน อย่างแน่นอน ดังนั้นจึงทำการหาค่า  $y_g$  และ  $k_d$  ใหม่ โดยใช้ข้อมูลจากการควบคุม SRT เท่ากับ 10, 15 และ 20 วัน ด้วย Least Square Method เช่นเดิม (ดูการคำนวณในภาคผนวก) ได้ค่า  $y_g$  และ  $k_d$  เท่ากับ 0.19 กรัม/กรัม และ -0.0054 ต่อวัน ตามลำดับ จากค่าทั้งสองที่คำนวณได้นี้ สามารถแสดงด้วยสมการความสัมพันธ์ทางเส้นตรงได้ ดังนี้ คือ-

$$1/\theta_c = 0.19q - 0.0054 \quad (6.4)$$

จากสมการที่ (6.4) แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจน ในภาพที่ 6.3 โดยค่าความลาดชัน (slope) มีค่าเท่ากับ  $y_g$  คือ 0.19 กรัม/กรัม และ จุดตัดแกน  $y$  หรือ แกน  $1/\theta_c$  มีค่าเท่ากับ  $k_d$  คือ -0.0054 ต่อวัน

### 6.3.2 การวิเคราะห์ค่า $K_s$ และ $q_{max}$ .

จากสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้สารอาหารจำเพาะและ สับสเตรต TKN ที่ถูกกำจัด

$$q = q_{max} \frac{S}{K_s + S} \quad (6.5)$$

จาก (6.5)

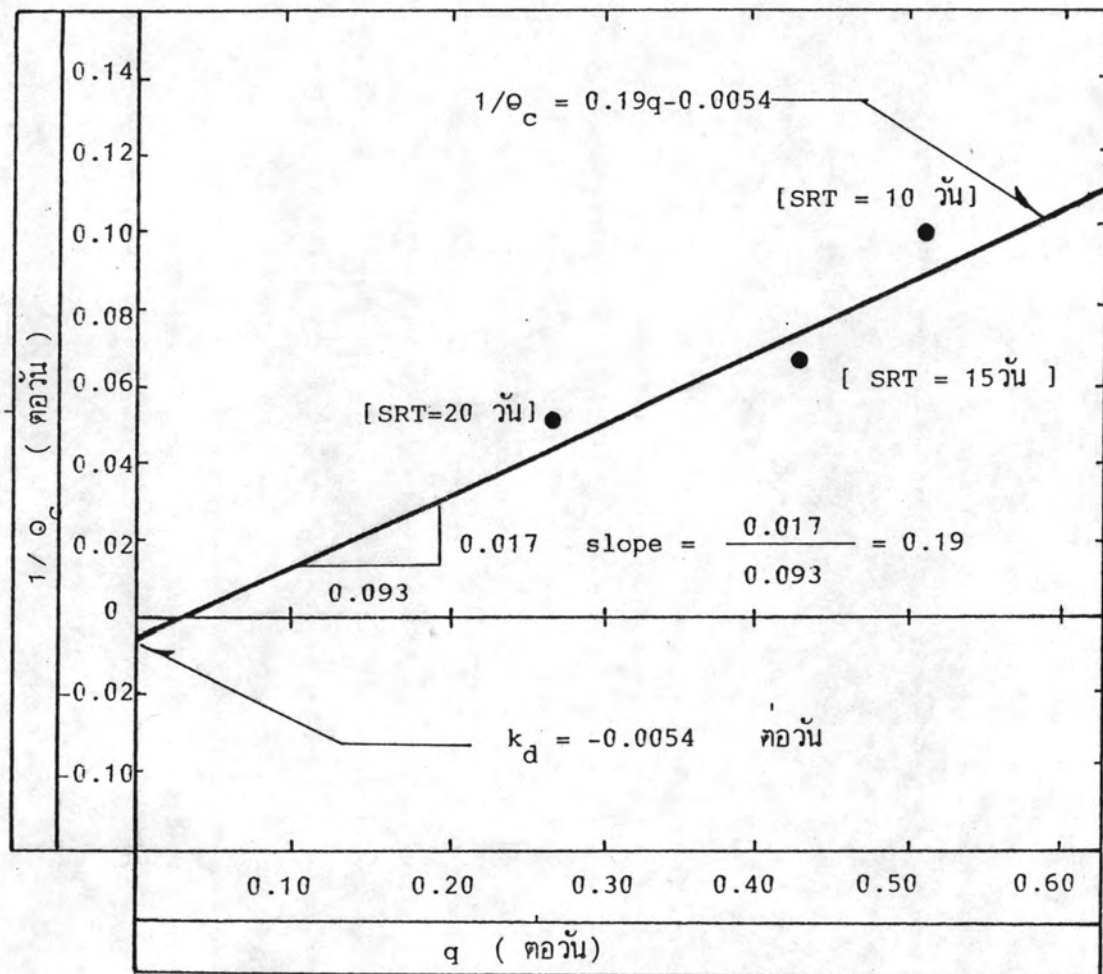
$$1/q = \frac{K_s + S}{q_{max} \cdot S} \quad (6.6)$$

จาก (6.6)

$$1/q = \frac{K_s}{q_{max}} \cdot \frac{1}{S} + \frac{1}{q_{max}} \quad (6.7)$$

สมการที่ (6.7) สามารถหาค่า  $K_s$  และ  $q_{max}$  โดยหาความสัมพันธ์ทางเส้นตรงระหว่าง  $1/q$  และ  $1/S$  ค่าความลาดเอียง (slope) ของเส้นตรง จะแสดงค่า  $\frac{K_s}{q_{max}}$  และ จุดที่เส้นตรงตัดกับแกน  $y$  จะแสดงค่า  $1/q_{max}$

จากผลการทดลองในตารางที่ 6.5 นำมาคำนวณหาค่า  $1/q$  และ  $1/S$  โดย



ภาพที่ 6.3 แสดงความสัมพันธ์ทางเส้นตรงระหว่าง  $q$  กับ  $1/\theta_c$  คว  
 Least square method โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการควบคุม SRT เท่ากับ  
 10 , 15 และ 20 วัน ในระบบแอกทีเวตเต็ดสลัจ

หาความสัมพันธ์ทางเส้นตรงระหว่าง  $1/q$  และ  $1/s$  โดยนำค่าทั้งสองมาหาความสัมพันธ์ทางเส้นตรงด้วย Least Square Method (การหาค่าประมาณในภาคผนวก) ได้  $\frac{K_s}{q_{\max}}$  เท่ากับ 0.088 และ  $1/q_{\max} = 2.863$  แทนค่าในสมการที่ 6.7 จะได้

$$1/q = 0.088(1/s) + 2.863 \quad (6.8)$$

สมการที่ 6.8 สามารถแสดงความสัมพันธ์ทางเส้นตรงได้ ดังภาพที่ 6.4 โดยความลาดชัน (slope) มีค่าเท่ากับ  $\frac{K_s}{q_{\max}}$  คือ 0.088 และ จุดตัดแกน  $y$  หรือแกน  $1/q$  มีค่าเท่ากับ  $1/q_{\max}$  คือ 2.863

จากภาพที่ 6.4 จุดตัดแกน  $y$  มีค่าเท่ากับ  $1/q_{\max} = 2.863$  วัน

และความลาดชัน (slope) มีค่าเท่ากับ  $K_s/q_{\max} = 0.08884$

ดังนั้น  $q_{\max} = 0.349$  ต่อวัน

$$K_s = (0.08884)(0.349) = 0.031 \text{ มก./ล.}$$

### 6.3.3 การวิเคราะห์ค่า $\mu_{\max}$

ค่า  $\mu_{\max}$  สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้ คือ.-

$$\mu_{\max} = q_{\max} (Y_g) \quad (6.9)$$

จากผลการวิเคราะห์ที่กล่าวมาแล้ว ได้ค่า

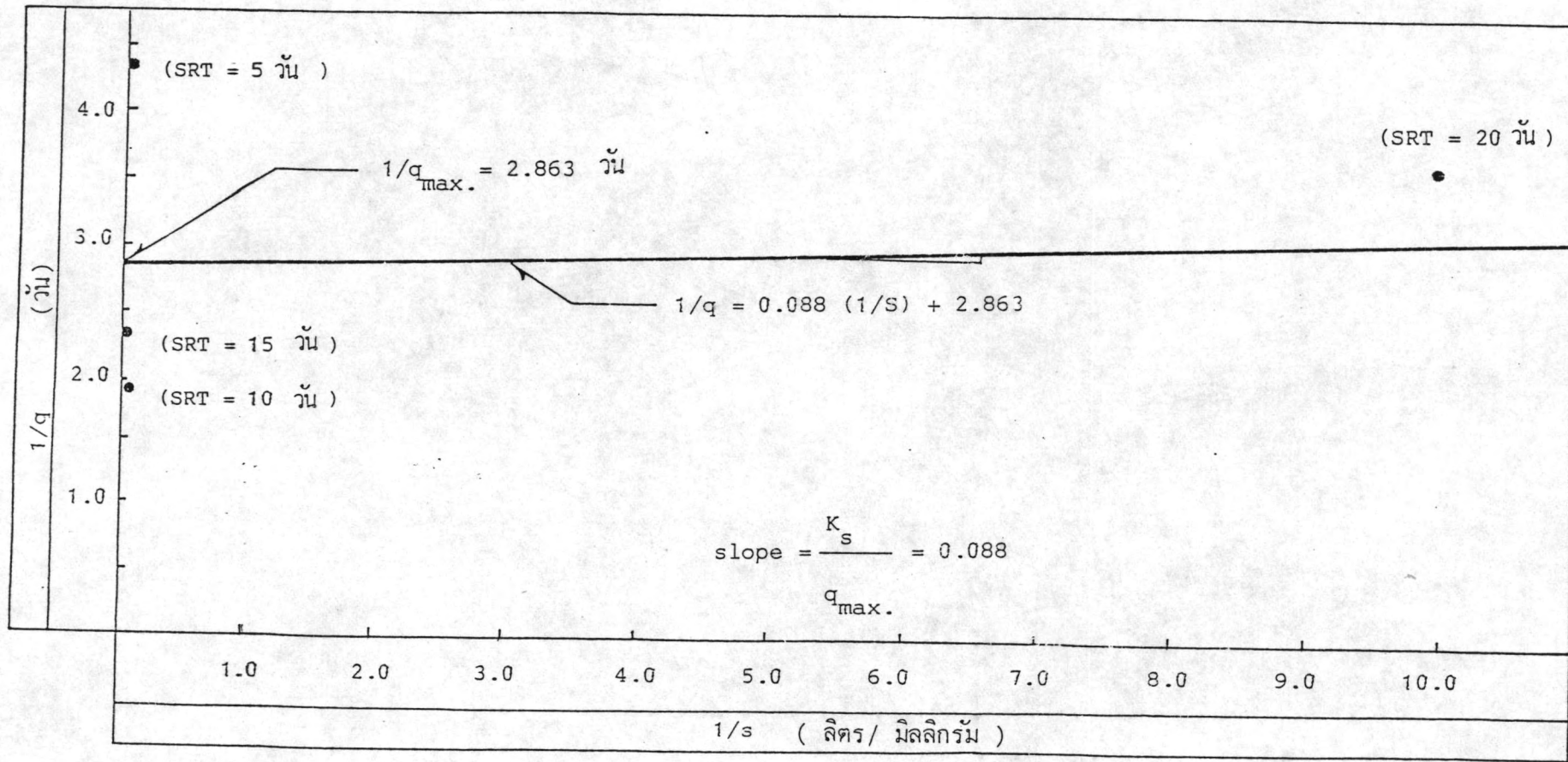
$$Y_g = 0.19 \text{ กรัม/กรัม}$$

$$q_{\max} = 0.349 \text{ ต่อวัน}$$

แทนค่าในสมการที่ (6.9)

$$\mu_{\max} = 0.349(0.19) = 0.666 \text{ ต่อวัน}$$





ภาพที่ 6.4 แสดงความสัมพันธ์ทางเส้นตรงระหว่าง  $1/q$  และ  $1/s$  ด้วย Least square method

โดยใช้ข้อมูลที่ได้อจากการควบคุม SRT เท่ากับ 5 10 15 และ 20 วัน ในระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์

#### 6.3.4 การเปรียบเทียบค่าคงที่ทางจลนศาสตร์ที่ได้จากการทดลองกับค่าคงที่ทางจลนศาสตร์ จากผลงานวิจัยที่ผ่านมา

ค่าคงที่ทางจลนศาสตร์ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ แตกต่างไปจากการรายงานผลของ Sharma และ Ahler (11) ดังตารางที่ 6.6 โดยพบว่า ค่า  $y_g$  ที่ได้จากการทดลองมีค่าสูงกว่าที่รายงานไว้ ขณะเดียวกัน ค่า  $\mu_{max}$  และ  $K_s$  ที่ได้กลับมีค่าต่ำกว่าการรายงานผลที่ผ่านมา การที่ค่าคงที่ต่างๆที่วิเคราะห์ได้นี้ มีค่าไม่ใกล้เคียงกับรายงานผลการวิจัย เนื่องจากการวิเคราะห์ค่าคงที่ทางจลนศาสตร์ในครั้งนี้ ใช้ผลการทดลองเพียง 4 การทดลองเท่านั้น ซึ่งการทดลองทั้ง 4 นี้ บางค่าก็ไม่อาจเชื่อถือได้ ดังนั้นความถูกต้องของค่าคงที่ต่างๆที่ได้นี้ จึงไม่สามารถถือเป็นตัวแทนของแบคทีเรียไนโตรฟายเออร์ได้อย่างแท้จริง นอกจากนี้ การควบคุมความเข้มข้นไนโตรเจน (TKN) ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ ก็ไม่สามารถควบคุมให้คงที่ได้ตลอด จึงทำให้ค่าเหล่านี้ แตกต่างไปจากการรายงานผลที่ผ่านมา

ตารางที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าคงที่ทางจลนศาสตร์ที่ได้จากการทดลอง  
กับการรายงานของ Sharma และ Ahler (11)

ค่าคงที่	จากการรายงานของ Sharma & Ahler	จากผลการทดลอง
$y_g$ กรัม/กรัม	0.02 - 0.13	0.19
$\mu_{max}$ ต่อวัน	0.28 - 2.2	0.066
$K_s$ มก./ล.	0.06 - 8.4	0.031
$K_o$ มก./ล.	0.25 - 1.3	-
$q_{max}$ ต่อวัน	-	0.349
$k_d$ ต่อวัน	-	0.0054

#### 6.4 ความแตกต่างของประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ( TKN ) และ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอที

จากการทดลองกำจัดไนโตรเจนด้วยระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ และระบบแเอเรตเต็คลากูน ปรากฏว่าระบบทั้งสองให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ( TKN ) ได้ค่อนข้างสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอที การที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง คือ สิ่งปฏิกูลที่ผ่านการแยกตะกอนแขวนลอยด้วยวิธีตกตะกอนทั้งด้วยตัวเอง และด้วยวิธีทางเคมี มาแล้ว ซึ่งปรากฏว่าไนโตรเจน ( TKN ) ของน้ำเสียนั้นมีค่าสูงมาก แต่มีค่าซีโอทีต่ำมาก ลักษณะเช่นนี้ทำให้ระบบกำจัดทั้งสองเป็นแบบไนตริฟิเคชันมากกว่าแเอโรบิกออกซิเดชัน การที่ซีโอทีในน้ำเสียนั้นมีค่าต่ำมากนี้ นับว่าเป็นผลดีต่อการทดลองกำจัดไนโตรเจน ( TKN ) ด้วยปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ทั้งนี้เพราะผลกระทบต่ออันเนื่องมาจากปฏิกิริยาแเอโรบิกออกซิเดชันเกิดขึ้นได้น้อยมากนั่นเอง ในการป้อนน้ำเสียที่มีความเข้มข้นไนโตรเจนสูง และมีซีโอทีต่ำมากเข้าสู่ระบบทั้งสองนี้ ทำให้แบคทีเรียพวกออกโตโทรฟ ในถังเติมอากาศมีบทบาทมากกว่า แบคทีเรียพวกเฮเทอโรโทรฟ ทั้งนี้เพราะแบคทีเรียพวกออกโตโทรฟ จะทำหน้าที่ในการกำจัดไนโตรเจนด้วยปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน โดยใช้แหล่งคาร์บอนในการสร้างเซลล์ จากคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะเดียวกัน แบคทีเรียพวกเฮเทอโรโทรฟ ก็จะกำจัดซีโอทีโดยปฏิกิริยาแเอโรบิกออกซิเดชันได้เช่นกัน แต่ด้วยเหตุที่ ความเข้มข้นของซีโอทีที่ป้อนเข้าสู่ระบบทั้งสองมีค่าต่ำมากและย่อยได้ยาก ทำให้แบคทีเรียเฮเทอโรโทรฟ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ จากผลการทดลองในตารางที่ 6.7 แสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนได้สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอที ปรากฏว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอทีมีค่าค่อนข้างต่ำ และแปรปรวนตลอดเวลา แสดงว่าแบคทีเรียพวกเฮเทอโรโทรฟ มีการปรับตัวตามสภาวะแวดล้อมที่น้อยมาก ดังนั้นจึงเชื่อได้ว่า ในถังเติมอากาศมีแบคทีเรียพวกออกโตโทรฟ อยู่เป็นส่วนใหญ่ จะเห็นได้จากมีการปรับตัวตามสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปตลอดเวลา โดยแบคทีเรียเฮเทอโรโทรฟอยู่เป็นส่วนน้อย ซึ่งแทบจะไม่มีมีการปรับตัวเลย เพราะสารอินทรีย์คาร์บอนที่แบคทีเรียพวกนี้ใช้ในการสร้างเซลล์นั้นเป็นประเภทที่ย่อยได้ยาก และมีความเข้มข้นต่ำมากดังกล่าวแล้วข้างต้นนั่นเอง นอกจากนี้ความเข้มข้นของซีโอทีที่ป้อนเข้าสู่ระบบทั้งสอง ไม่สามารถควบคุมให้คงที่ได้ก็อาจทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอทีแปรปรวนได้ เช่นกัน



ตารางที่ 6.7: แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ( TKN )  
กับประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี

ระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์			ระบบแอโรเตคัลลาญ		
SRT (วัน)	ประสิทธิภาพใน การกำจัด TKN ( % )	ประสิทธิภาพใน การกำจัดซีโอดี ( % )	HRT (วัน)	ประสิทธิภาพใน การกำจัด TKN ( % )	ประสิทธิภาพใน การกำจัดซีโอดี ( % )
5	21.3	4.8	3	87.3	33.1
10	96.4	37.7	5	81.6	28.9
15	85.4	44.7	10	97.9	18.7
20	99.9	37.9	-	-	-