

ผลการทดลอง

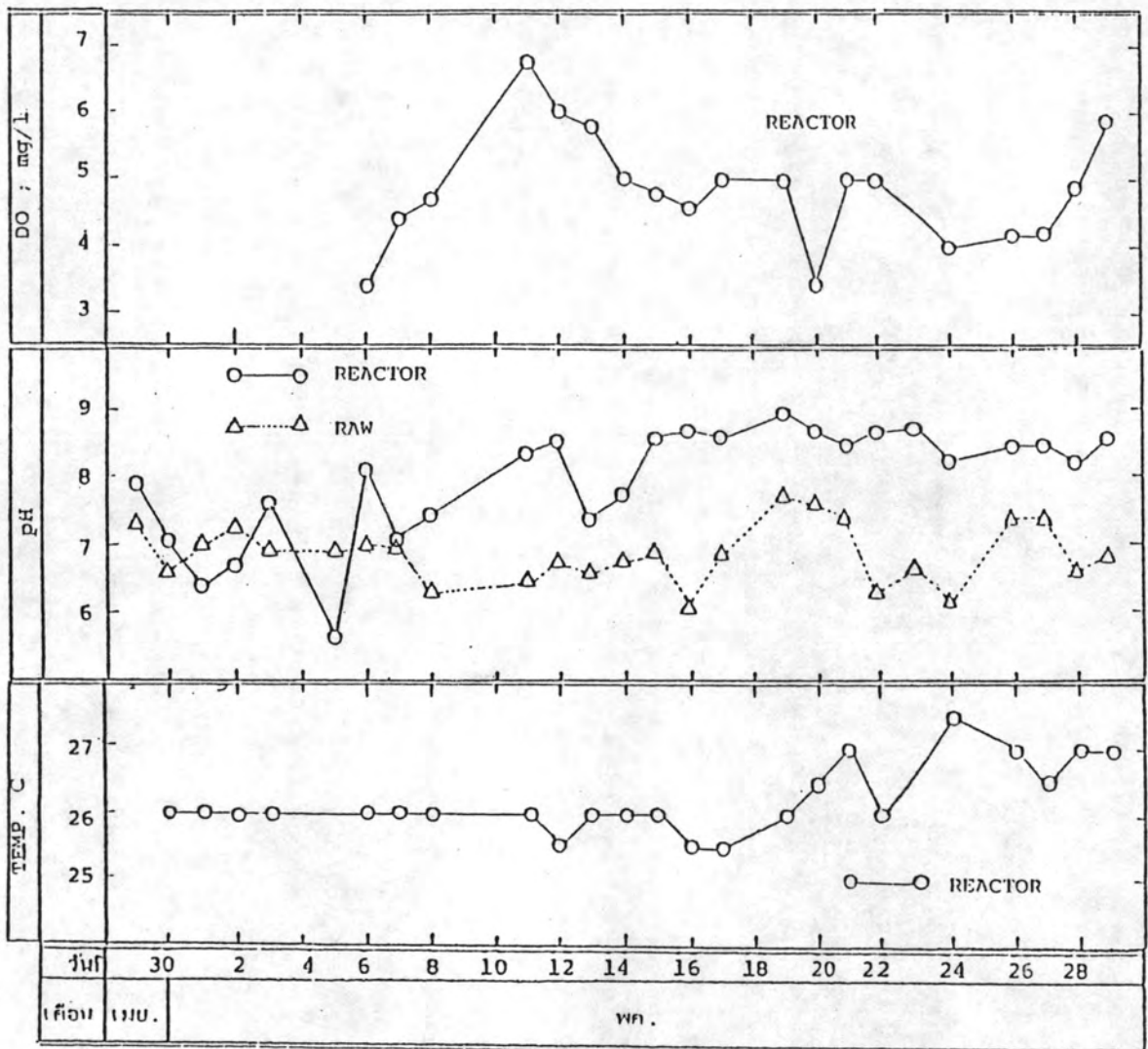
ในการทดลองครั้งนี้ เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือน มีนาคม และเริ่มเก็บข้อมูล ตั้งแต่วันที่ 11 เม.ย. 2529 โดยใช้แบบจำลองทั้งหมด 3 ชุด คือ ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ 2 ชุด และระบบแเอเรตเต็ดลากรูน 1 ชุด การทดลองในระยะแรกเริ่มป้อนน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศของระบบทั้งสอง โดยไม่มีการควบคุม SRT หรือ HRT เพื่อเลี้ยงตะกอนจุลชีพ ( start up ) ในถังเติมอากาศใหม่ปริมาณมากเพียงพอ พร้อมทั้งดำเนินการควบคุม SRT หรือ HRT ได้ ขณะที่เลี้ยงตะกอนจุลชีพอยู่นี้ พบว่าระดับของพีเอชในถังเติมอากาศของระบบทั้งสองลดต่ำลงมาก จึงทำการปรับระดับพีเอชให้ค่าสูงขึ้น ด้วยสารละลายโซเดียมฟอสเฟต เพื่อเพิ่มสภาพความเป็นด่าง ( Alkalinity ) ให้น้ำเสียเพียงพอต่อการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน สารละลายโซเดียมฟอสเฟตที่ใช้ในการปรับระดับพีเอช คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต (  $\text{NaHCO}_3$  ) โดยละลายปนกับน้ำเสีย ก่อนป้อนเข้าสู่ถังเติมอากาศ รายละเอียดผลของการทดลองในระบบทั้งสอง จะกล่าวโดยละเอียดต่อไป

5.1 ผลการทดลองระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 5, 10, 15 และ 20 วัน

การทดลองกำจัดไนโตรเจนด้วยระบบนี้ ทำการทดลองภายใต้สภาวะที่มีระยะเวลา กักน้ำ เท่ากับ 8 ช.ม. ทุกการทดลอง โดยการทดลอง 2 ชุดแรก ควบคุม SRT เท่ากับ 10 และ 20 วัน เมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ทำการเก็บข้อมูลโดยละเอียดติดต่อกัน 3 วัน จากนั้น จึงเปลี่ยนการควบคุม SRT จาก 10 และ 20 วัน เป็น 5 และ 15 วัน ตามลำดับ ผลการทดลองควบคุม SRT ทั้ง 4 การทดลองและผลการทดลองเมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว แสดง อยู่ในตารางในภาคผนวก และแสดงในรูปกราฟ ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่าง ๆ จะคิดจากข้อมูลที่ได้ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว 3 วัน ในการควบคุม SRT ทั้ง 4 ค่านี้ พารามิเตอร์ต่าง ๆ จะเปลี่ยนแปลงไป ดังต่อไปนี้ คือ

5.1.1 ระดับของดีไอ พีเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง

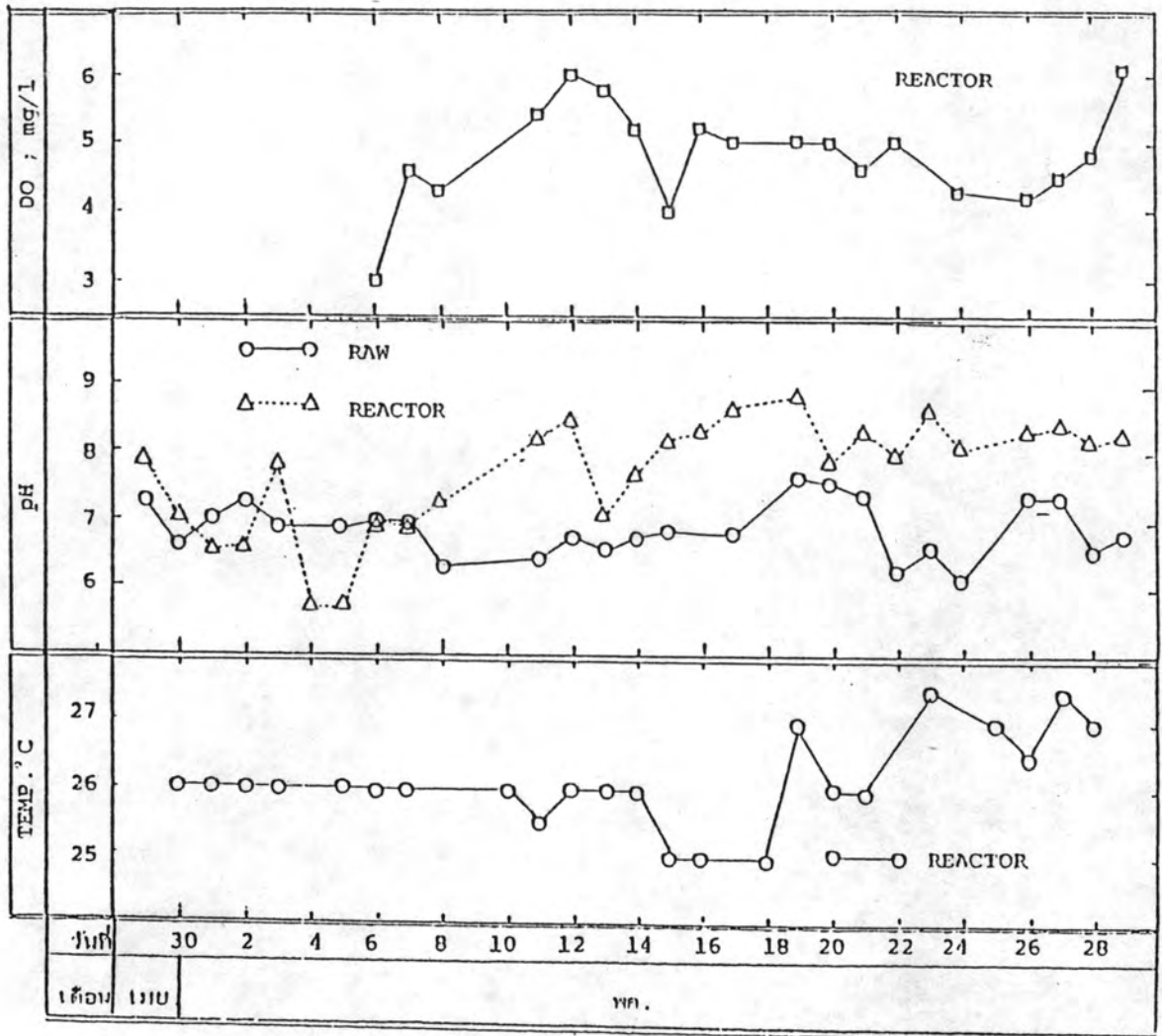
เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน ภาพที่ 5.1 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 5.1 แสดงระดับของดิวออกซิเจน ฟิเอช และอุณหภูมิ ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน

ของดีไอ พีเอช และอุณหภูมิ จากกราฟแสดงระดับ ดีไอ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงค่าค่อนข้างสูง ในระยะแรก ๆ ทั้งนี้เพราะจำนวนและตำแหน่งของหัวเป่าอากาศ ( Diffuser ) มีการปรับปรุ อยู่ตลอดเวลา เนื่องจากหัวเป่าอากาศทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ การกวนสมบูรณ์ ( Completely mixed ) และการเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายให้เพียงพอ ภายในถังเติมอากาศ การเปลี่ยนแปลง ตำแหน่งของหัวเป่าอากาศเพื่อให้เกิดการแพร่กระจายของตะกอนจุลชีพอย่างทั่วถึงในระยะแรกนั้น มีผลทำให้ปริมาณของออกซิเจนละลายมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูง นอกจากนี้ ปัญหาการอุดตันของ หัวเป่าอากาศก็มีส่วนทำให้ ระดับของดีไอเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน เมื่อสามารถขจัดปัญหาดังกล่าว ได้แล้ว จึงพบว่าระดับของดีไอมีการเปลี่ยนแปลงน้อยลงอยู่ในช่วงระหว่าง 4 - 6 มก./ล. และ เมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัวระดับของดีไอในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ย 5 มก./ล. ส่วนระดับของ พีเอช ดังกล่าวแล้วในตอนต้นว่ามีแนวโน้มลดต่ำลงมาก จะเห็นได้จากระดับพีเอชลดลงเหลือเพียง 5.6 ในวันที่ 5 พ.ค. 2529 เมื่อพิจารณาถึงสภาพความเป็นด่าง ( Alkalinity ) ที่มีอยู่ใน น้ำเสียพบว่ามีความน้อยมาก ซึ่งไม่เพียงพอที่จะใช้ในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน จึงมีผลทำให้ระดับของพีเอช ลดต่ำลงมาก ดังนั้น เพื่อเพิ่มสภาพความเป็นด่าง และกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสีย จึงเติมสารเคมีใน รูปของโซเดียมไบคาร์บอเนต โดยละลายปนกับน้ำเสียในปริมาณที่มากเกินไป ประมาณ 3500 มก./ล. ( ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ) ทำให้ระดับของพีเอชเริ่มสูงขึ้น และอยู่ในช่วงระหว่าง 8 - 9 ขณะระบบ อยู่ในสภาวะทรงตัว พบว่าค่าเฉลี่ยของพีเอชเท่ากับ 8.3 พารามิเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ตลอดการทดลองในครั้งนี้ คือ อุณหภูมิ โดยเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 26 - 27 องศาเซลเซียส อนึ่ง ข้อมูลสภาพความเป็นด่าง ทั้งในน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบ และในน้ำทิ้ง ในการควบคุม SRT ครั้งนี้ ไม่มีการเก็บข้อมูลในระหว่างการทดลอง นอกจากเมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัวเท่านั้น ซึ่งพบว่า สภาพความเป็นด่างถูกใช้ไปในปฏิกิริยา เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1640 มก./ล. ( ในรูป  $\text{CaCO}_3$  )

เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 20 วัน ภาพที่ 5.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ระดับดีไอ พีเอช และอุณหภูมิ ก่อนที่ระบบจะเข้าสู่สภาวะทรงตัว เนื่องจากการควบคุม SRT เท่ากับ 20 วันเป็นการทดลองที่กระทำในช่วงแรกพร้อมกันกับการควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากหัวเป่าอากาศ ( Diffuser ) มีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงระดับดีไอมีความแปรปรวนสูง เช่นเดียวกับระดับดีไอในการควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน อย่างไรก็ตาม ที่จะควบคุมระดับดีไอให้อยู่ในระดับที่ค่อนข้างคงที่ได้ โดยเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 4 - 6 มก./ล. และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.1 มก./ล. เมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ในการวัดดีไอ จะ

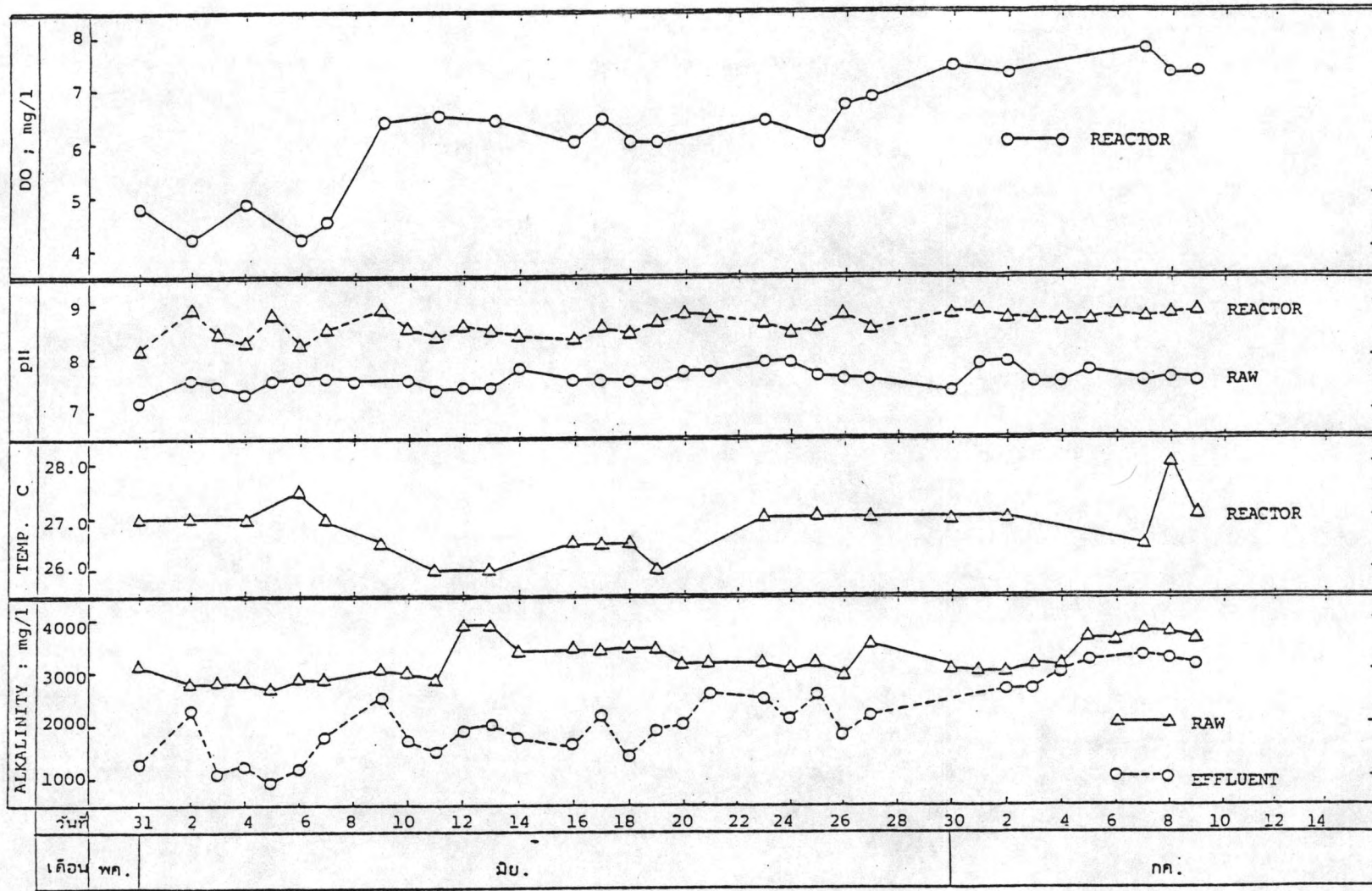


ภาพที่ 5.2 แสดงระดับของดีไอ พีเอช และอุณหภูมิ ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์  
เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 20 วัน

ทำการวัดอุณหภูมิภายในถังเติมอากาศพร้อมกันไปด้วย ซึ่งพบว่าอุณหภูมิที่วัดได้นี้เป็นพารามิเตอร์ตัวเดียวที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก คือ อยู่ในช่วง 26 - 27 องศาเซลเซียส พารามิเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก คือ ระดับพีเอช จากผลการทดลองก่อนที่จะเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต ในวันที่ 4 พ.ค. 2529 ระดับพีเอชลดลงเหลือ 5.7 และเมื่อเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตแล้ว ระดับพีเอชมีแนวโน้มสูงขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.3 ขณะอยู่ในสภาวะทรงตัว ในการทดลองควบคุม SRT เท่ากับ 20 วันนี้ ไม่ได้เก็บข้อมูลของสภาพความเป็นด่างขณะที่ระบบอยู่ในระยะปรับตัว อย่างไรก็ตาม เมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ได้เก็บข้อมูลโดยละเอียดติดต่อกัน 3 วัน ทำให้ทราบว่าสภาพความเป็นด่างถูกใช้ไปในปฏิกิริยา เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1988.3 มก./ล. ( ในรูป  $\text{CaCO}_3$  )

เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 5 วัน ระดับดีไอ พีเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง ในระยะแรกของการทดลอง พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับ การควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน มาก ทั้งนี้เพราะอยู่ในระยะการเปลี่ยนการควบคุม SRT จาก 10 วัน มาเป็น 5 วัน จึงทำให้สภาวะแวดล้อมโดยทั่วไปใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามแคคที่เรียจะปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป สังเกตได้จาก การเปลี่ยนแปลงระดับของดีไอ พีเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง ดังภาพที่ 5.3 แสดงให้เห็นถึงระดับดีไอ ในวันที่ 31 พ.ค. 2529 ซึ่งเป็นวันแรกของการควบคุม SRT เท่ากับ 5 วัน มีค่าประมาณ 4.5 มก./ล. จากกราฟแสดงให้เห็นว่า ระดับของดีไอ เพิ่มขึ้นตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยสูงถึง 7.3 มก./ล. ในขณะที่ระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว แสดงว่าปริมาณออกซิเจนถูกใช้ไปในปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันน้อยมาก จึงทำให้ดีไอในถังเติมอากาศเหลืออยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง เมื่อพิจารณาระดับพีเอช พบว่า มีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วง 8 - 9 ทั้งนี้เพราะการทดลองในช่วงหลังนี้มีการเติมสารเคมีโซเดียมไบคาร์บอเนต เพื่อเพิ่มกำลังบัฟเฟอร์ให้มีค่าสูงเพียงพออยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ไม่เกิดปัญหาการลดลงของระดับพีเอช ดังเช่นการทดลองในช่วงแรก ๆ อุณหภูมิในถังเติมอากาศมีการเปลี่ยนแปลงค่ามากเช่นเดียวกับการทดลองที่ผ่านมา มีค่าเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณของสภาพความเป็นด่างที่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยา จากกราฟแสดงผลการทดลองพบว่า ถูกใช้ไปในปฏิกิริยาน้อยลงตามลำดับในขณะที่ระบบใกล้เข้าสู่สภาวะทรงตัว และเมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว สภาพความเป็นด่างถูกใช้ไปเพียง 480 มก./ล. ( ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ) ทั้ง ๆ ที่น้ำเสียมี ปริมาณ TKN เข้าสู่ระบบสูงถึง 412 มก./ล. N ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเกิดไนตริฟิเคชัน ในถังเติมอากาศเมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 5 วัน เกิดขึ้นได้น้อย



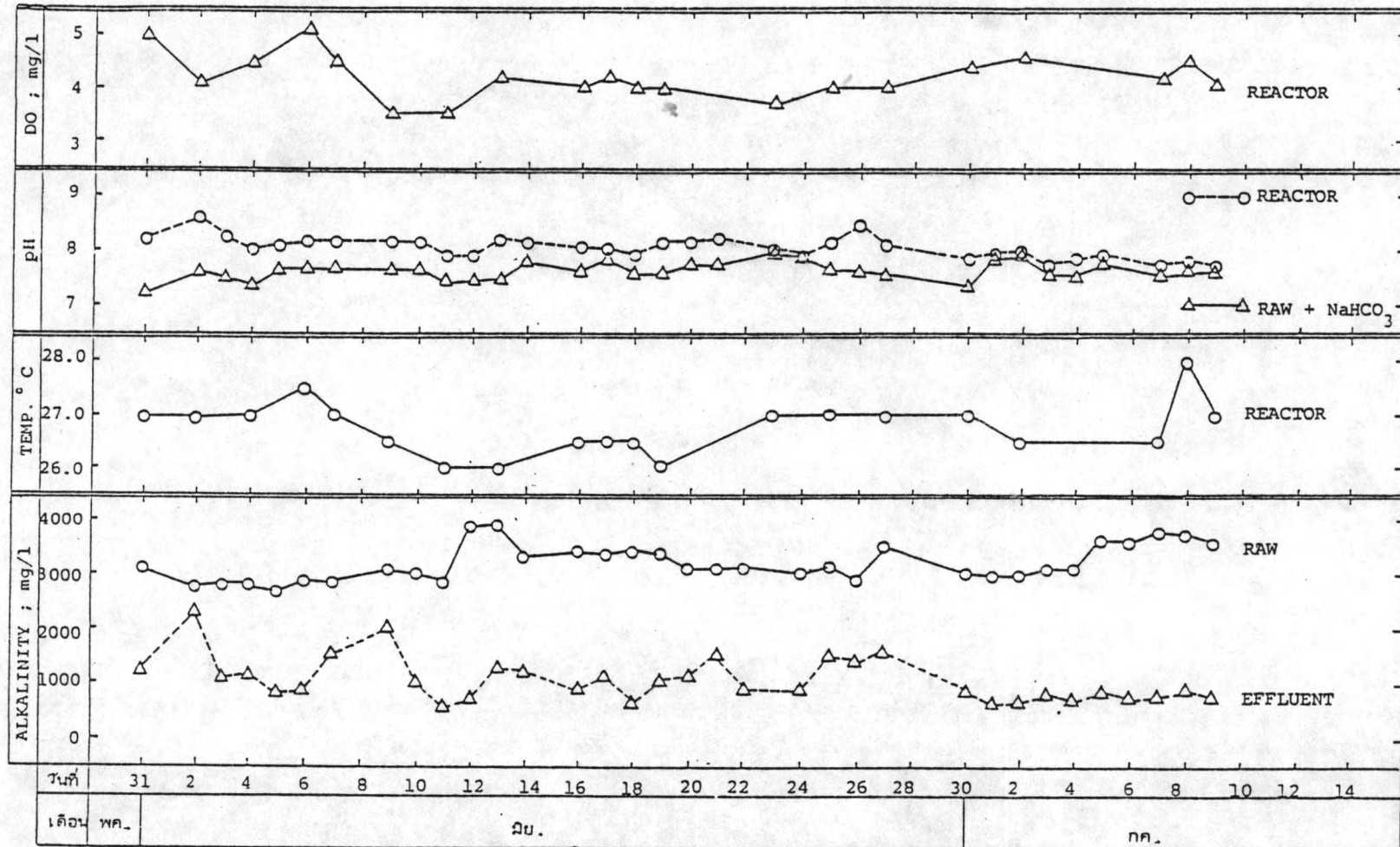


ภาพที่ 5.3 แสดงระดับของดีไอ พีเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 5 วัน

เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 15 วัน ภาพที่ 5.4 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อม จากการควบคุม SRT 20 วัน มาเป็น 15 วัน ผลการทดลองก่อนที่ระบบจะเข้าสู่สภาวะทรงตัว และขณะอยู่ในสภาวะทรงตัว จึงแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เพราะแบคทีเรียที่มีอยู่เดิม จะพยายามปรับตัวตามสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป จากกราฟแสดงผลการทดลองควบคุม SRT เท่ากับ 20 วัน และ 15 วัน พบว่ากราฟมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก และสามารถควบคุมพารามิเตอร์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ กล่าวคือ ระดับของดีไอสามารถควบคุมให้อยู่ในช่วงระหว่าง 4 - 5 มก./ล. ส่วนอุณหภูมิมีค่าเท่ากับการทดลองที่ผ่านมาคือ อยู่ในช่วงระหว่าง 26 - 27 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาระดับพีเอช ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญตัวหนึ่งในการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.8 เมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระดับพีเอชจากการทดลองควบคุม SRT 5, 10 และ 20 วัน ในขณะที่ระบบอยู่ในสภาวะทรงตัวเช่นเดียวกัน จะเห็นว่า ระดับพีเอชเมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 15 วัน มีค่าต่ำสุด การที่ระดับพีเอชลดต่ำลงเช่นนี้ ทำให้สามารถเห็นความแตกต่าง การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนไม่ว่าจะเป็นไนไตรต์ หรือ ไนเตรต ได้อย่างชัดเจน จากข้อมูลของสภาพความเป็นค่าที่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยา 2830 มก./ล. ( ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ) แสดงให้เห็นว่าเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันขึ้นในถังเติมอากาศอย่างแน่นอน

#### 5.1.2 ความเข้มข้นซีไอดี และ ตะกอนแขวนลอย ( MLSS )

ในการทดลองเริ่มแรกใช้แบบจำลองขนาดความจุ 30 ลิตร ป้อนน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศ เพื่อเลี้ยงตะกอนจุลชีพให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยยังไม่มีการควบคุม SRT เมื่อตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศ มีความเข้มข้นประมาณ 1500 มก./ล. จึงดำเนินการควบคุม SRT พร้อมทั้งสังเกตการปรับตัวของตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศ พบว่า ตะกอนจุลชีพผลดลงอย่างเห็นได้ชัด จากการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของตะกอนจุลชีพในการควบคุม SRT เท่ากับ 10 และ 20 วัน เมื่อระยะเวลาในการทดลองผ่านไป 15 วัน เหลือตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศประมาณ 500 มก./ล. ซึ่งถ้าหากดำเนินการควบคุม SRT ต่อไป ปริมาณของตะกอนจุลชีพก็ยิ่งจะลดน้อยลงจนไม่สามารถควบคุม SRT ตามต้องการได้ ผลการทดลองที่ผ่านมาชี้แจงว่า การที่จะเลี้ยงตะกอนจุลชีพให้มีความเข้มข้นสูงกว่าที่เป็นอยู่ไม่สามารถกระทำได้ ดังนั้นจึงเปลี่ยนแบบจำลองเติมขนาดความจุ 30 ลิตร มาเป็น 10 ลิตร ในวันที่ 25 เม.ย. 2529 ซึ่งมีผลทำให้ตะกอนจุลชีพที่มีอยู่เดิมประมาณ 500 มก./ล. มีความเข้มข้นขึ้นประมาณ 3 เท่า นอกจากนี้ ยังทำให้ระยะเวลาที่

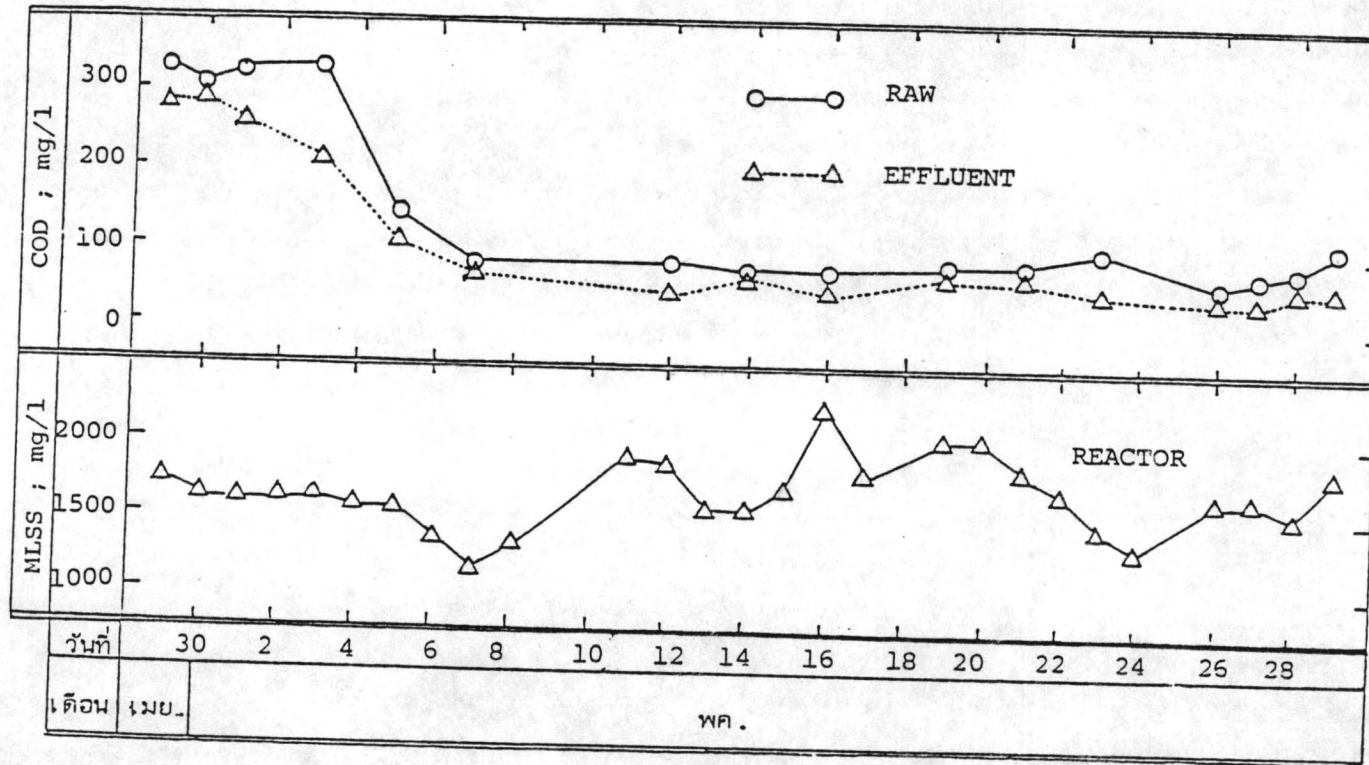


ภาพที่ 5.4 แสดงระดับของดีไอ พีเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์  
เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 15 วัน



ในถังเติมอากาศเปลี่ยนจาก 1 วัน มาเป็น 8 ชม. ในขณะที่อัตราการไหล 30 ลิตร/วัน มีค่าคงที่เท่าเดิม ดังรายละเอียดผลการทดลองดังนี้ คือ .-

เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน ภาพที่ 5.5 แสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของซีโอดี และตะกอนแขวนลอย ( MLSS ) ในถังเติมอากาศ ที่เปลี่ยนแปลงตามสภาวะแวดล้อม ในระยะแรกของการทดลอง ก่อนที่จะเริ่มเก็บข้อมูล พบว่า การวิเคราะห์หาค่าซีโอดี ของน้ำทิ้งที่ออกจากถังเติมอากาศ ( Effluent ) มีค่าสูงกว่าน้ำเสียที่เข้าสู่ถังเติมอากาศ ( Influent ) ด้วยเหตุนี้เมื่อเติมกรดซัลฟามิก เพื่อกำจัดอิทธิพลของไนไตรต์ ในการวิเคราะห์ค่าซีโอดีแล้ว ทำให้ความผิดพลาดในการวิเคราะห์ซีโอดีของน้ำทิ้งหมดไป ขณะเก็บข้อมูล พบว่าซีโอดีที่เข้าสู่ถังเติมอากาศในระยะแรกมีค่าสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากการตกตะกอนทางเคมียังไม่สมบูรณ์ จากกราฟแสดงความเข้มข้นของซีโอดี พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นในน้ำเสียดิบ ( Influent ) และในน้ำทิ้ง ( Effluent ) สูง แต่เมื่อสามารถตกตะกอนทางเคมีในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบได้ โดยสมบูรณ์ทำให้ความเข้มข้นซีโอดีมีค่าลดต่ำลงมาก พบว่าน้ำเสียเมื่อผ่านระบบกำจัดทางชีวเคมีแล้ว ความเข้มข้นของซีโอดีลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การที่เป็นเช่นนี้ เพราะซีโอดี ที่ผ่านการตกตะกอนทางเคมีโดยสมบูรณ์เป็นซีโอดีที่ย่อยไคยาก จากผลการทดลองเมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว สามารถกำจัดซีโอดีโดยเฉลี่ยจาก 93 มก./ล. ให้ลดลงได้เพียง 58 มก./ล. ซึ่งนับได้ว่าน้อยมาก เมื่อพิจารณาปริมาณของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศ ในวันที่ 24 เม.ย. 2529 และในวันที่ 27 เม.ย. 2529 พบว่า มีความเข้มข้นต่างกันมาก ทั้งนี้จากผลการเปลี่ยนแบบจำลองใหม่มีขนาดเล็กลง จาก 30 ลิตร มาเป็น 10 ลิตร ดังกล่าวแล้วข้างต้น จะทำให้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากเดิมด้วยประมาณ 3 เท่า แต่จากรายงานผลการทดลอง ความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เป็นไปตามที่คาดคะเนไว้ คือ มีความเข้มข้นที่สูงกว่ามาก จากการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ผิดพลาดจากความเป็นจริง นับได้ว่าเป็นสาเหตุหนึ่งในการรายงานผลการทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การวิเคราะห์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่มีค่าต่ำ ๆ อย่งไรก็ดี เมื่อสามารถเพิ่มความเข้มข้นในถังเติมอากาศได้แล้วก็ดำเนินการควบคุม SRT เช่นเดิม จากผลการทดลองตั้งแต่วันที่ 27 เม.ย. 2529 พบว่าเมื่อเริ่มควบคุม SRT ตะกอนจุลชีพมีแนวโน้มลดต่ำลง จาก 2152 มก./ล. ลดลงเหลือประมาณ 1300 มก./ล. ในวันที่ 6 พ.ค. 2529 และปริมาณตะกอนแขวนลอยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เมื่อแบคทีเรียสามารถปรับตัวเข้าสู่สภาวะแวดล้อมได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ตั้งแต่วันที่ 8 พ.ค. 2529 แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของตะกอนแขวนลอยมีค่าสูงขึ้นตามลำดับ

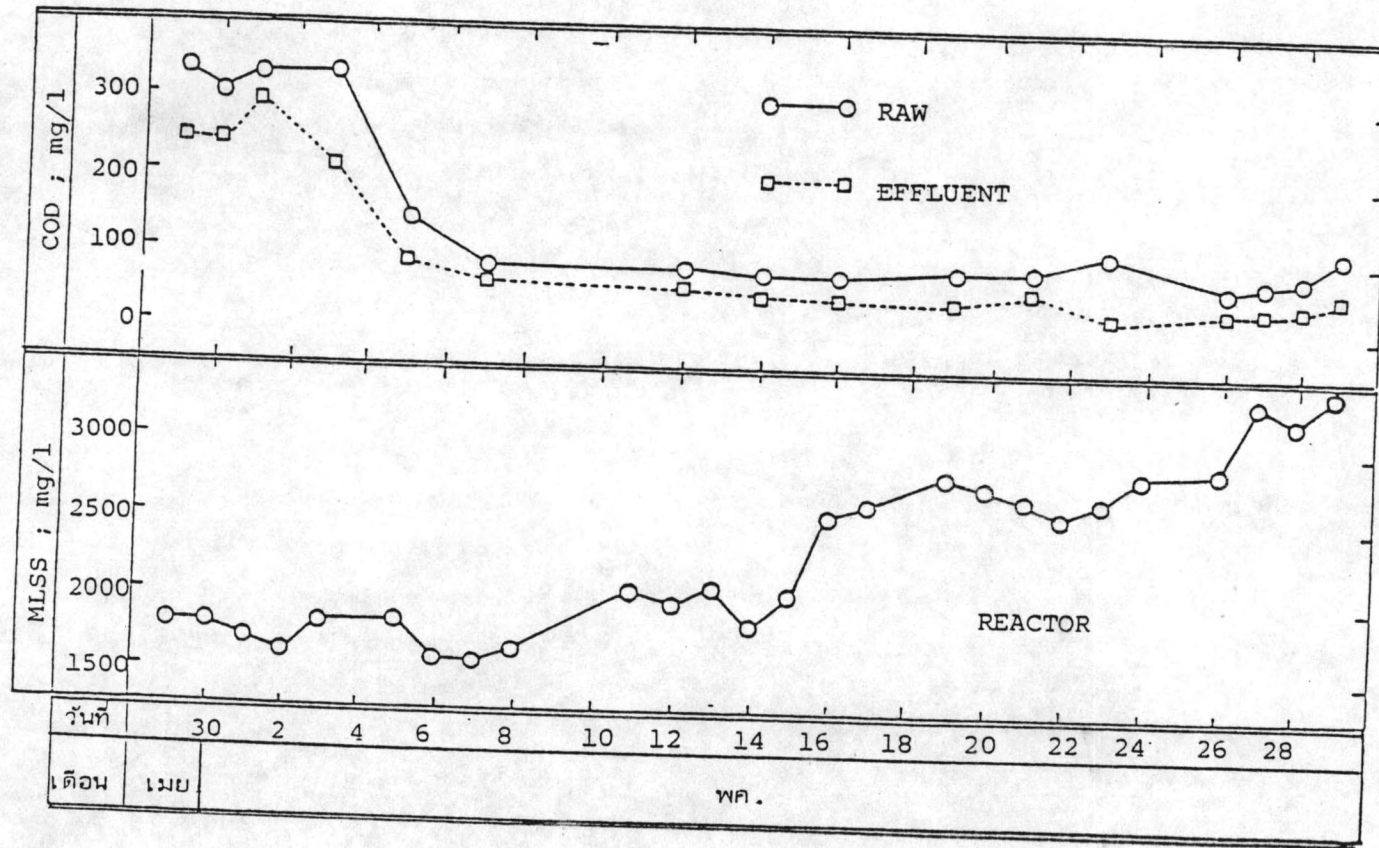


ภาพที่ 5.5 แสดงความเข้มข้นซีโอดี และตะกอนแขวนลอย (MLSS) ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน

และคอนข้างคังที่ตั้งแต่วันที่ 21 พ.ค. 2529 ซึ่งแสดงว่าระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัวภายในถังเติมอากาศ มีค่าประมาณ 1669 มก./ล. และในน้ำทิ้ง ( Effluent ) มีตะกอนแขวนลอยปะปนออกมาเฉลี่ย 6.7 มก./ล.

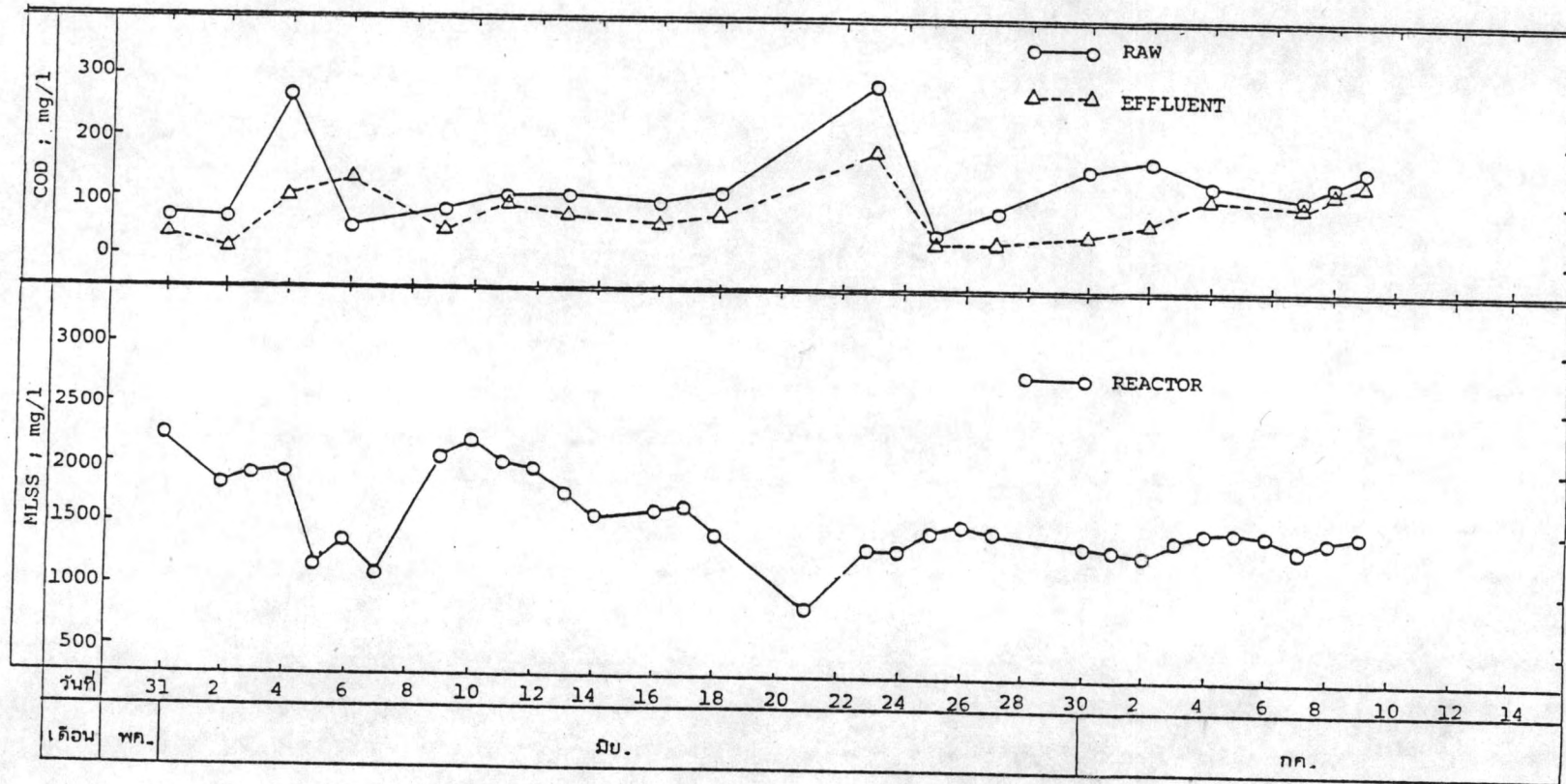
เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 20 วัน การทดลองกระทำพร้อมกันกับการควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน ในระยะแรกก่อนการทดลองจึงมีปัญหาในเรื่องการวิเคราะห์ค่าซีโอดี และการเพิ่มความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย เช่นเดียวกันกับการทดลองควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน จะเห็นได้จากข้อมูลดิบตั้งแต่วันที่ 11 เม.ย. 2529 ถึงวันที่ 28 เม.ย. 2529 มีความแปรปรวนสูงมากเมื่อทำการเปลี่ยนแบบจำลองจากขนาดความจุ 30 ลิตร เป็น 10 ลิตรแล้ว พบว่าสามารถเพิ่มความเข้มข้นจากเดิมให้สูงขึ้นเป็น 2036 มก./ล. นอกจากนี้ การตกตะกอนน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบก็สามารถกระทำได้สมบูรณ์ขึ้น จากภาพที่ 5.6 แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวของระบบ ทั้งประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี และตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศ โดยพบว่า ตลอดการทดลองสามารถกำจัดซีโอดีได้จำกัดใกล้เคียงกับผลการทดลองเมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน คือ สามารถกำจัดซีโอดีโดยเฉลี่ยจาก 93 มก./ล. ให้ลดลงได้เพียง 57.9 มก./ล. ในขณะที่ระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ถ้าพิจารณาตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศภายหลังจากการเปลี่ยนแบบจำลองแล้ว จะเห็นถึงการปรับตัวของแบคทีเรียตามสภาวะแวดล้อม โดยตะกอนแขวนลอยเริ่มลดลงภายหลังจากการควบคุม SRT และเมื่อระบบสามารถปรับตัวเข้ากับสภาวะแวดล้อมได้ ตะกอนแขวนลอยจึงเริ่มเพิ่มปริมาณมากขึ้น และคอนข้างคังที่ขณะอยู่ในสภาวะทรงตัว ประมาณ 3328 มก./ล. ในการทดลองครั้งนี้จะสามารรถเห็น การรวมตัวกันของตะกอนแขวนลอยในถังตกตะกอน ซึ่งพบว่าสามารถตกตะกอนได้ดีมาก ดังนั้น น้ำทิ้งจึงมีตะกอนแขวนลอยปะปนออกมาเพียง 6.7 มก./ล. เท่านั้น

เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 5 วัน จากภาพที่ 5.7 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี และความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศ ดังกล่าวแล้วว่า การทดลองครั้งนี้กระทำต่อจากการทดลองควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน ผลการทดลองในช่วงแรก ๆ จึงเป็นช่วงที่แบคทีเรียเริ่มปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป จะเห็นได้จากทั้งประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศ ลดต่ำลงตามลำดับ ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัวสามารถกำจัดซีโอดีได้น้อยมากเพียง 6.6 มก./ล. ซึ่งแทบจะไม่เห็นความแตกต่างของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ ( Influent ) และของน้ำทิ้ง ( Effluent ) ส่วนปริมาณของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศ ลดต่ำลงจาก 2236 มก./ล. ในวันที่ 31 พ.ค.



ภาพที่ 5.6 แสดงความเข้มข้นซีโอดี และตะกอนแขวนลอย (MLSS) ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์  
เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 20 วัน





ภาพที่ 5.7 แสดงความเข้มข้นซีโอดี และตะกอนแขวนลอย(MLSS) ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์  
เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 5 วัน

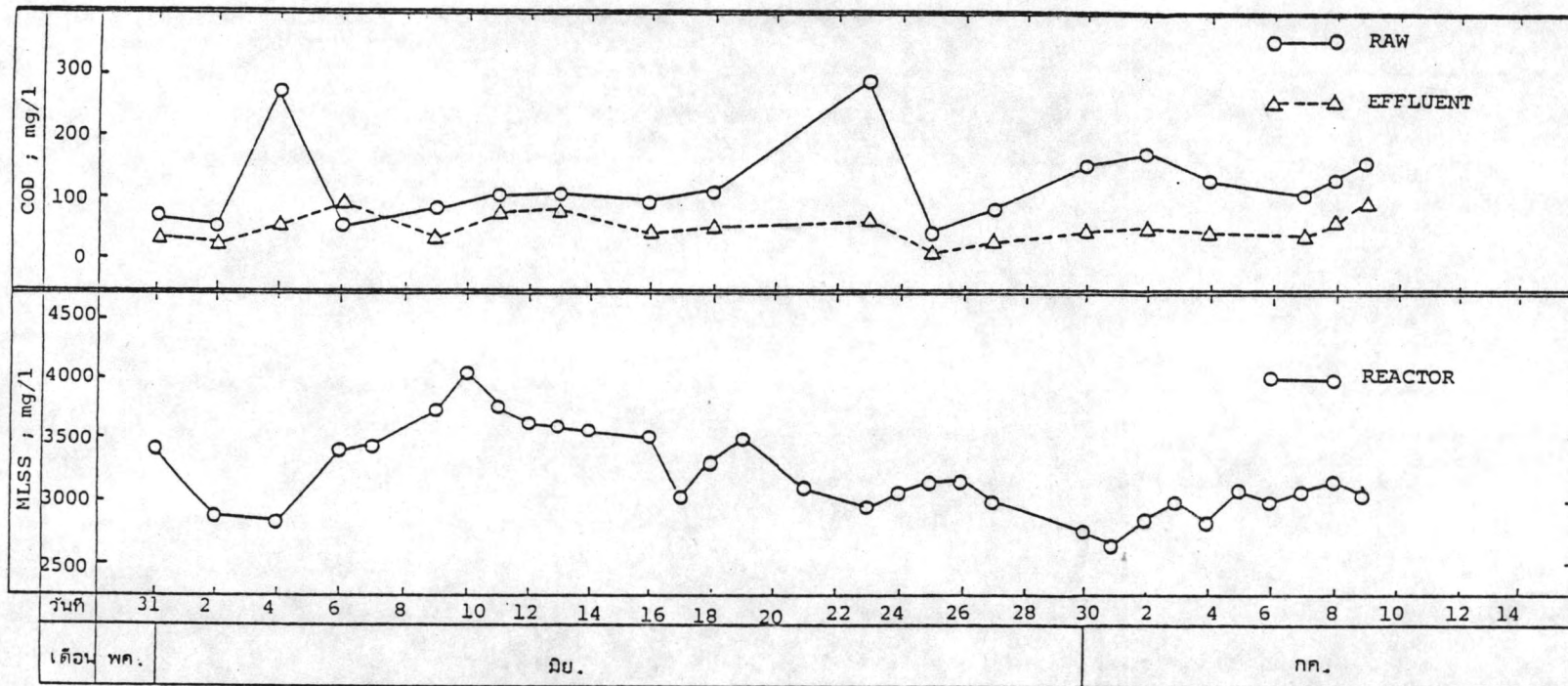
2529 เหลือเพียง 1429 มก./ล. ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว จากการสังเกตตะกอนแขวนลอยในถังตกตะกอน พบว่ามีการฟุ้งกระจายสูงและตกตะกอนได้ช้า ดังนั้นน้ำทิ้งจึงมีตะกอนแขวนลอยปะปนออกมาสูงถึง 55 มก./ล.

เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 15 วัน การทดลองเริ่มดำเนินการควบคุม SRT ตั้งแต่วันที่ 31 พ.ค. 2529 และสิ้นสุดการทดลองเมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ในวันที่ 9 ก.ค. 2529 ผลของการทดลองในการกำจัดซีโอดี และการปรับตัวของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศ แสดงอยู่ในภาพที่ 5.8 การทดลองครั้งนี้ พบว่า น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองมีความเข้มข้น ซีโอดีแปรปรวนสูงกว่า การทดลองที่ผ่านมา โดยมีค่าสูงกว่าระดับปกติในวันที่ 4 และวันที่ 23 มิ.ย. 2529 การที่ความเข้มข้นซีโอดีมีค่าสูงขึ้น และลดต่ำลงทันทีนั้น ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีมีความแปรปรวนตามไปด้วย จากกราฟแสดงความเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นซีโอดีในน้ำเสียพบว่าตั้งแต่วันที่ 25 มิ.ย. 2529 สามารถควบคุมความเข้มข้นของซีโอดีในน้ำเสีย ให้มีค่าค่อนข้างคงที่ไว้ คือ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 100 มก./ล. อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีที่ค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกับ การทดลองที่ผ่านมา ดังผลการทดลองขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัวสามารถกำจัดซีโอดีจาก 134 มก./ล. ให้ลดลงเหลือ 74 มก./ล. เมื่อพิจารณาการปรับตัวของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศ พบว่าแบคทีเรียสามารถปรับตัวได้รวดเร็ว จะเห็นได้จากปริมาณตะกอนแขวนลอยเปลี่ยนแปลงค่อนข้างต่ำ และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3126 มก./ล. การตกตะกอนในถังตกตะกอน สามารถตกตะกอนได้ดี จากการวิเคราะห์หาปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทิ้งขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว มีค่าเฉลี่ยประมาณ 9.8 มก./ล.

### 5.1.3 ความเข้มข้นไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ

น้ำเสียสิ่งปฏิกูลเมื่อผ่านการตกตะกอนทั้งสองขั้นตอนนี้แล้ว มีความเข้มข้นไนโตรเจน (TKN) สูงประมาณ 300 - 500 มก./ล. โดยอยู่ในรูปของแอมโมเนียเป็นส่วนใหญ่ แอมโมเนียที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ เมื่อผ่านเข้าสู่ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ จะเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ขึ้น โดยแบคทีเรียพวก ออกซิโทรพ ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนแอมโมเนียให้ไปอยู่ในรูปของไนไตรต์ และไนเตรต ซึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามการควบคุม SRT ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้ คือ.-

เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน ความเข้มข้นของไนโตรเจน (TKN )



ภาพที่ 5.8 แสดงความเข้มข้นซีโอดี และตะกอนแขวนลอย (MLSS) ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์  
เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 15 วัน

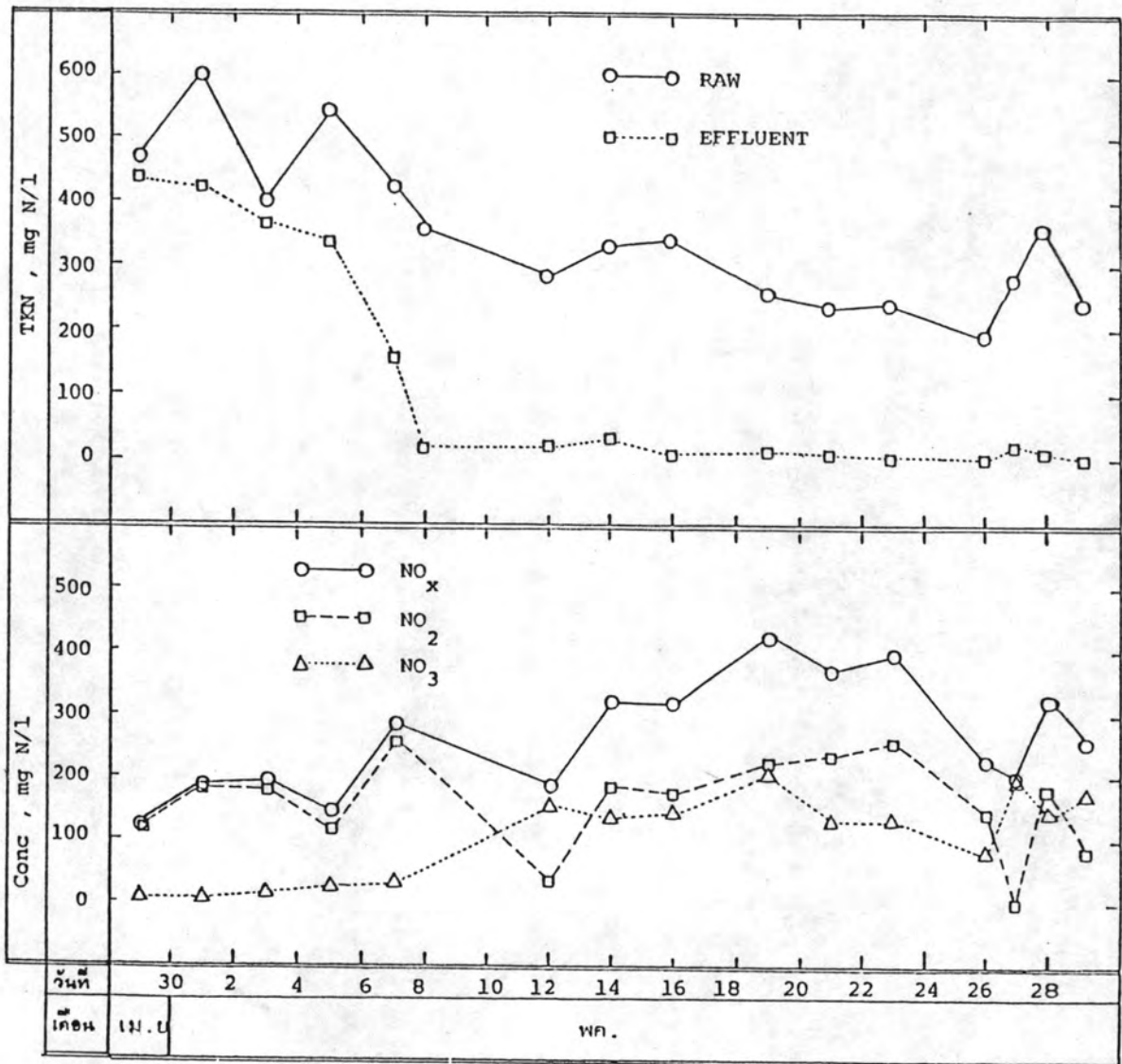


ในน้ำเสีย ขณะเริ่มทำการทดลองมีค่าสูงมากประมาณ 500 มก./ล. และเริ่มลดต่ำลง เหลือประมาณ 300 มก./ล. จากภาพที่ 5.9 แสดงให้เห็นความเข้มข้นของไนโตรเจนที่เข้าสู่ระบบกำจัดคองข้างที่ตั้งแต่วันที่ 8 พ.ค. 2529 ขณะเดียวกันความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำทิ้ง ก็มีค่าเหลือคองข้างที่ประมาณ 20 มก./ล. ตั้งแต่วันที่ 8 พ.ค. เช่นเดียวกัน แสดงว่าช่วงเวลาดังกล่าวเป็นต้นมา ปฏิกริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นได้ใกล้เคียงกันมาก เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของไนไตรต์และไนเตรต ในน้ำทิ้ง จะพบว่าเกือบตลอดการทดลอง ไนโตรเจน (TKN) ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์เป็นส่วนใหญ่ เมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัวไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำเสีย 295.17 มก./ล. ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์ 89.37 มก./ล. N และอยู่ในรูปของไนเตรต 173.33 มก./ล. N

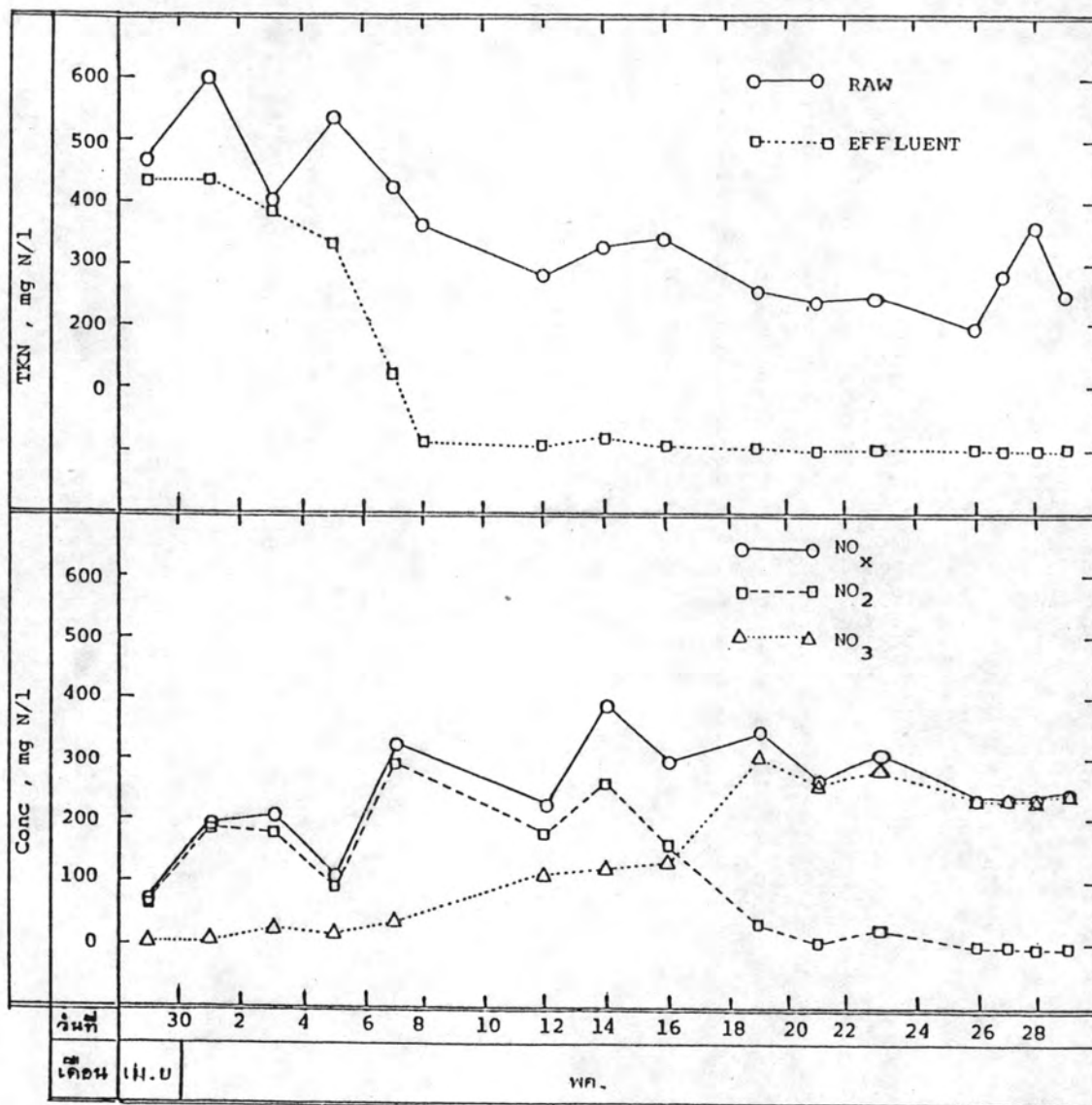
เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 20 วัน ภาพที่ 5.10 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน (TKN) ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ด้วยการสร้างปฏิกริยาไนตริฟิเคชัน ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในระยะแรกของการทดลองพบว่า ไนโตรเจน (TKN) ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์เป็นส่วนใหญ่ และอยู่ในรูปของไนเตรตเพียงบางส่วนเท่านั้น ผลการทดลองตั้งแต่วันที่ 6 พ.ค. 2529 แสดงให้เห็นการปรับตัวของแบคทีเรียไนโตรแบคเตอร์ จะเห็นได้จากความเข้มข้นของไนเตรตเริ่มเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นของไนไตรต์ลดต่ำลง ในวันที่ 16 พ.ค. เป็นวันแรกที่ความเข้มข้นของไนไตรต์ มีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นของไนเตรตมาก และตั้งแต่วันที่ 19 พ.ค. จนถึงสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณของไนโตรเจน (TKN) เกือบทั้งหมดถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนเตรต แสดงว่าปฏิกริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ปริมาณไนโตรเจน (TKN) ในน้ำเสียเฉลี่ย 295.17 มก./ล. N ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนเตรต 247.5 มก./ล. N และอยู่ในรูปของไนไตรต์เพียง 0.02 มก./ล. N เท่านั้น

เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 5 วัน การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อควบคุม SRT ค่า ๆ ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน (TKN) อันเนื่องมาจากปฏิกริยาไนตริฟิเคชันจะต่ำลงไปด้วย จากภาพที่ 5.11 แสดงให้เห็นความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ป้อนเข้าสู่ระบบ และความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำทิ้ง ซึ่งพบว่า ไนโตรเจน (TKN) บางส่วนถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์ และ ไนเตรต จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของไนไตรต์ และ ไนเตรต ในน้ำทิ้ง ตั้งแต่วันที่ 30 มิ.ย. 2529 พบว่ามีค่าต่ำมาก และแปรปรวนตลอดเวลา ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ความเข้มข้นของไนโตรเจน (TKN) ในน้ำเสียเฉลี่ย 522.67 มก./ล. N ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์ และ ไนเตรต เท่ากับ 26 และ 15.3 มก./ล. N ตามลำดับ โดยเหลือ

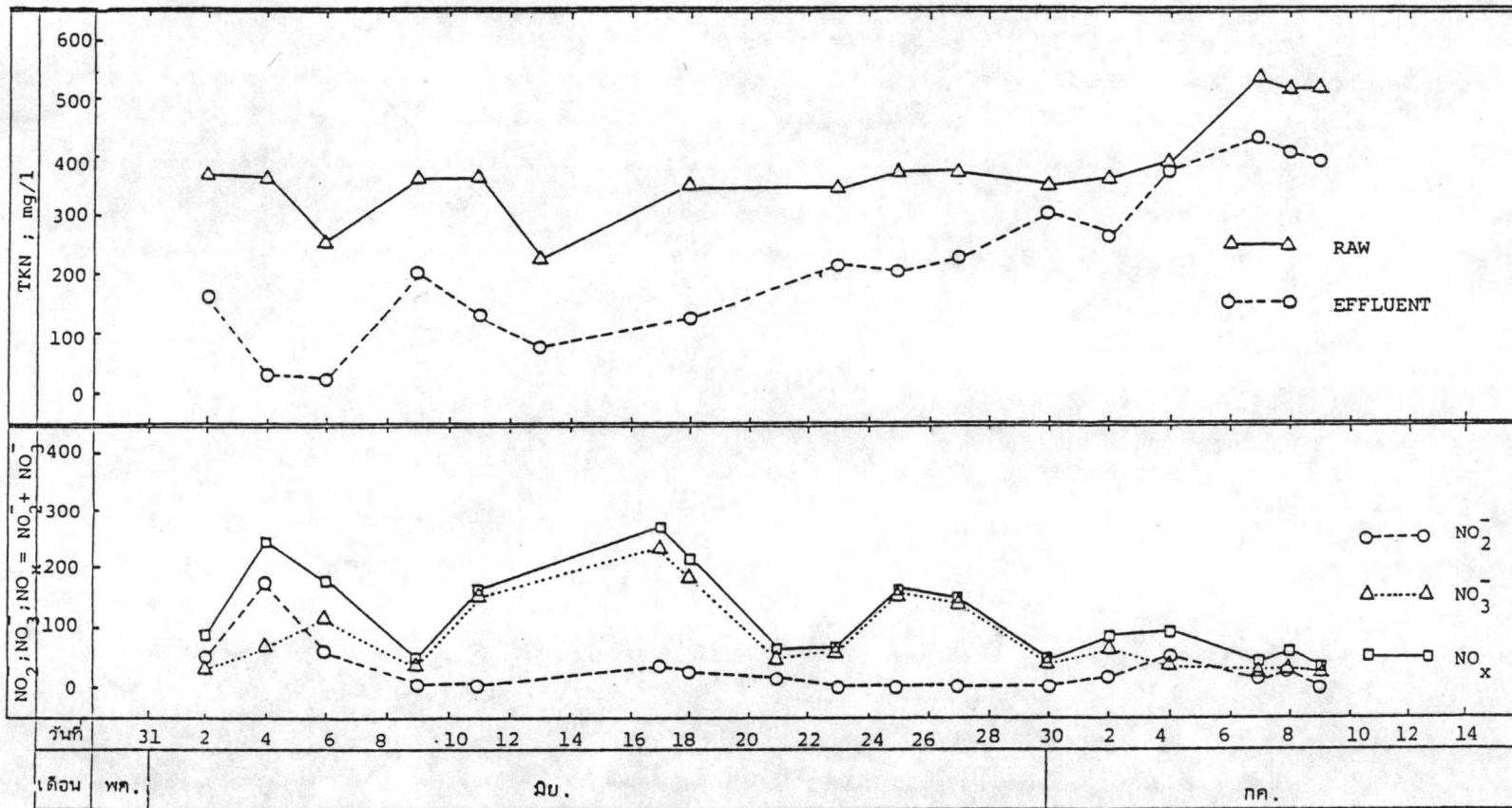




ภาพที่ 5.9 แสดงความเข้มข้นไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน



ภาพที่ 5.10 แสดงความเข้มข้นไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 20 วัน



ภาพที่ 5.11 แสดงความเข้มข้นไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 5 วัน

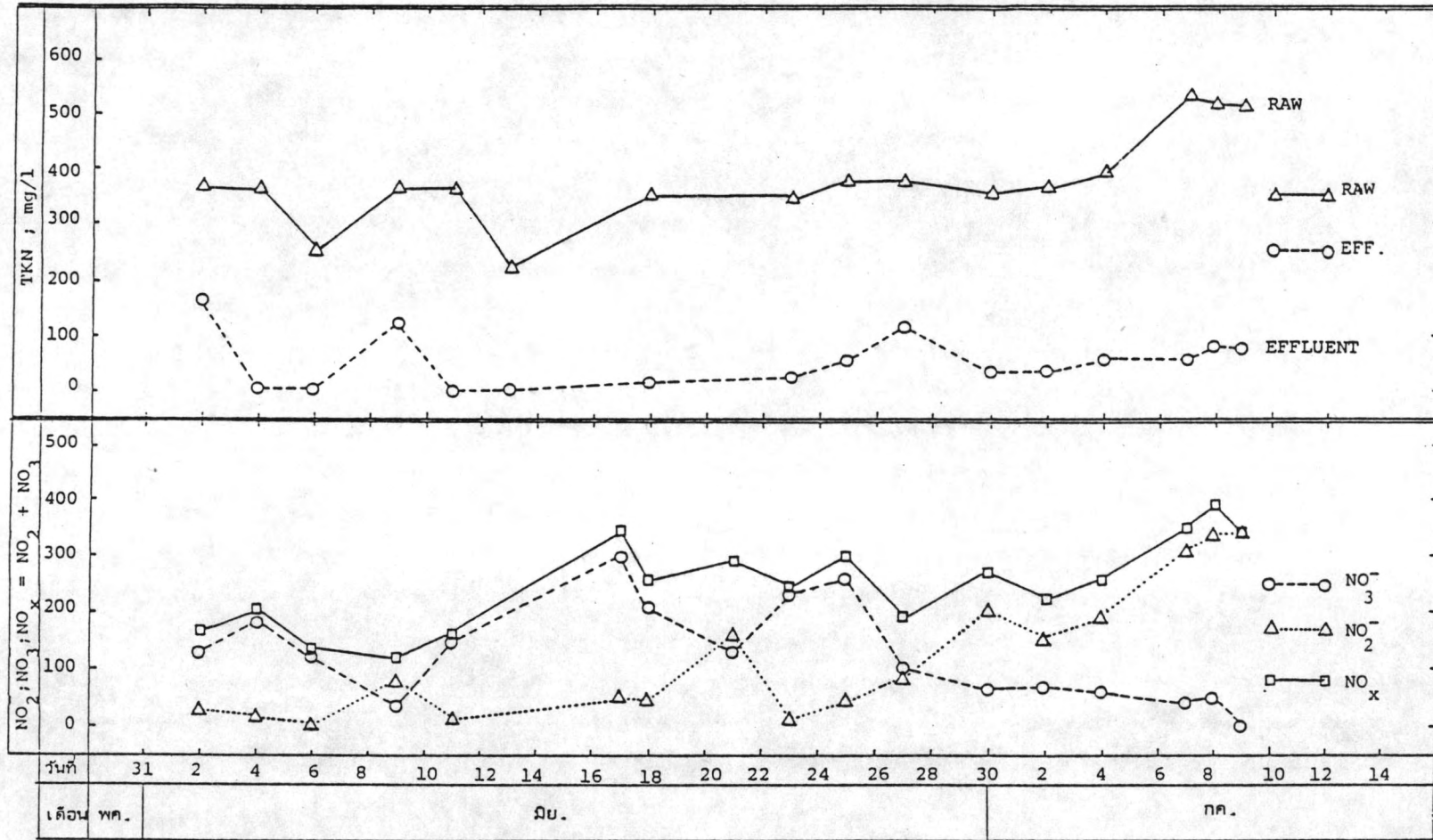
ความเข้มข้นของไนโตรเจน ( TKN ) ในน้ำทิ้ง สูงถึง 411.6 มก./ล. N แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันน้อยมาก

เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 15 วัน จากผลการทดลองในระยะแรกขณะเริ่มเปลี่ยนการควบคุม SRT จาก 20 วัน มาเป็น 15 วัน นั้น ความเข้มข้นไนโตรเจนของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ มีค่าประมาณ 350 มก./ล. N และเมื่อผ่านระบบกำจัดแล้วเหลือความเข้มข้นไนโตรเจนในน้ำทิ้ง ประมาณ 150 มก./ล. N จากภาพที่ 5.12 แสดงให้เห็นความเข้มข้นทั้งในน้ำเสีย ( Influent ) และในน้ำทิ้ง ( Effluent ) ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว เนื่องจากการทดลองควบคุม SRT เท่ากับ 15 วัน อัตราการระบายตะกอนออกจากถังเติมอากาศ มีค่าใกล้เคียงกับการควบคุม SRT เท่ากับ 20 วันมาก จึงพบว่า การปรับตัวของแบคทีเรียไนตริฟายเออร์สามารถปรับตัวได้รวดเร็วขึ้น จะเห็นได้จาก กราฟแสดงความเข้มข้นไนโตรเจน ทั้งในน้ำเสียและ ในน้ำทิ้ง มีค่าค่อนข้างคงที่ตั้งแต่เริ่มการทดลอง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนพบว่า มีความแปรปรวนสูง อย่างไรก็ตาม เมื่อสามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้แล้ว การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน อยู่ในรูปของไนไตรต์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน กับผลการทดลองเมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 และ 20 วัน จะพบว่า การทดลองครั้งนี้ ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน เกิดขึ้นได้น้อยกว่า เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน แสดงให้เห็นว่าจะต้องมีพารามิเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งไปขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันอย่างแน่นอน รายละเอียดจะกล่าวในตอนต่อไป ผลการทดลองขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว สามารถกำจัดไนโตรเจน ( TKN ) ได้จาก 522.67 มก./ล. N ให้เหลือเพียง 76.53 มก./ล. N ซึ่งพบว่าอยู่ในรูปของไนไตรต์ มากถึง 330 มก./ล. N และอยู่ในรูปของไนเตรตเพียง 30 มก./ล. N

## 5.2 ผลการทดลองระบบแเอเรตเต็คลากรูน เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 3,5 และ 10 วัน

ในการทดลองกำจัดน้ำเสียด้วยระบบนี้ ผู้ทดลองใช้แบบจำลองแเอเรตเต็คลากรูน ที่ออกแบบเป็นประเภทไม่มีการหมุนเวียนตะกอนกลับคืนเพียงชุดเดียว ทำการทดลองพร้อมกันกับระบบแอกทิเวตเต็คสลัจด์ การทดลองเริ่มจากการควบคุม HRT เท่ากับ 10,5 และ 3 วัน ตามลำดับ ในระหว่างการทดลองพบว่า แบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้ ไม่สามารถที่จะควบคุมให้อัตราการแพร่กระจายของตะกอนจุลชีพในถังเติมอากาศเป็นไปอย่างทั่วถึงตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะแบบจำลองที่





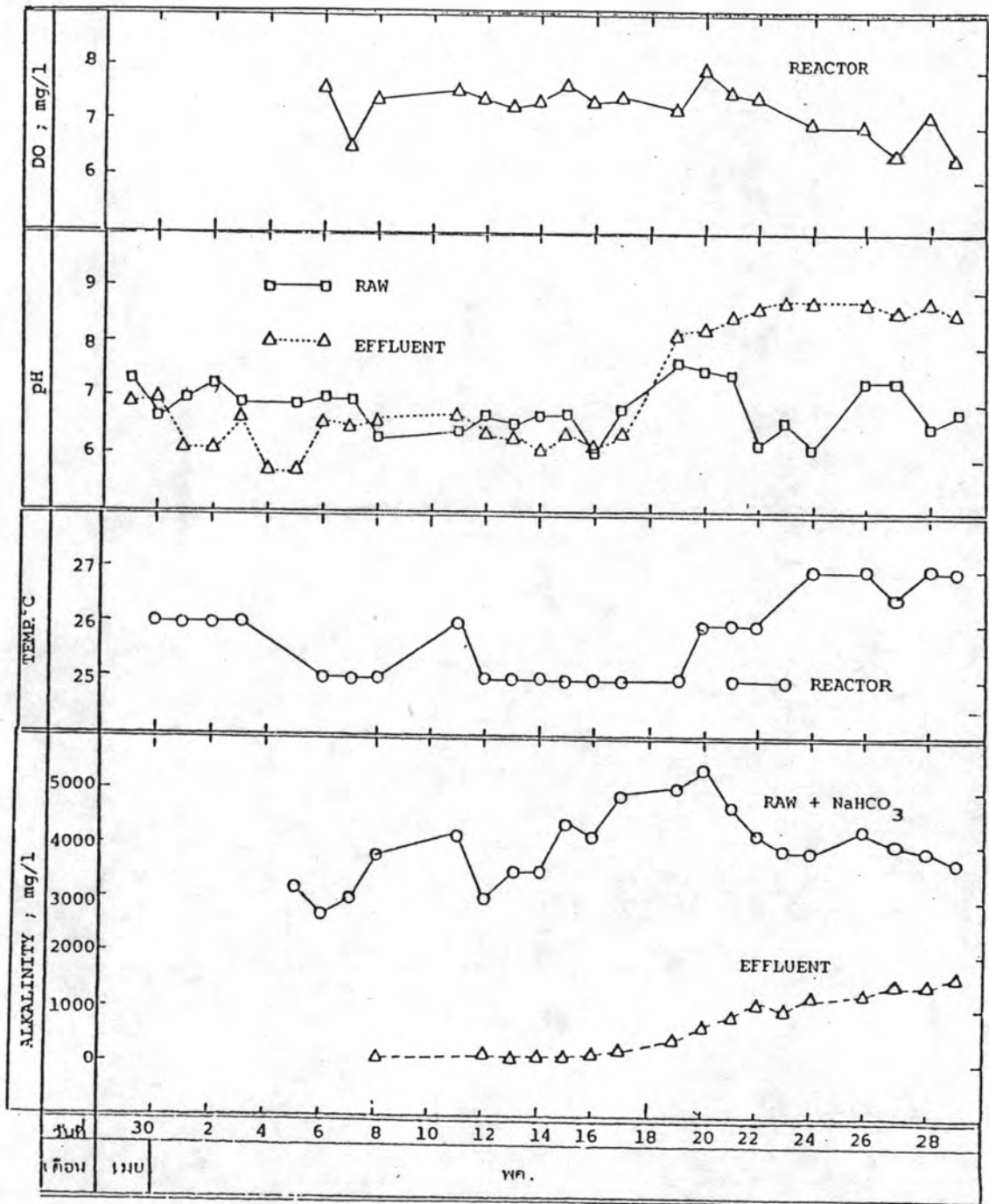
ภาพที่ 5.12 แสดงความเข้มข้นไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ ระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ เมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 15 วัน

สร้างชั้นน้ำแข็งจะไหลล้นออกทางท่อ ซึ่งออกแบบให้เป็นทางระบายน้ำฝน และควบคุมระดับน้ำภายในถังให้คงที่ตลอดเวลา จากการทดลองพบว่า ตะกอนแขวนลอยภายในถังเติมอากาศ ระบายออกทางท่อระบายน้ำฝนได้น้อยมาก จึงเกิดการสะสมภายในถังเติมอากาศเพิ่มมากขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นในระบบแเอเรตเต็คลาทุน สูงกว่าในระบบแเอเทิเวตเต็คสลักค์ ขณะควบคุม SRT เดียวกัน ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองซึ่งแสดงในรูปตารางในภาคผนวก และ แสดงในรูปของกราฟ ดังต่อไปนี้ คือ..-

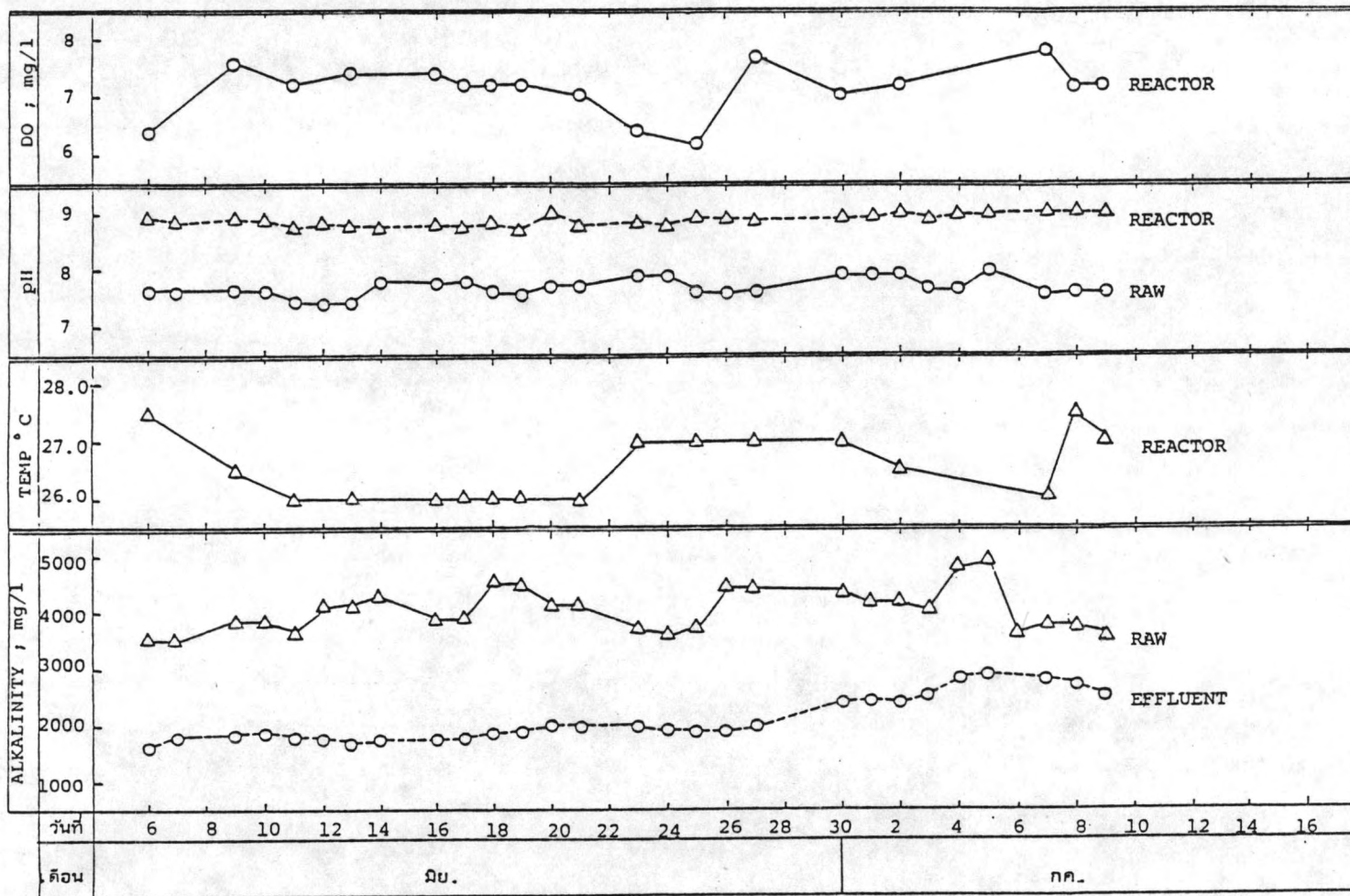
### 5.2.1 ระดับของดีไอ พีเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง

เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 10 วัน ภาพที่ 5.13 แสดงสภาวะแวดล้อมโดยทั่วไปของระบบแเอเรตเต็คลาทุนก่อนที่จะเข้าสู่สภาวะทรงตัว จากการทดลองพบว่า ระดับดีไอ มีค่าสูงกว่าในระบบแเอเทิเวตเต็คสลักค์มาก กล่าวคือ อยู่ในช่วงระหว่าง 6 - 7 มก./ล. การที่ระดับของดีไอมีค่าสูงเช่นนี้ เนื่องจากระบบดังกล่าวใช้หัวเป่าอากาศมากกว่าปรกติ ทั้งนี้เพราะนอกจากจะทำหน้าที่เพิ่มออกซิเจนละลายแล้ว ยังต้องทำหน้าที่ในการกวนผสมรวม เพื่อให้เกิดการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอยอย่างทั่วถึงด้วย เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของระดับพีเอช พบว่า มีความแปรปรวนสูงมากในระยะแรก ๆ เนื่องจากน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง ไม่มีการเติมสารเคมีเพื่อเพิ่มสภาพความเป็นด่าง ให้เพียงพอต่อการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน จึงทำให้ระดับพีเอชในถังเติมอากาศลดต่ำลงตามลำดับ และมีค่าต่ำสุดในวันที่ 5 พ.ค. 2529 เท่ากับ 5.7 แต่เมื่อปรับสภาพความเป็นด่างแล้วทำให้ระดับของพีเอชเริ่มสูงขึ้น และค่อนข้างคงที่ในช่วงระหว่าง 8 - 9 ในการปรับสภาพความเป็นด่างนั้น ใช้สารเคมีโซเดียมไบคาร์บอเนตละลายปนกับน้ำเสียประมาณ 4000 มก./ล. ( ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ) จากกราฟแสดงสภาพความเป็นด่างที่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยา เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันในถังเติมอากาศ การทดลองเริ่มเข้าสู่สภาวะทรงตัว ตั้งแต่ วันที่ 27 พ.ค. 2529 ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการเก็บข้อมูล 3 วัน คือ ระดับดีไอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.7 มก./ล. ในขณะที่ระดับพีเอชในถังเติมอากาศมีค่าเท่ากับ 8.7 และสภาพความเป็นด่างถูกใช้ไปในปฏิกิริยาเฉลี่ย 640 มก./ล. ( ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ) ที่อุณหภูมิ 26.8 องศาเซลเซียส

เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 5 วัน การทดลองเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 6 มิ.ย. 2529 ดังภาพที่ 5.14 แสดงระดับของดีไอ ในถังเติมอากาศเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 6 - 7 มก./ล. ในขณะที่อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ประมาณ 27 องศาเซลเซียส ระดับของพีเอชในการ



ภาพที่ 5.13 แสดงระดับของดีไอ ฟเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง ระบบแเอเรตเตอร์กลานู เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 10 วัน



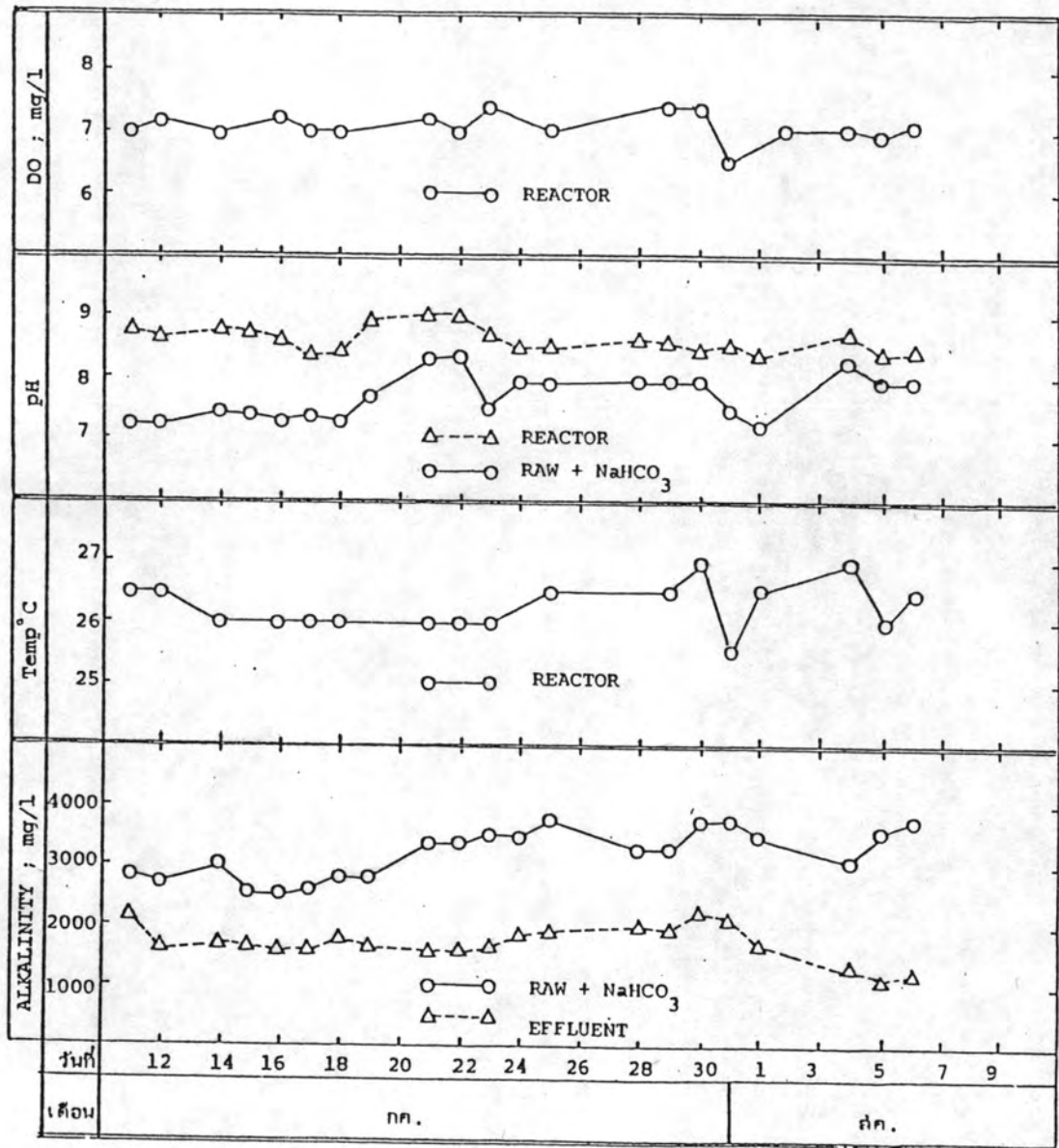
ภาพที่ 5.14 แสดงระดับของดีไอ พีเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง ระบบแเอเรตเตอร์ลากรูน เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 5 วัน



ทดลองครั้งนี้ สามารถที่จะควบคุมให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะได้ จะเห็นได้จาก การเปลี่ยนแปลงของระดับพีเอชทั้งในน้ำเสียดิบ และในน้ำทิ้ง มีค่าค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง ทั้งนี้เพราะน้ำเสียที่ใช้มีการเพิ่มกำลังฟัฟเฟอร์ ด้วยการเติมสารเคมีโซเดียมไบคาร์บอเนต ทุกครั้งที่ผ่านมา. ทดลอง ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ระดับของพีเอชในถังเติมอากาศมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9 สภาพความเป็นด่างถูกใช้ไปในปฏิกิริยา  $1016.7$  มก./ล. (ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$ ) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพความเป็นด่างที่ถูกใช้ไปในการทดลองระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ ที่มี SRT เท่ากับ 5 วัน เท่ากัน พบว่าสภาพความเป็นด่าง ถูกใช้ไปในระบบแเอเรตเตดลากรูน มีค่ามากกว่าถึง  $536.7$  มก./ล. ( ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ) ซึ่งแสดงว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน เกิดขึ้นในระบบแเอเรตเตดลากรูน ได้มากกว่าในระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ การที่เป็นเช่นนี้เพราะ เกิดการสะสมตัวของตะกอนแขวนลอยภายในถังเติมอากาศมากกว่าปรกติ จึงทำให้ SRT มีค่าสูงกว่า 5 วัน ดังนั้นจึงพบว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน ในระบบแเอเรตเตดลากรูนเกิดขึ้นได้มากกว่า ขณะที่ SRT เดียวกัน

เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน โดยการควบคุมอัตราการป้อนน้ำเสียให้คงที่เท่ากับ 15 ลิตร/วัน นั้น การทดลองเริ่มตั้งแต่วันที่ 10 ก.ค. 2529 และเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 11 ก.ค. เป็นต้นมา ในระหว่างการทดลองพบว่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงค่าน้อยมากและมีค่าค่อนข้างคงที่โดยเฉพาะค่าพีเอช ดังภาพที่ 5.15 จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของดีไอพีเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง ที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะแวดล้อม ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัวพบว่า ค่าเฉลี่ยของดีไอพีเอช และ พีเอชในถังเติมอากาศ มีค่าเท่ากับ 6.9 มก./ล. และ 8.5 ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิและสภาพความเป็นด่าง ที่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยานั้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26 องศาเซลเซียส และ  $2313.3$  มก./ล. ( ในรูปของ  $\text{CaCO}_3$  ) ตามลำดับ ค่าสภาพความเป็นด่างที่ถูกใช้ไปในปฏิกิริยานี้ พบว่ามีค่าสูงมาก แสดงว่ามีการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันขึ้นในถังเติมอากาศ จากการเปรียบเทียบการทดลองควบคุม HRT ทั้ง 3 การทดลองพบว่า สภาพความเป็นด่างถูกใช้ไปในการทดลองควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน มีค่ามากที่สุด ดังกล่าวแล้วในตอนต้นว่า การทดลองในระยะหลังการสะสมตัวของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศยิ่งเพิ่มมากขึ้น ตามลำดับ ดังนั้นถึงแม้ว่าจะควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน ด้วยการป้อนน้ำเสียในอัตราคงที่เท่ากับ 25 ลิตร/วัน ก็ตาม ตะกอนแขวนลอยที่สะสมอยู่จะทำให้ SRT ภายในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 3 วัน จึงพบว่าปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันเกิดขึ้นได้มากกว่าการทดลองที่ผ่านมา

### 5.2.2 ความเข้มข้นซีไอที และ ตะกอนแขวนลอย ( MLSS )



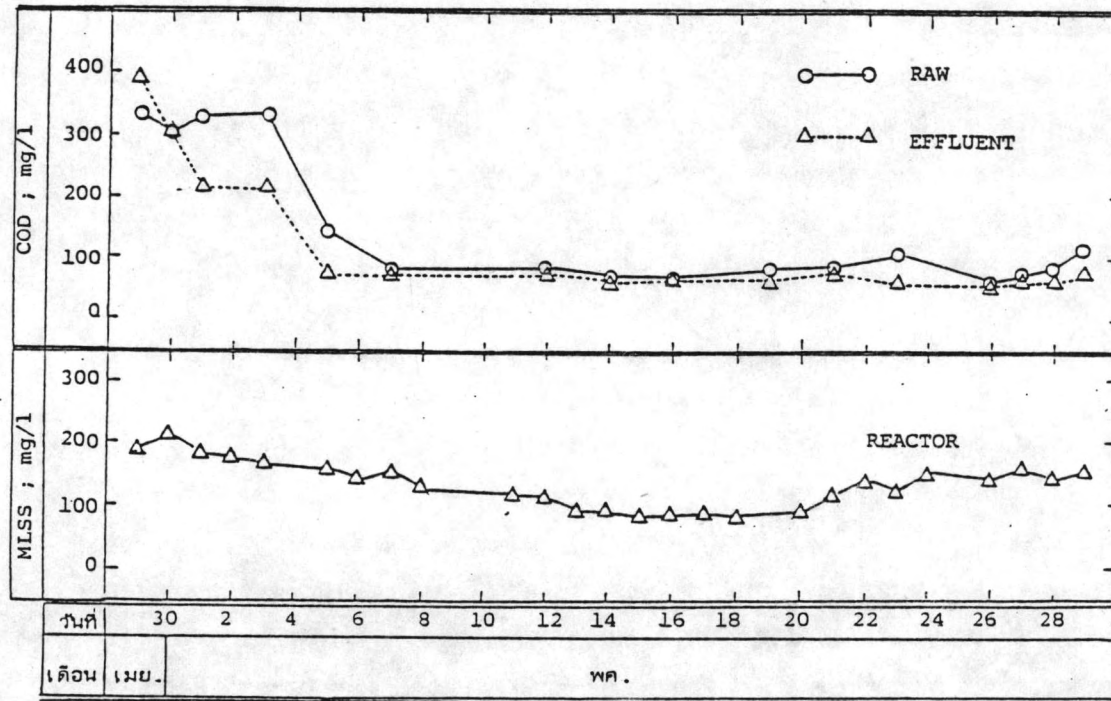
ภาพที่ 5.15 แสดงระดับของดีไอ พีเอช อุณหภูมิ และสภาพความเป็นด่าง ระบบแเอเรตเต็คลากูน เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน

การทดลองเปลี่ยนแปลงการควบคุม HRT ด้วยการเปลี่ยนอัตราการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบ ทำให้ทั้งความเข้มข้นซีโอดี และตะกอนแขวนลอย มีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ผลการทดลองในแต่ละ HRT แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี และความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนี้ คือ.-

เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 10 วัน ในการทดลองครั้งนี้ใช้น้ำเสียร่วมกับกับระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ที่มี SRT เท่ากับ 10 และ 20 วัน ดังนั้นความเข้มข้นของซีโอดี ในน้ำเสีย จึงมีค่าเท่ากัน ทั้ง 3 การทดลอง จากภาพที่ 5.16 แสดงให้เห็นการกำจัดซีโอดี ที่มีค่าต่ำมาก เมื่อระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว สามารถที่จะกำจัดซีโอดีเฉลี่ยจาก 93.4 มก./ล. ให้เหลือได้เพียง 75.9 มก./ล. ตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศจากข้อมูลในวันที่ 11 เม.ย. 2529 มีความเข้มข้นประมาณ 530 มก./ล. มีแนวโน้มลดลงตามลำดับ จะเห็นได้จากในวันที่ 29 เม.ย. 2529 ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยเหลือเพียง 188 มก./ล. เท่านั้น ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 153 มก./ล. และมีค่า 143 มก./ล. ในน้ำทิ้ง จากความแตกต่างของความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยทั้งในถังเติมอากาศ และในน้ำทิ้ง แสดงให้เห็นว่า ตะกอนแขวนลอยบางส่วนมีการสะสมตัวภายในถังเติมอากาศอย่างแน่นอน

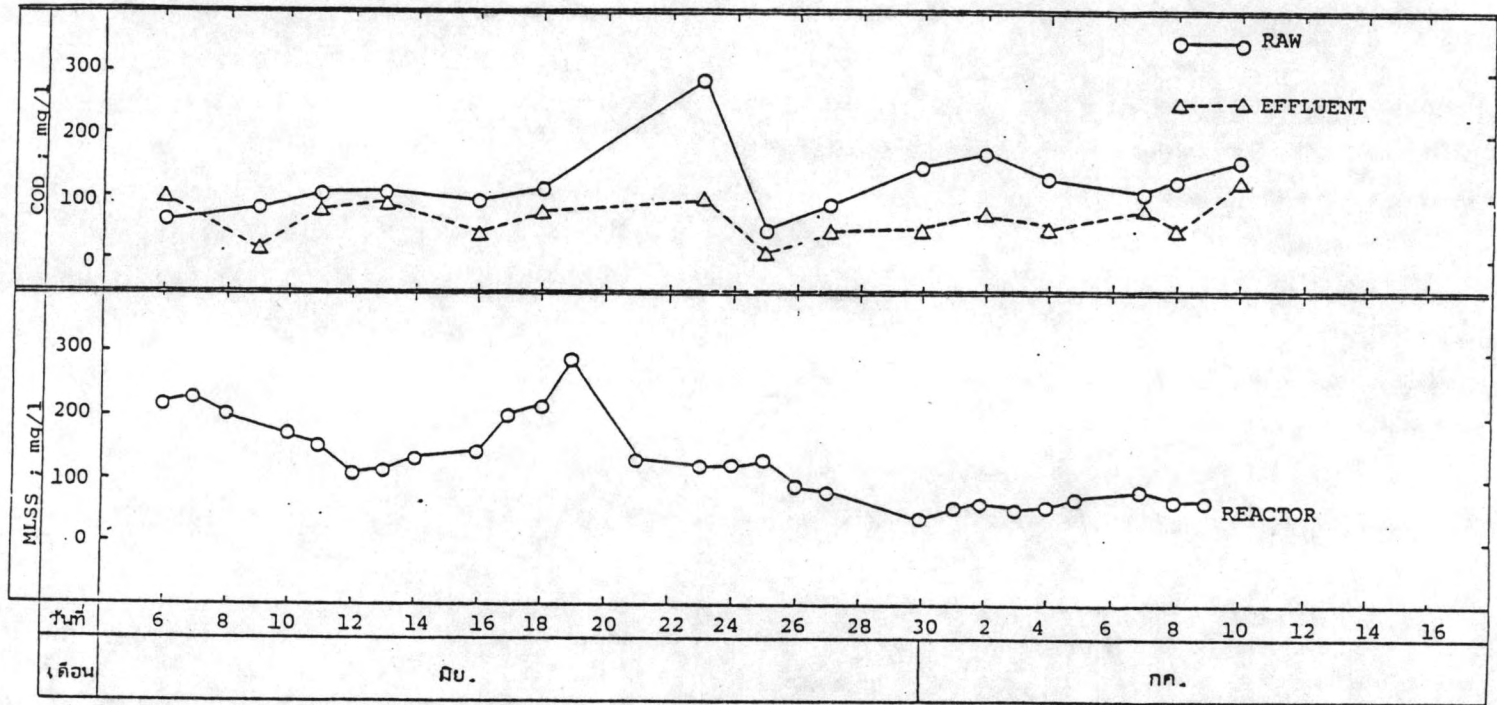
เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 5 วัน การทดลองเริ่มตั้งแต่วันที่ 6 มิ.ย. 2529 ต่อจากการทดลองควบคุม HRT เท่ากับ 10 วัน โดยการเพิ่มอัตราการป้อนน้ำเสียจาก 7.5 ลิตร/วัน เป็น 15 ลิตร/วัน การเพิ่มอัตราการป้อนน้ำเสียนี้นำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี และการเจริญเติบโตของจุลชีพมีการเปลี่ยนแปลงไป ภาพที่ 5.17 แสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี มีค่าสูงกว่า เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 10 วัน นอกจากนี้ ตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศมีแนวโน้มลดต่ำลง จาก 222 มก./ล. ในวันที่ 6 มิ.ย. 2529 เหลือเพียง 76 มก./ล. ในวันที่ 9 ก.ค. 2529 จากผลการวิเคราะห์ทั้งประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี และตะกอนแขวนลอย ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว พบว่า สามารถกำจัดซีโอดี จาก 134.4 มก./ล. ให้เหลือ 95.6 มก./ล. โดยประสิทธิภาพในการกำจัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.8 % ส่วนตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศมีค่าเฉลี่ย 76 มก./ล.

เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน ภาพที่ 5.18 แสดงถึงประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองที่ผ่านมา คือ HRT เท่ากับ

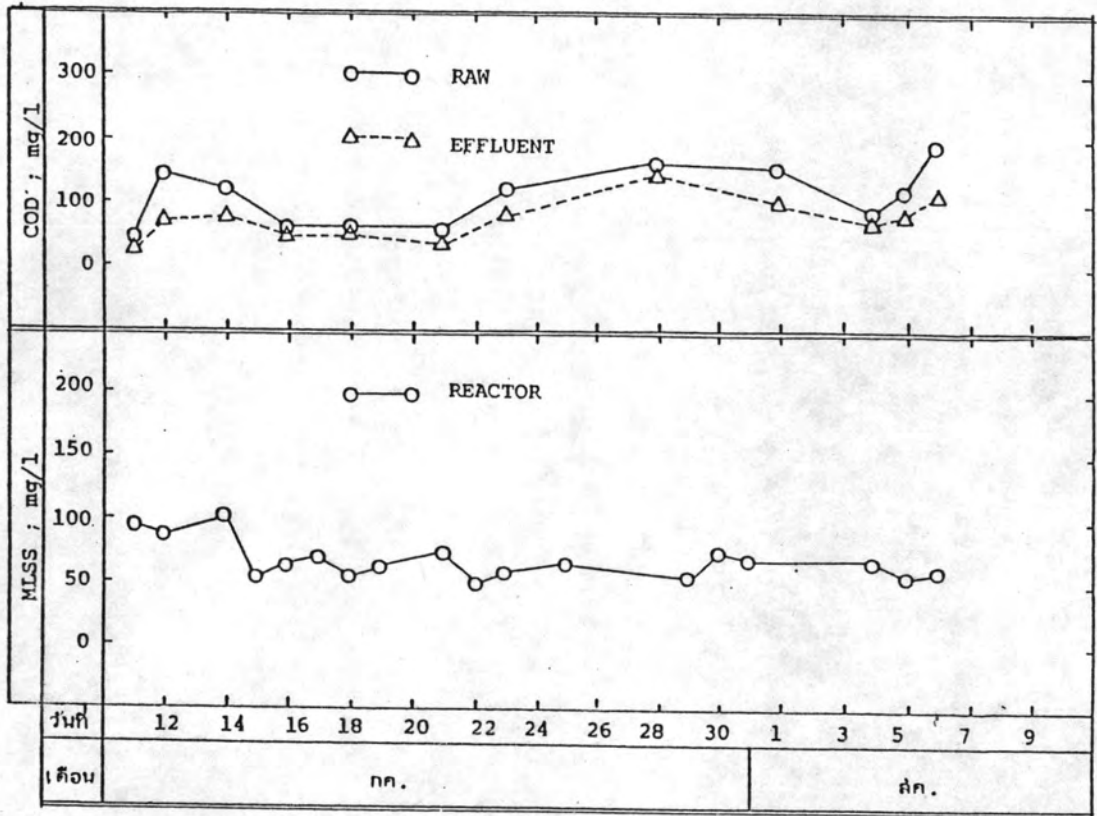


ภาพที่ 5.16 แสดงความเข้มข้นซีโอดี และตะกอนแขวนลอย (MLSS) ระบบแเอเรตเตอร์แบบถัง เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 10 วัน





ภาพที่ 5.17 แสดงความเข้มข้นซีโอดี และตะกอนแขวนลอย(MLSS) ระบบแเอเรตเต็ดลาถูกน เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 5 วัน



ภาพที่ 5.18 แสดงความเข้มข้นซีโอดี และตะกอนแขวนลอย (MLSS) ระบบแเอเรตเต็ดลากรูน เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน

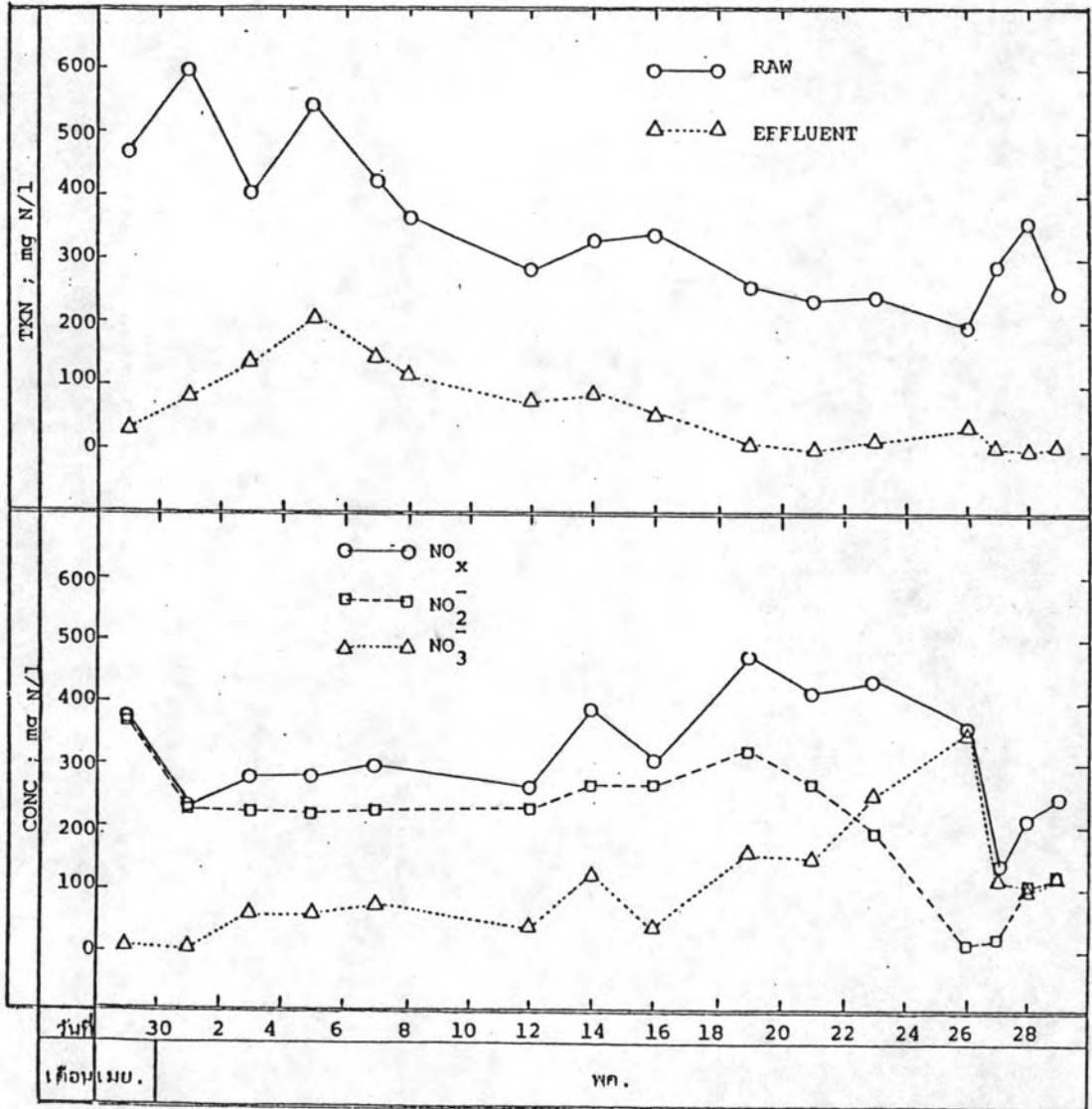
10 และ 5 วัน กล่าวคือ ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว สามารถกำจัดซีไอดี เฉลี่ยจาก 133.5 มก./ล. ให้เหลือ 89.4 มก./ล. โดยประสิทธิภาพในการกำจัดเท่ากับ 33 % ตะกอนแขวนลอย มีค่าลดต่ำลงมาก มีค่าเฉลี่ยประมาณ 60 มก./ล. ขณะอยู่ในสภาวะทรงตัว ดังนั้นจึงพบว่า น้ำเสียในถังเติมอากาศ มีลักษณะใสกว่า การทดลองที่ผ่านมา

### 5.2.3 ความเข้มข้นไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ

ในการทดลองด้วยระบบแเอเรเต็คคลากูนนั้น เนื่องจากใช้น้ำเสียร่วมกับระบบ แอเททีเวตเต็คสลัดจ์ ดังนั้นความเข้มข้นของไนโตรเจน (TKN) ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ จึงมีค่าเท่ากัน ปฏิกริยาไนตริฟิเคชัน ที่เกิดขึ้นภายในถังเติมอากาศ พบว่ามีค่าแตกต่างกันไปขณะควบคุม HRT ต่าง ๆ กัน จากผลการทดลอง ทำให้เห็นถึงปฏิกริยาไนตริฟิเคชันที่เกิดขึ้นภายในถังเติมอากาศ ดังกล่าวแล้วว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้ไม่สามารถที่จะควบคุมให้ ค่า HRT มีค่าเท่ากับ SRT โดยสมบูรณ์ ได้ จึงพบว่าปฏิกริยาไนตริฟิเคชันที่เกิดขึ้น มีค่าสูงกว่าความเป็นจริง ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบ กับระบบแอเททีเวตเต็คสลัดจ์ ขณะควบคุม SRT เดียวกัน ความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ เมื่อเปลี่ยนแปลง HRT มีดังต่อไปนี้ คือ.-

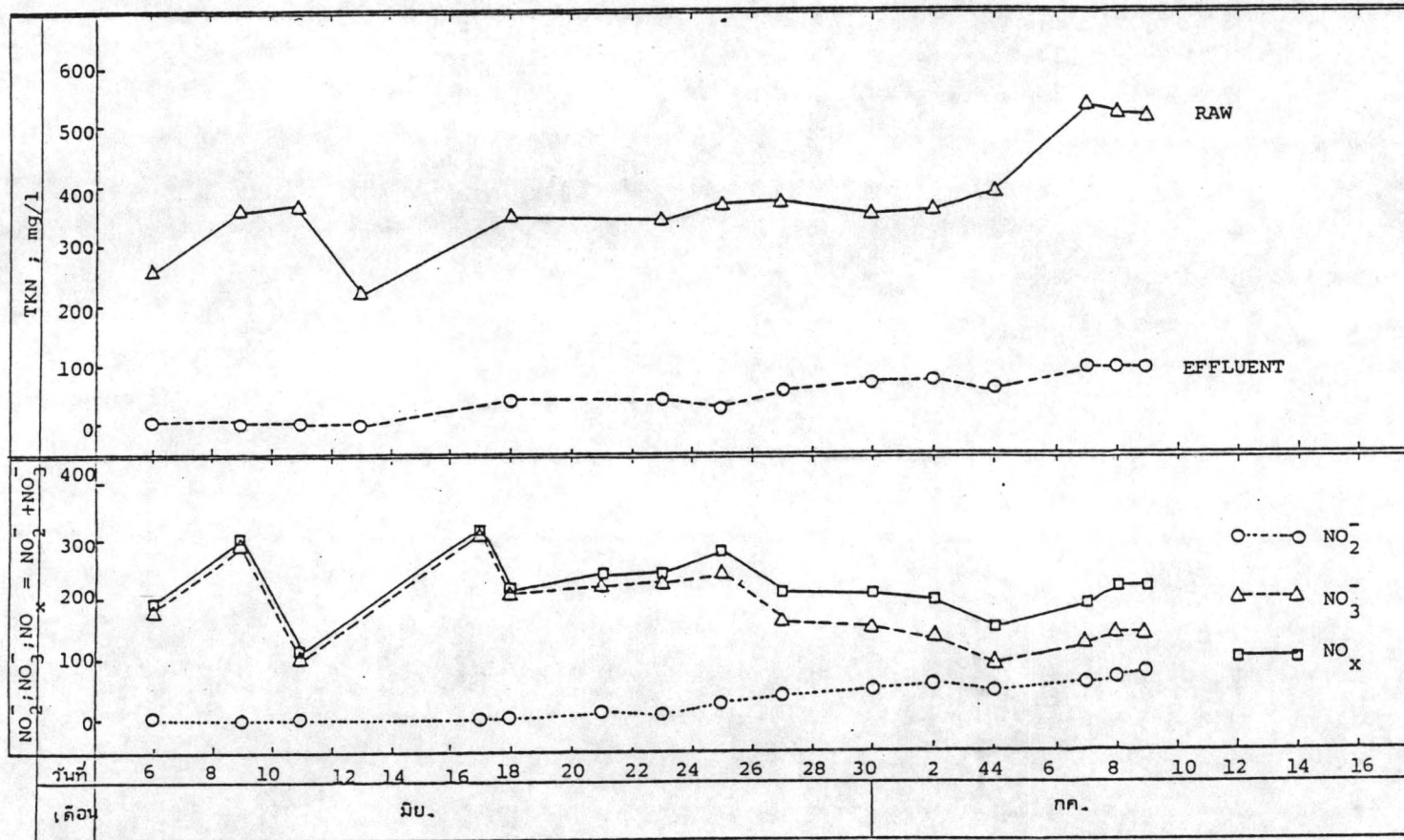
เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 10 วัน จากภาพที่ 5.19 แสดงให้เห็นความแตกต่างของความเข้มข้นไนโตรเจน ทั้งในน้ำเสียดิบและในน้ำทิ้ง มีค่าแตกต่างกันมาก คือ ความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำเสียดิบมีค่าอยู่ในช่วง 300 - 500 มก./ล. N เมื่อผ่านระบบกำจัดทางชีวเคมีแล้ว เหลือความเข้มข้นของไนโตรเจน (TKN) ในน้ำทิ้งต่ำมาก โดยไนโตรเจนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไนไตรต์ ผลการทดลองในวันที่ 23 พ.ค. 2529 พบว่า ความเข้มข้นของไนไตรต์เริ่มลดต่ำลงขณะเดียวกันความเข้มข้นของไนเตรตเพิ่มสูงขึ้น ตามลำดับ ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัวความเข้มข้นของไนโตรเจน (TKN) เฉลี่ย 295.17 มก./ล. N ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์ 84.83 มก./ล. N และอยู่ในรูปของไนเตรต 109.3 มก./ล. N โดยเหลือไนโตรเจน (TKN) ในน้ำทิ้งเพียง 6.3 มก./ล. N เท่านั้น จากการเปรียบเทียบปฏิกริยาไนตริฟิเคชันทั้งระบบ แอเรเต็คคลากูน และระบบแอเททีเวตเต็คสลัดจ์ พบว่าเมื่อควบคุม SRT เท่ากับ 10 วัน เท่ากัน ระบบแอเททีเวตเต็คสลัดจ์ สามารถที่จะสร้างปฏิกริยาไนตริฟิเคชัน ในถังเติมอากาศได้มากกว่า โดยอยู่ในรูปของไนไตรต์ และไนเตรตในระดับที่ใกล้เคียงกัน

เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 5 วัน จากภาพที่ 5.20 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพ



ภาพที่ 5.19 แสดงความเข้มข้นไนโตรเจนในรูปแบบต่าง ๆ ระบบแอโรบิกที่คลากูน  
เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 10 วัน



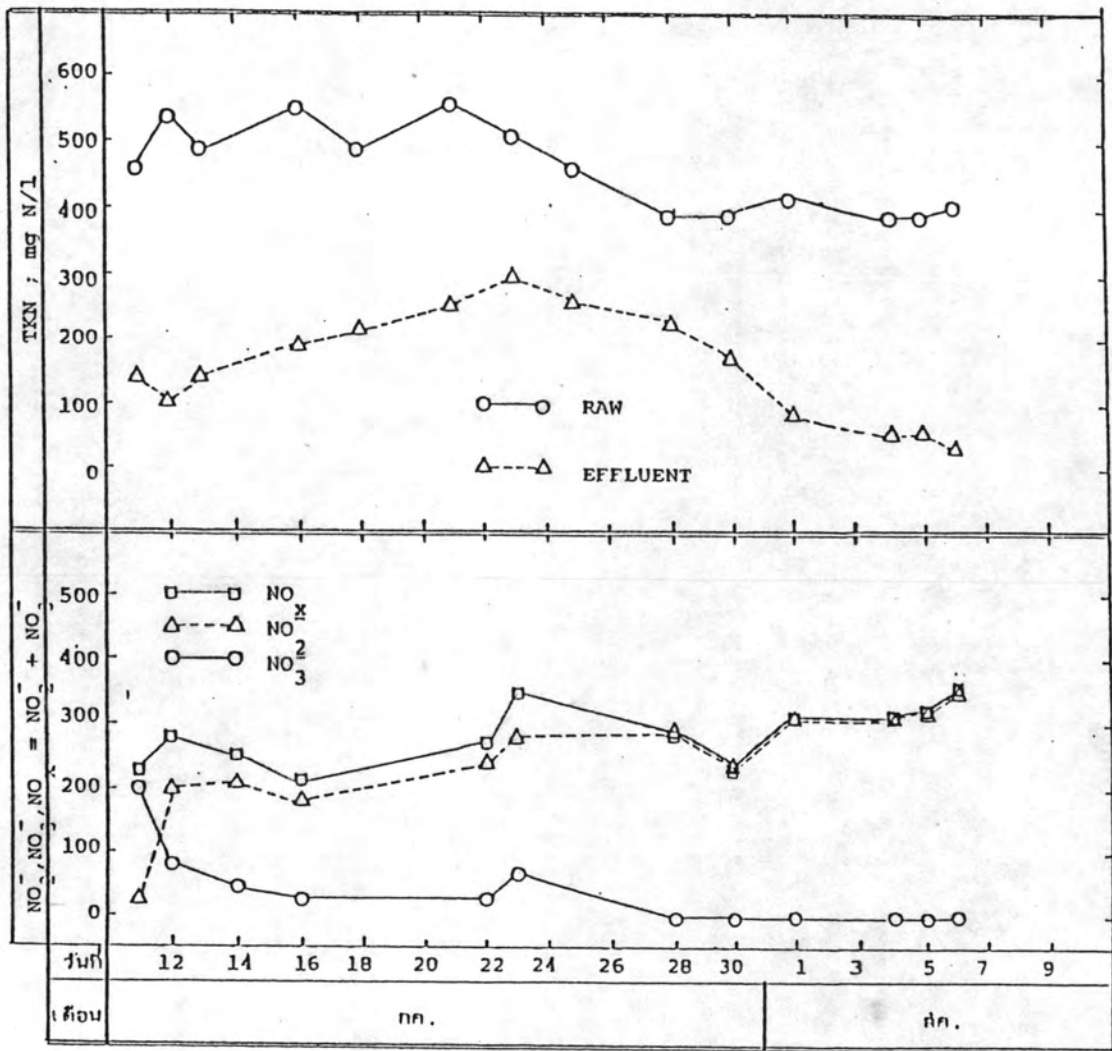


ภาพที่ 5.20 แสดงความเข้มข้นไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ ระบบแเอเรตเต็ลลาทูน เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 5 วัน

ในการกำจัดไนโตรเจน ที่มีแวนโนมสูงขึ้นตามลำดับ ถึงแม้ว่า จะลดการควบคุม HRT จาก 10 วัน มาเป็น 5 วัน แล้วก็ตาม จากผลการทดลองพบว่า น้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบประมาณ 500 มก./ล. N.สามารถเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์ และ ไนเตรต ได้ ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ความเข้มข้นไนโตรเจน ( TKN ) เฉลี่ย 522.67 มก./ล. N เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์ 73.3 มก./ล. N และอยู่ในรูปของไนเตรต 136.7 มก./ล. N โดยเหลือไนโตรเจนในรูปของไนโตรเจน ( TKN ) เดิมในน้ำทิ้งเพียง 93.13 มก./ล. N จากข้อมูลขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนเมื่อ ควบคุมHRT เท่ากับ 5 วัน มีค่าสูงถึง 81.6 % ซึ่งมีค่าสูงกว่าประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน ด้วยระบบแอกทีเวตเต็ดสลัดจ์ ขณะที่มี SRT เท่ากับ 5 วัน เท่ากัน การที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ตะกอนแขวนลอยที่สะสมอยู่ในถังเติมอากาศในระบบ แอเรตเต็ดลาถูกนั้นเกิดการสะสมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้SRT ที่เกิดขึ้นจริงในถังเติมอากาศมีค่าสูงกว่า 5 วัน ดังนั้น จึงพบว่า ปฏิกริยาไนตริฟิเคชันในระบบแอเรตเต็ดลาถูก เกิดขึ้นได้สูงกว่ามาก

เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน ภาพที่ 5.21 แสดงให้เห็นความแตกต่างของไนโตรเจน ( TKN ) ทั้งในน้ำเสียดิบ และ ในน้ำทิ้ง จากผลการทดลองพบว่า ไนโตรเจน ( TKN ) ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์ เป็นส่วนใหญ่ และมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนเตรต การทดลองในระยะหลังๆ ตั้งแต่วันที่ 28 ก.ค. 2529 เป็นต้นมา ไนโตรเจน ( TKN ) ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์เท่านั้น ขณะระบบอยู่ในสภาวะทรงตัว ไนโตรเจนที่ป้อนเข้าสู่ถังเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 396.7 มก./ล. N เมื่อผ่านระบบกำจัดแล้ว เหลือความเข้มข้นไนโตรเจนในน้ำทิ้งเพียง 50.4 มก./ล. N โดยอยู่ในรูปของไนไตรต์เพียงตัวเดียวถึง 326.67 มก./ล. N ถ้าหากพิจารณาประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนด้วยแล้ว จะพบว่า การควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน สามารถให้ประสิทธิภาพในการกำจัดเฉลี่ยถึง 87.3 % ซึ่งมีค่ามากกว่าขณะควบคุม HRT เท่ากับ 5 วัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน ในน้ำทิ้ง จะพบว่า เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 5 วัน ไนโตรเจน ( TKN ) ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนเตรตได้ ในขณะที่เมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน ไนโตรเจนถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรต์เพียงตัวเดียวเท่านั้น

จากผลการทดลองการควบคุม HRT ทั้ง 3 การทดลอง จะพบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจน มีค่าค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการทดลองในช่วงหลัง ๆ ขณะควบคุม HRT



ภาพที่ 5.21 แสดงความเข้มข้นไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ ระบบแอโรบิกเมื่อควบคุม HRT เท่ากับ 3 วัน

เท่ากับ 3 และ 5 วัน ซึ่งถ้าหากเปรียบเทียบกับระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์แล้ว การทดลองที่มี SRT ต่ำ ๆ เช่นนี้ ปฏิริยาไนตริฟิเคชันจะเกิดขึ้นได้น้อยมาก การสะสมตัวของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศของระบบแเอเรตเต็ดลากรูน นับว่าเป็นความบกพร่องประการหนึ่งของแบบจำลองดังกล่าว ซึ่งทำให้ไม่สามารถที่จะควบคุมให้ HRT มีค่าเท่ากับ SRT ได้ จากผลการทดลองและปฏิริยาไนตริฟิเคชันที่เกิดขึ้นทำให้ทราบว่า เมื่อใดที่เกิดการสะสมตัวของตะกอนแขวนลอยในถังเติมอากาศ จะทำให้ SRT ที่เกิดขึ้นมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง