

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การผสมในถังหมัก

การทดลองได้ทำการเก็บตัวอย่าง 3 จุด ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของถังหมัก ได้แก่ ตำแหน่ง A, B และ C ดังรูปที่ 3.1 แต่ละตำแหน่งห่างกันประมาณ 0.3 เมตร (30 ซม.) พบว่าค่าพีเอช สภาพความเป็นด่าง และความเข้มข้นของกรดระเหยทั้ง 3 ตำแหน่ง มีความแตกต่างกันเล็กน้อย แม้ว่าระยะเวลาการหมักหรืออัตราการรับสารอินทรีย์จะต่างกัน ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 95 ค่าความแตกต่างของพีเอช สภาพความเป็นด่าง และความเข้มข้นของกรดระเหยทั้ง 3 ตำแหน่ง เป็นค่าที่ไม่มีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข.) แสดงให้เห็นว่า ของเหลวภายในถังหมักมีการผสมผสานกันในลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันทุกจุด (homogeneous) ดังนั้นการผสมภายในถังหมักจึงมีลักษณะเป็นแบบกวนสมบูรณ์ (complete mix)

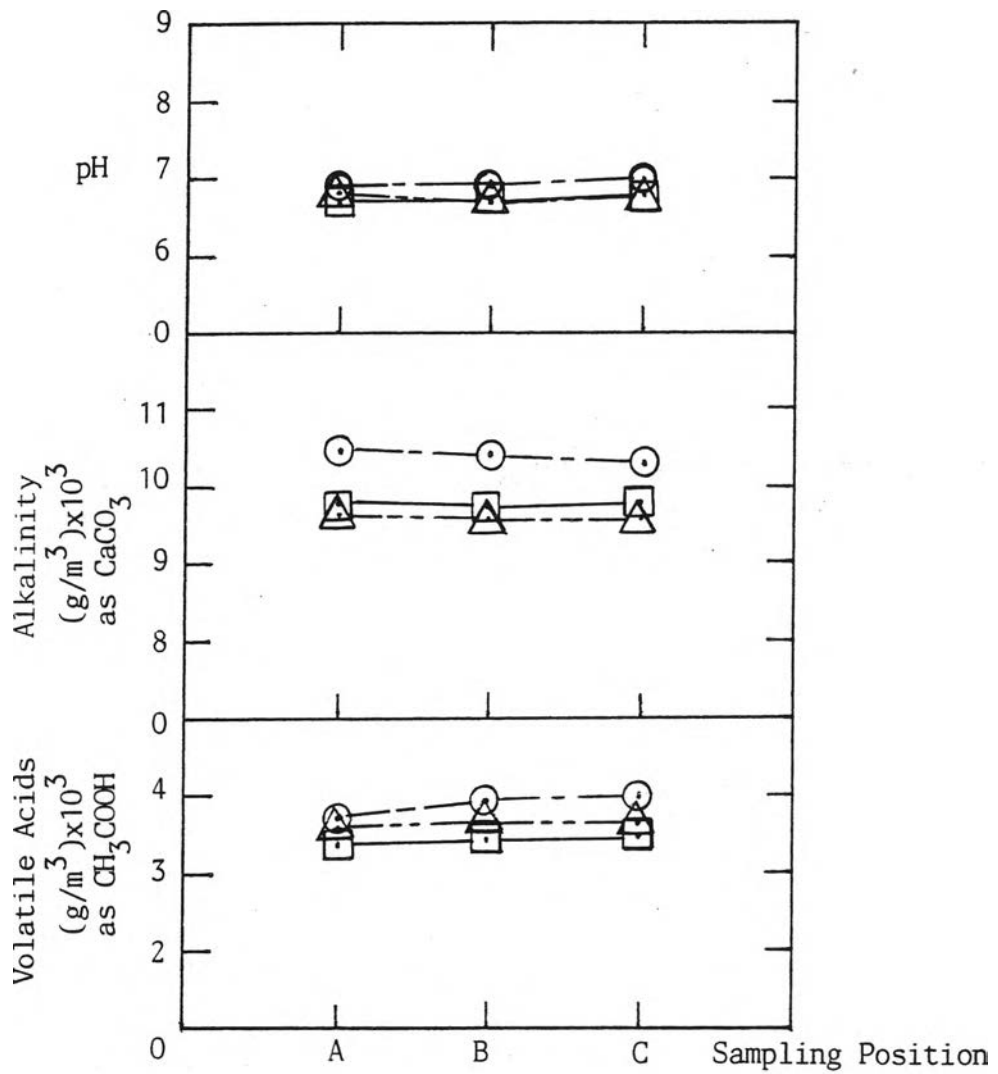
เนื่องจากของเหลวในถังหมักมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันทุกจุด ในการทดลองชุดต่อ ๆ มาจึงทำการเก็บตัวอย่างเพียงตำแหน่งเดียว ได้แก่ ตำแหน่ง C ซึ่งเป็นตำแหน่งที่น้ำกากส่าที่ผ่านการหมักแบบไร้ออกซิเจนแล้วไหลออกจากถังหมัก

4.2 ผลของอัตราการรับสารอินทรีย์

ในการทดลองได้แปรเปลี่ยนอัตราการรับสารอินทรีย์ของระบบ โดยเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น COD ของน้ำกากส่าที่ป้อนเข้าสู่ระบบ ใช้ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน และ 11.11 วัน ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

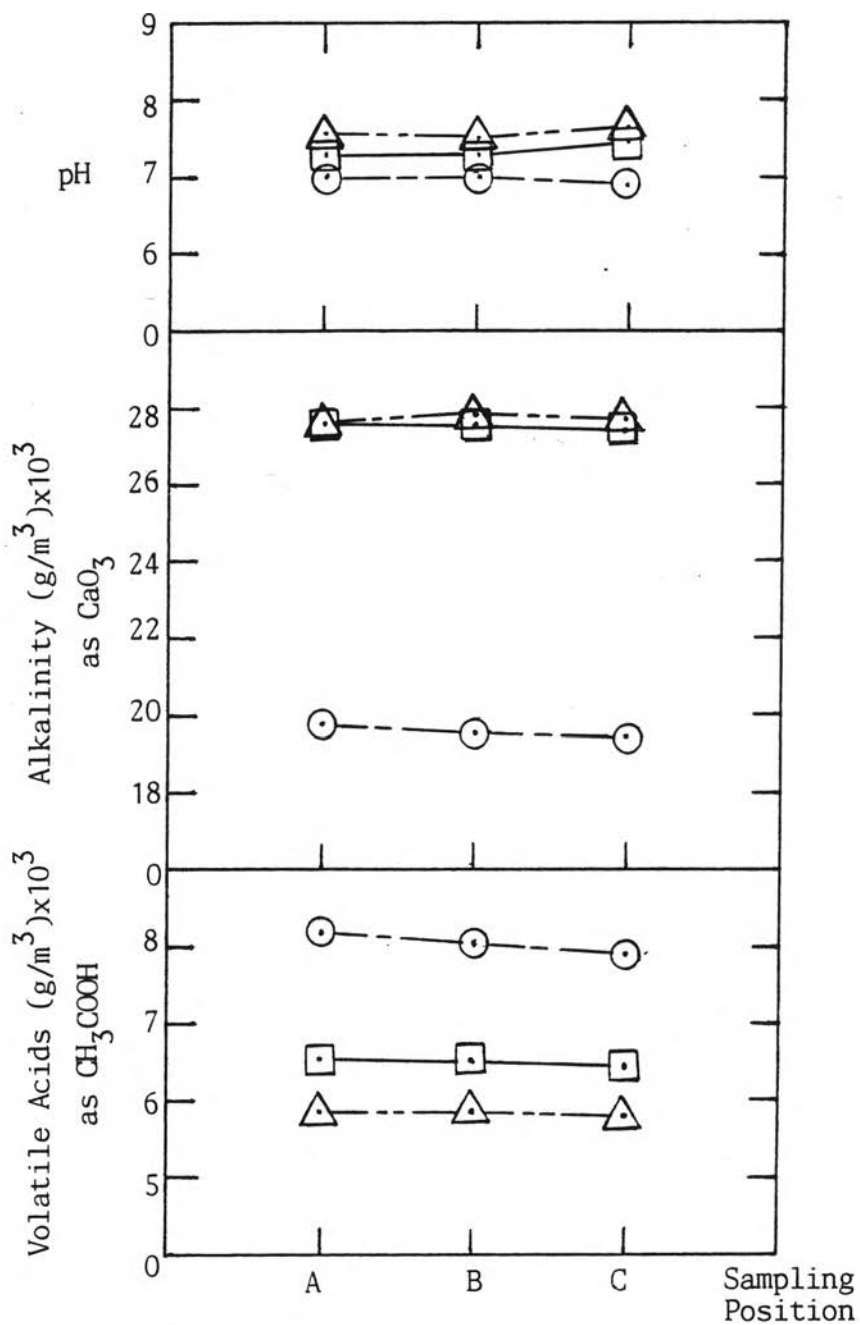
4.2.1 พีเอช, ความเข้มข้นของกรดระเหย และค่าความเป็นด่าง จากการทดลองที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.31-5.58 กก. COD ต่อลบ.ม.-วัน พีเอชมีค่าระหว่าง 6.73-7.05 ความเข้มข้นของกรดระเหยคิดในรูปของ CH_3COOH มีค่าระหว่าง 3,094-6,468 กรัมต่อลบ.ม. ค่าความเป็นด่างคิดในรูป CaCO_3 มีค่าอยู่ระหว่าง 9,781-

15.021 กรัมต่อ ลบ.ม. และอัตราส่วน VA/Alkalinity มีค่า 0.32-0.43 สำหรับที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน อัตราการรับสารอินทรีย์ 3.17-7.41 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน พีเอชมีค่าระหว่าง 7.29-7.68 ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในรูป CH_3COOH มีค่าระหว่าง 3,674-11,172 กรัมต่อลบ.ม.-วัน ค่าความเป็นด่างคิดในรูป CaCO_3 มีค่าระหว่าง 16,504-34,543 กรัมต่อลบ.ม. และอัตราส่วน VA/Alkalinity 0.14-0.32 จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 พบว่า ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งครั้งที่ เมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์ให้แก่ระบบ ความเข้มข้นของกรดอะซิติกในระบบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพราะสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นจุลชีพที่สร้างกรดในระบบจะทำงานมากขึ้น โดยทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เปลี่ยนไปเป็นกรดอะซิติกเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นด่างในระบบซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ที่ใช้ปรับพีเอชของน้ำอากาศก่อนป้อนเข้าสู่ระบบ นอกจากนี้พบว่าที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.31 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน มีค่าความเป็นด่างคิดในรูป CaCO_3 เท่าเท่ากับ 9,781 กรัมต่อลบ.ม. เมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์เป็น 5.58 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ปริมาณกรดอะซิติกในรูป CH_3COOH จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 3,094 กรัมต่อลบ.ม.-เป็น 6,468 กรัมต่อลบ.ม. เนื่องจากอัตราการรับสารอินทรีย์ยังสูงจุลชีพที่สร้างกรดสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้เร็ว อัตราส่วน VA/Alkalinity มีค่าสูงขึ้น ทำให้ระบบปรับตัวไม่ทันพีเอชในระบบลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด เพราะค่าความเป็นด่างในระบบมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะสะเทินปริมาณกรดอะซิติกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว น้ำทิ้งที่ออกจากระบบมีกลิ่นเหม็นรุนแรง ซึ่งสภาวะเช่นนี้จะต้องเพิ่มความเป็นด่างให้แก่ระบบโดยการปรับพีเอชของน้ำอากาศที่ป้อนเข้าสู่ระบบจาก 7.0 เป็น 7.3 แต่ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน อัตราการรับสารอินทรีย์ 5.52 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ค่าความเป็นด่างในระบบคิดในรูป CaCO_3 มีค่า 26,964 กรัมต่อลบ.ม. เมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์เป็น 7.41 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน พบว่าปริมาณกรดอะซิติกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 3,674 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 11,172 กรัมต่อลบ.ม. อัตราส่วน VA/Alkalinity มีค่าสูงขึ้น แต่พีเอชของระบบไม่ลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดเหมือนที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน น้ำอากาศที่ป้อนเข้าสู่ระบบปรับพีเอชเฉลี่ย 6.9 ตลอดการทดลอง และน้ำทิ้งที่ออกจากระบบไม่มีกลิ่นเหม็นรุนแรง แสดงว่าค่าความเป็นด่างในระบบมีเพียงพอที่จะสะเทินปริมาณกรดอะซิติกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากผลดังกล่าวข้างต้นเห็นได้ชัดว่า การเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์ให้แก่ระบบมากขึ้น ซึ่งทำให้ปริมาณกรดอะซิติกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ระบบสามารถปรับตัวได้ดี เมื่อมีการบัฟเฟอร์ (buffering) ของค่าความเป็นด่างในระบบสูงพอ



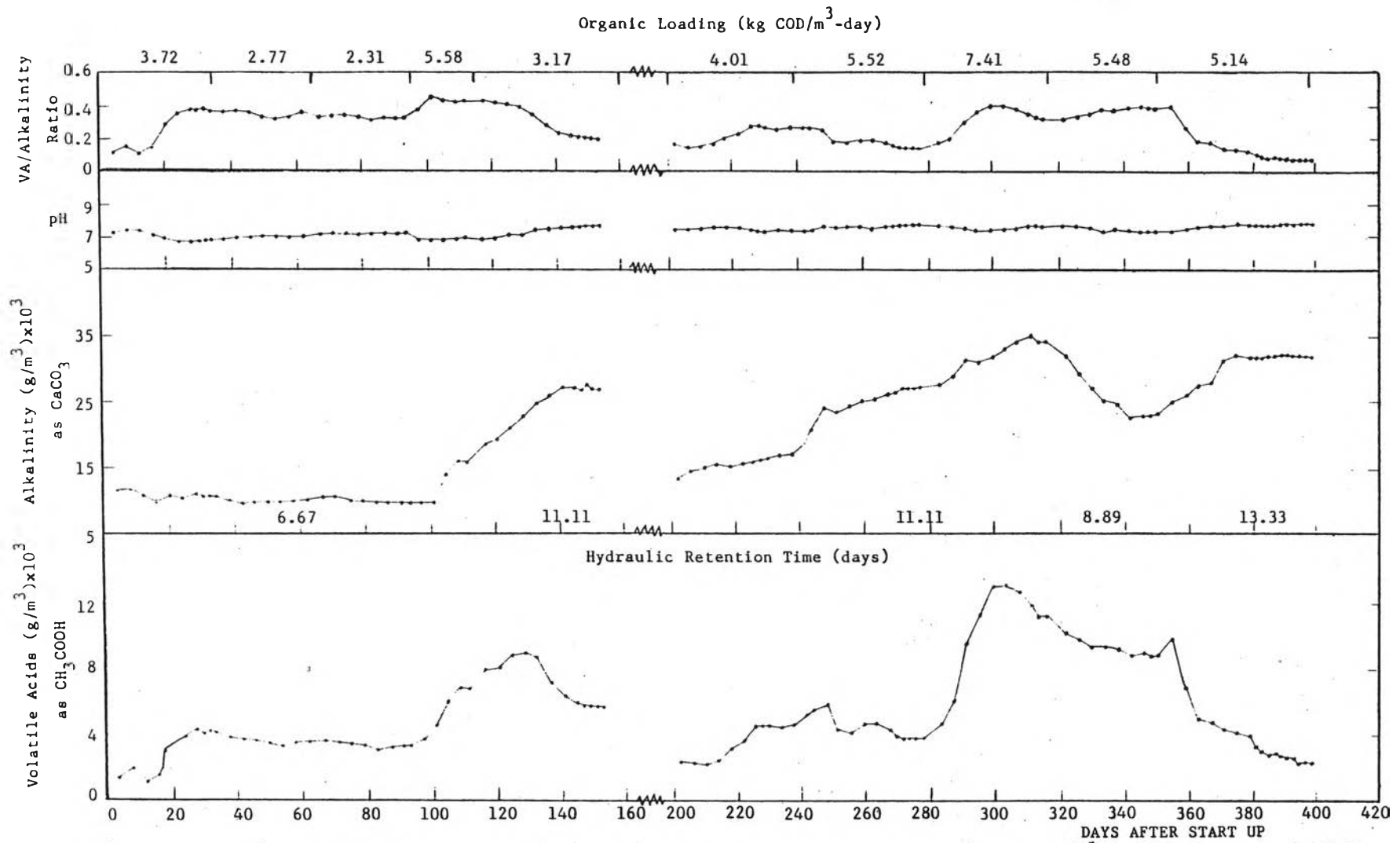
รูปที่ 4.1 สภาพของ pH, Alkalinity, Volatile Acids ณ จุดต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) 6.67 วัน, อัตราการรับสารอินทรีย์ (Organic Loading) 2.77 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

●—●—● ที่ระยะเวลา 3 วัน หลังจากเริ่มทดลอง
 ■—■—■ " 24 " "
 ▲—▲—▲ " 28 " "



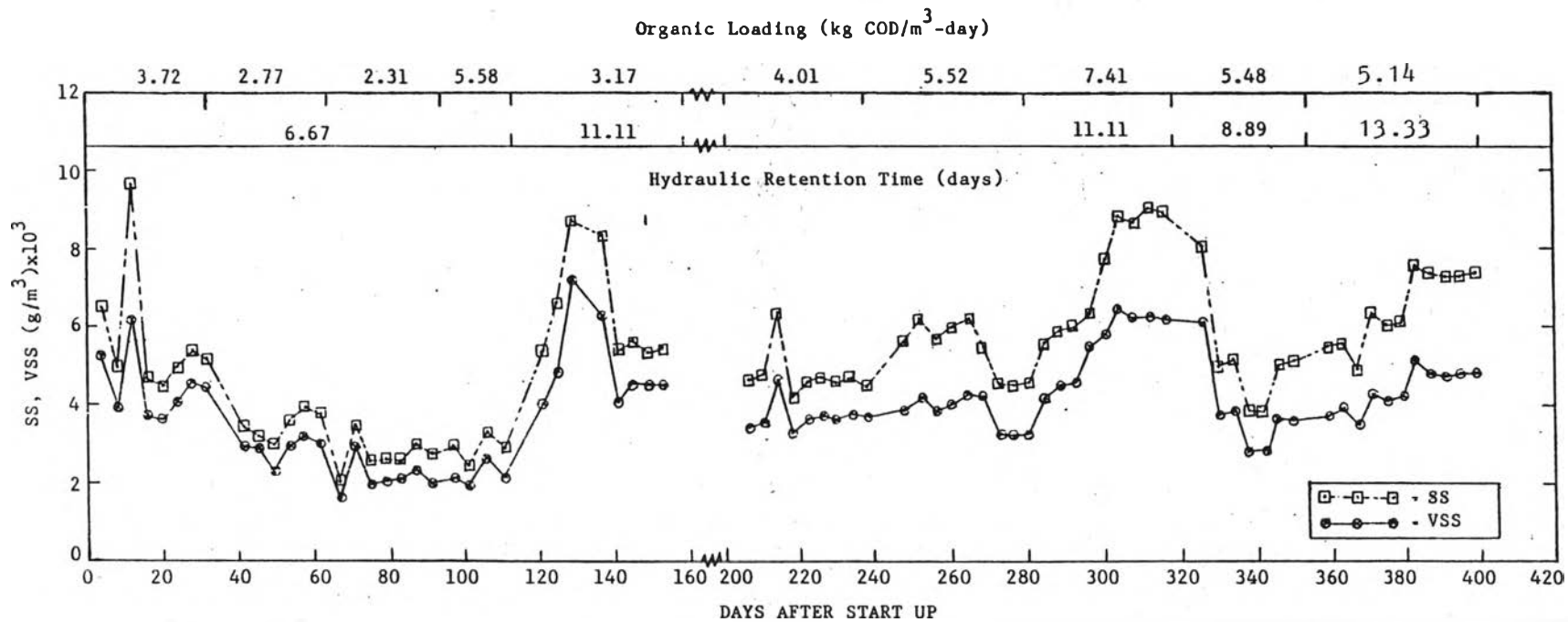
รูปที่ 4.2 สภาพของ pH, Alkalinity, Volatile Acids ณ จุดต่าง ๆ
 ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) 11.11 วัน, อัตราการรับสารอินทรีย์
 (Organic Loading) 3.17 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

○---○---○ ที่ระยะเวลา 7 วัน หลังจากเริ่มทดลอง
 □---□---□ " 30 " "
 △---△---△ " 33 " "



รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของ Volatile Acids, Alkalinity, pH, Volatile Acids/Alkalinity Ratio ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ (Effluent) ตลอดการทดลอง

หมายเหตุ 160 ——— 200 วัน : หยุดซ่อมแซมปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid, SS) และของแข็งแขวนลอยระเหย (Volatile Suspended Solid, VSS) ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ (Effluent) ตลอดการทดลอง

หมายเหตุ 160—200 วัน : หยุดซ่อมแซม, ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม

| no. | HRT (days) | Flow Rate (m ³ /day)x10 ⁻³ | Organic Loading (kgCOD/m ³ -day) | Influent COD (g/m ³) | Effluent COD (g/m ³) | % COD Removal | COD Removal (kg/m ³ -day) | Volatile Acids(g/m ³) as CH ₃ COOH | Alkalinity (g/m ³) as CaCO ₃ | Suspended Solid (g/m ³) | Volatile Suspended Solid (g/m ³) | Gas Production (m ³ /day)x10 ⁻² | % Methane | Methane Gas Production (m ³ /day)x10 ⁻² |
|-----|---------------|--|---|--|--|---------------------|--|--|--|---|---|---|--------------|---|
| 1 | 6.67 | 6.0 | 2.31 | 15,410 | 9,940 | 35.5 | 0.82 | 3,094 | 9,781 | 2,870 | 2,200 | 1.75 | 55.5 | 0.97 |
| 2 | 6.67 | 6.0 | 2.77 | 18,430 | 11,240 | 39.0 | 1.08 | 3,379 | 10,049 | 3,808 | 3,030 | 2.09 | 51.5 | 1.08 |
| 3 | 6.67 | 6.0 | 3.72 | 24,820 | 13,155 | 47.0 | 1.75 | 3,898 | 10,828 | 5,200 | 4,368 | 2.83 | 47.5 | 1.34 |
| 4 | 6.67 | 6.0 | 5.58 | 37,170 | 24,905 | 33.0 | 1.84 | 6,468 | 15,024 | 3,120 | 2,410 | 2.15 | 26.5 | 0.57 |
| 5 | 8.89 | 4.5 | 5.48 | 48,740 | 30,465 | 37.5 | 2.06 | 8,774 | 22,990 | 5,080 | 3,590 | 5.40 | 54.0 | 2.92 |
| 6 | 11.11 | 3.6 | 3.17 | 35,255 | 20,980 | 40.5 | 1.29 | 5,600 | 27,401 | 5,570 | 4,570 | 2.75 | 65.0 | 1.79 |
| 7 | 11.11 | 3.6 | 4.01 | 44,570 | 21,395 | 52.0 | 2.09 | 4,320 | 16,504 | 4,620 | 3,670 | 4.20 | 58.0 | 2.44 |
| 8 | 11.11 | 3.6 | 5.52 | 61,360 | 28,225 | 54.0 | 2.98 | 3,674 | 26,964 | 4,870 | 3,720 | 6.85 | 65.5 | 4.49 |
| 9 | 11.11 | 3.6 | 7.41 | 82,310 | 53,915 | 34.5 | 2.56 | 11,172 | 34,543 | 8,910 | 6,165 | 5.45 | 55.5 | 3.02 |
| 10 | 13.33 | 3.0 | 5.14 | 68,510 | 21,925 | 68.0 | 3.50 | 2,390 | 32,465 | 7,340 | 4,770 | 5.75* | 67.5 | 3.88* |

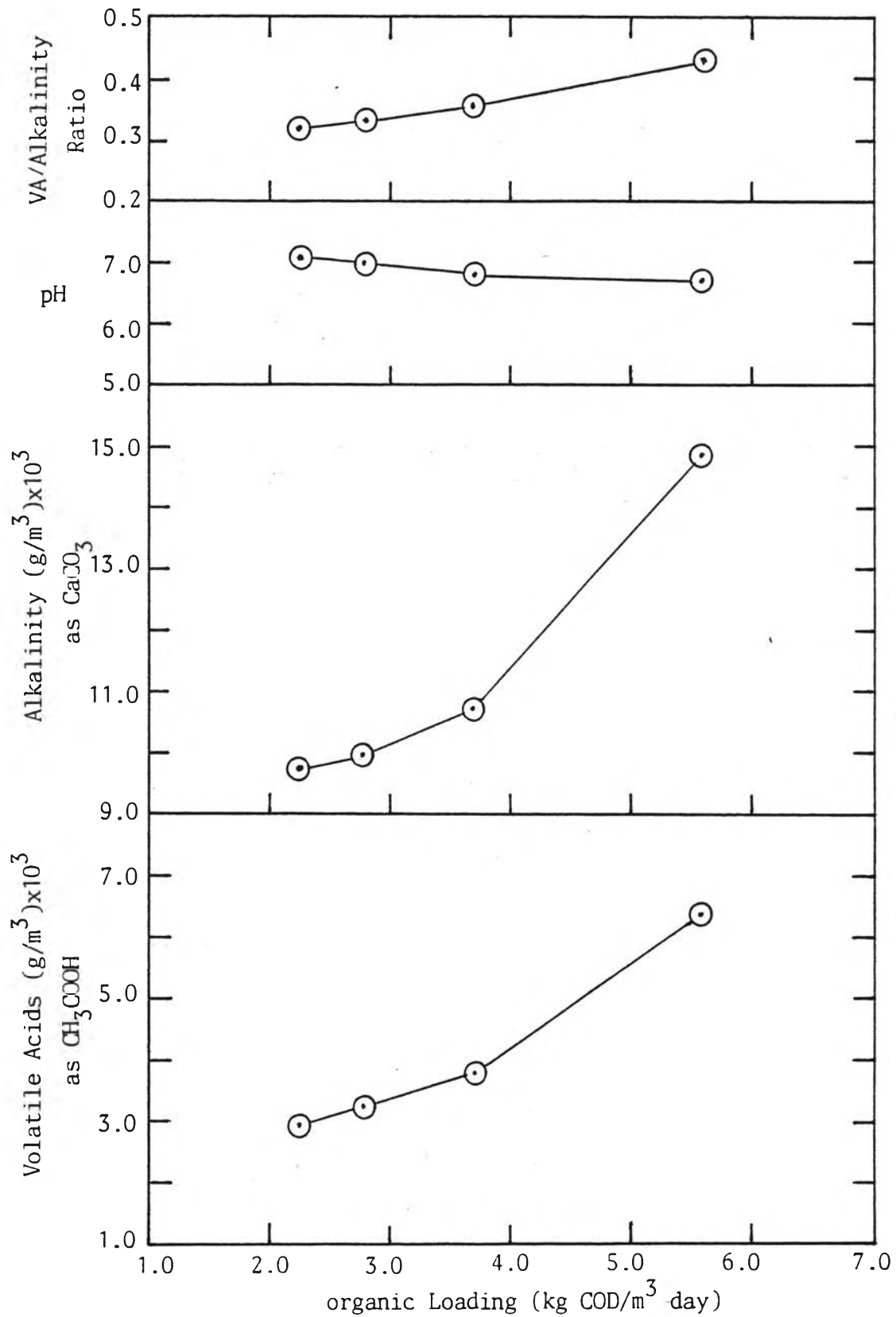
หมายเหตุ * เครื่องวัดก๊าซชนิดซีซีและมีก๊าซรบกวนบ้าง

ตารางที่ 4.2 ผลของอัตราการรับสารอินทรีย์ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน อัตราน้ำทิ้งไหลเข้าสู่ระบบ 6.0×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

| | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Organic Loading, kg COD/m ³ -day | 2.31 | 2.77 | 3.72 | 5.58 |
| Influent COD, g/m ³ | 15,410 | 18,430 | 24,820 | 37,170 |
| Effluent COD, g/m ³ | 9,940 | 11,240 | 13,155 | 24,905 |
| % COD removal | 35.5 | 39.0 | 47.0 | 33.0 |
| COD removed, kg/m ³ -day | 0.82 | 1.08 | 1.75 | 1.84 |
| Gas production, (m ³ /day) $\times 10^{-2}$ | 1.75 | 2.09 | 2.83 | 2.15 |
| m ³ /m ³ waste fed | 2.92 | 3.48 | 4.71 | 3.58 |
| m ³ /effective volume | 0.44 | 0.52 | 0.71 | 0.54 |
| m ³ /kg COD loading | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.10 |
| m ³ /kg COD removed | 0.53 | 0.48 | 0.40 | 0.29 |
| % CH ₄ | 55.5 | 51.5 | 47.5 | 26.5 |
| (m ³ CH ₄ /day) $\times 10^{-2}$ | 0.97 | 1.08 | 1.34 | 0.57 |
| m ³ CH ₄ /m ³ waste fed | 1.62 | 1.80 | 2.23 | 0.95 |
| m ³ CH ₄ /effective volume | 0.24 | 0.27 | 0.34 | 0.14 |
| m ³ CH ₄ /kg COD loading | 0.11 | 0.10 | 0.09 | 0.03 |
| m ³ CH ₄ /kg COD removed | 0.30 | 0.25 | 0.19 | 0.08 |

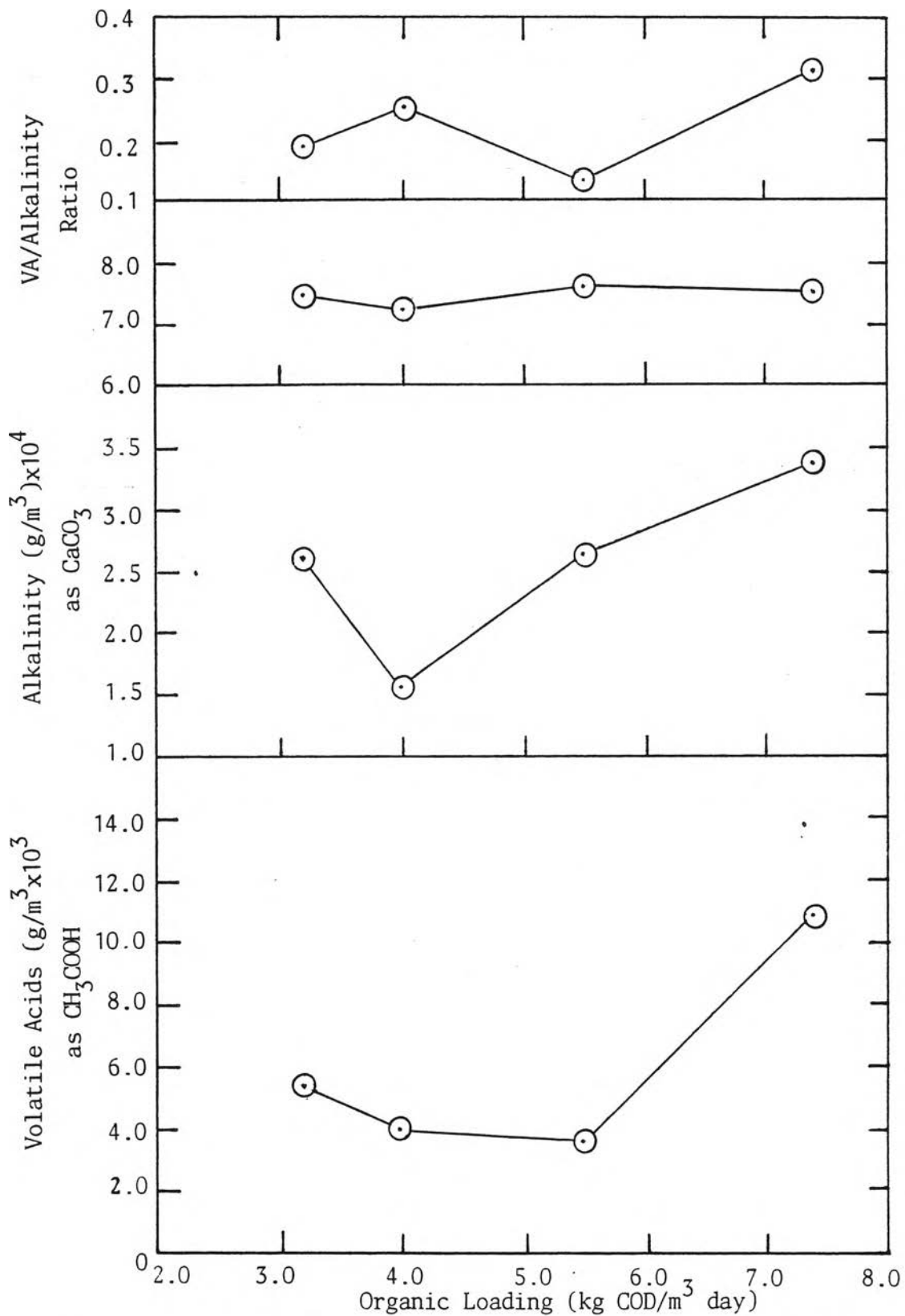
ตารางที่ 4.3 ผลของอัตราการรับสารอินทรีย์ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน, อัตราน้ำทิ้งไหลเข้าสู่ระบบ 3.6×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

| | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Organic Loading, kg COD/m ³ -day | 3.17 | 4.01 | 5.52 | 7.41 |
| Influent COD, g/m ³ | 35,255 | 44,570 | 61,360 | 82,310 |
| Effluent COD, g/m ³ | 20,980 | 21,395 | 28,225 | 53,915 |
| % COD removal | 40.5 | 52.0 | 54.0 | 34.5 |
| COD removed, kg/m ³ -day | 1.29 | 2.09 | 2.98 | 2.56 |
| Gas production, (m ³ /day)x10 ⁻² | 2.75 | 4.20 | 6.85 | 5.45 |
| m ³ /m ³ waste fed | 7.64 | 11.67 | 19.03 | 15.14 |
| m ³ /effective volume | 0.69 | 1.05 | 1.71 | 1.36 |
| m ³ /kg COD loading | 0.22 | 0.26 | 0.31 | 0.18 |
| m ³ /kg COD removed | 0.54 | 0.51 | 0.58 | 0.53 |
| % CH ₄ | 65.0 | 58.0 | 65.5 | 55.5 |
| (m ³ CH ₄ /day)x10 ⁻² | 1.79 | 2.44 | 4.49 | 3.02 |
| m ³ CH ₄ /m ³ waste fed | 4.97 | 6.78 | 12.47 | 8.39 |
| m ³ CH ₄ /effective volume | 0.45 | 0.61 | 1.12 | 0.76 |
| m ³ CH ₄ /kg COD loading | 0.14 | 0.15 | 0.20 | 0.10 |
| m ³ CH ₄ /kg COD removed | 0.35 | 0.29 | 0.38 | 0.30 |



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง Volatile Acids, Alkalinity, pH, Volatile Acids/Alkalinity Ratio และอัตราการรับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน

หมายเหตุ ค่า Alkalinity ที่ได้เกิดจากการปรับ pH ในน้ำกากส่าก่อนบ่มเข้าสู่ระบบด้วย NaHCO₃



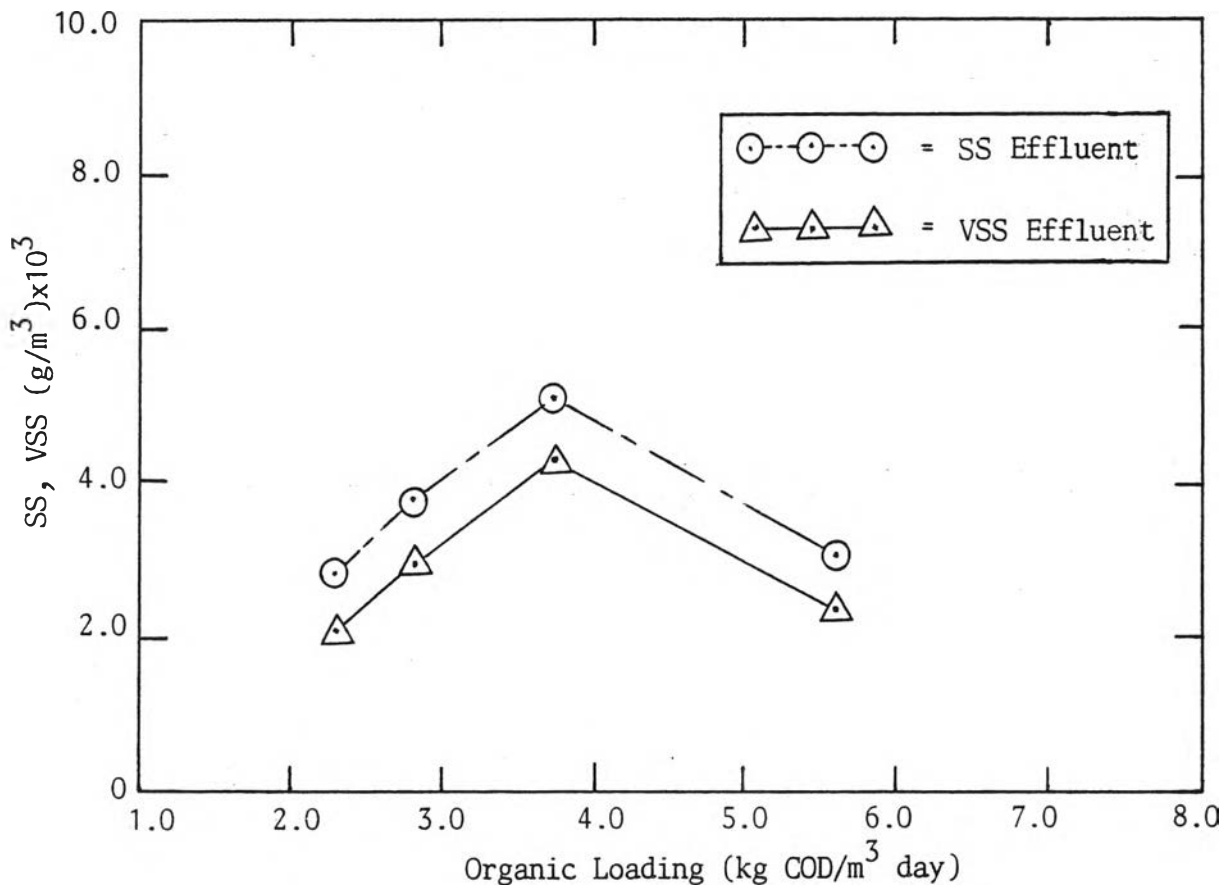
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง Volatile Acids, Alkalinity, pH, Volatile Acids/Alkalinity Ratio และอัตราการรับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน

หมายเหตุ ค่า Alkalinity ที่ได้เกิดจากการปรับ pH ในน้ำกากส่าก่อนบ้อนเข้าสู่ระบบด้วย NaHCO₃

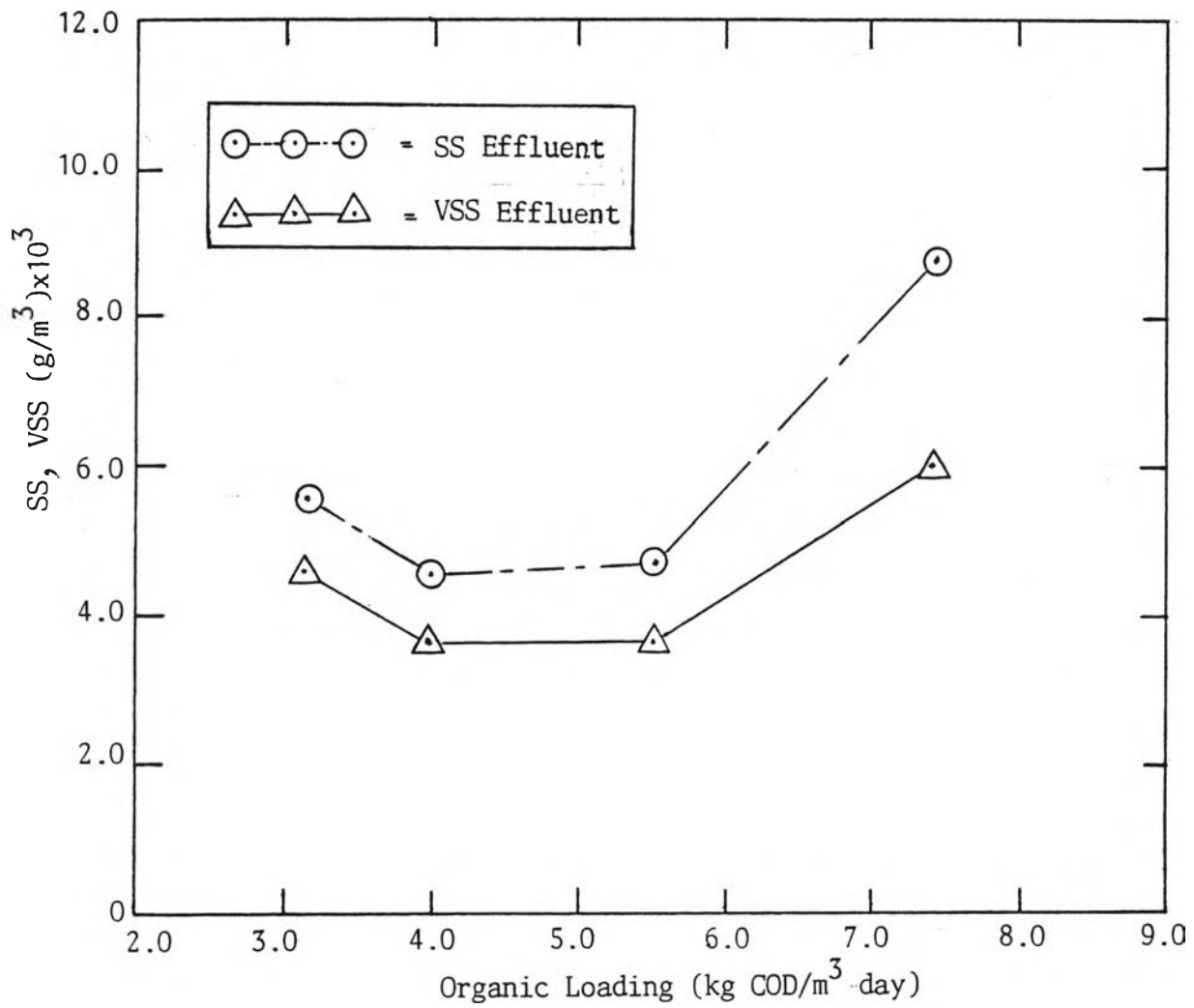
จากรายงานของ Dague และคณะ (17) ได้กล่าวว่าค่าพีเอชมีความสำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบการหมักแบบไร้ออกซิเจน ในการทดลองนี้พบว่า ค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงได้ช้าในขณะที่ระบบมีปริมาณกรดระเหยเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผลของการบัฟเฟอร์ของความเป็นด่างในระบบ แสดงว่าค่าพีเอชที่ปรากฏเป็นผลเนื่องจากความสามารถในการบัฟเฟอร์ (buffer capacity) ของความเป็นด่างในระบบ ดังนั้นการควบคุมการทำงานของระบบการหมักแบบไร้ออกซิเจนจึงควรสนใจความสามารถในการบัฟเฟอร์ของความเป็นด่างในระบบมากกว่าค่าพีเอช

4.2.2 ของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหย ของแข็งแขวนลอย

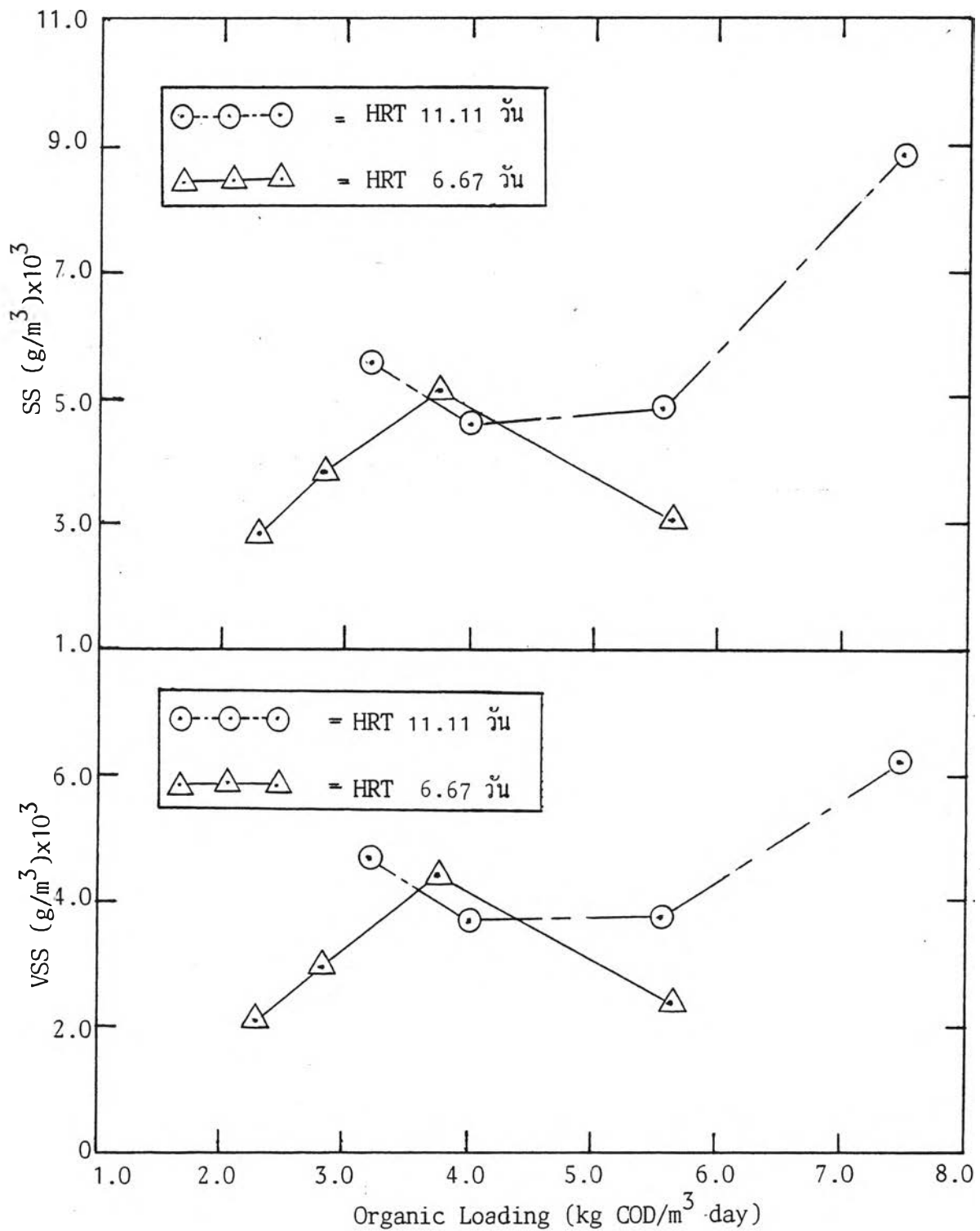
(Suspended Solid, SS) และของแข็งแขวนลอยระเหย (Volatile Suspended Solid, VSS) ในระบบใช้ประมาณอย่างหยาบเกี่ยวกับปริมาณจุลชีพในระบบที่มีชีวิตอยู่และที่ตายแล้ว รวมทั้ง SS ส่วนที่จุลชีพย่อยสลายไม่ได้ในน้ำอากาศที่ป้อนเข้าสู่ระบบ จากการทดลองที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน พบว่าเมื่อลดอัตราการรับสารอินทรีย์ลงจาก 3.72 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน เป็น 2.77 และ 2.31 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ SS จะลดลงจาก 5,200 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 3,807 และ 2,870 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ VSS ลดลงจาก 4,367 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 3,030 และ 2,200 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการลดอัตราการรับสารอินทรีย์ทำให้สารอินทรีย์ซึ่งเป็นอาหารของจุลชีพที่ป้อนเข้าสู่ระบบลดลง การเพิ่มปริมาณเซลล์ของจุลชีพจึงลดลง แต่เมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์จาก 2.31 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน เป็น 5.58 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน พบว่า SS เพิ่มขึ้นจาก 2,870 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 3,120 กรัมต่อลบ.ม. และ VSS เพิ่มขึ้นจาก 2,200 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 2,410 กรัมต่อลบ.ม. ดังรูปที่ 4.7 ปริมาณ SS และ VSS ที่เพิ่มขึ้นมีค่าต่ำกว่าที่อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.77 และ 3.72 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ อาจเนื่องจากระยะเวลาที่จุลชีพอยู่ในระบบต่ำเกินไป แต่ปริมาณอาหารที่ป้อนเข้าสู่ระบบมีค่าสูง และเกิดการสะสมของปริมาณกรดระเหยเพิ่มมากขึ้น ทำให้การขยายพันธุ์ของจุลชีพในระบบต่ำกว่าที่อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.77 และ 3.72 กก. ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ สำหรับที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์จาก 3.17 เป็น 4.01 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน SS ลดลงจาก 5,570 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 4,620 กรัมต่อลบ.ม. และ VSS ลดลงจาก 4,570 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 3,670 กรัมต่อลบ.ม. การที่อาหารในระบบเพิ่มขึ้น แต่ SS และ VSS กลับลดลงเช่นนี้ เนื่องจากก่อนการเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์เป็น 4.01 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ได้หยุด



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid, SS), ของแข็งแขวนลอยระเหย (Volatile Suspended Solid, VSS) และอัตราการรับสารอินทรีย์ (Organic Loading) ต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) 6.67 วัน



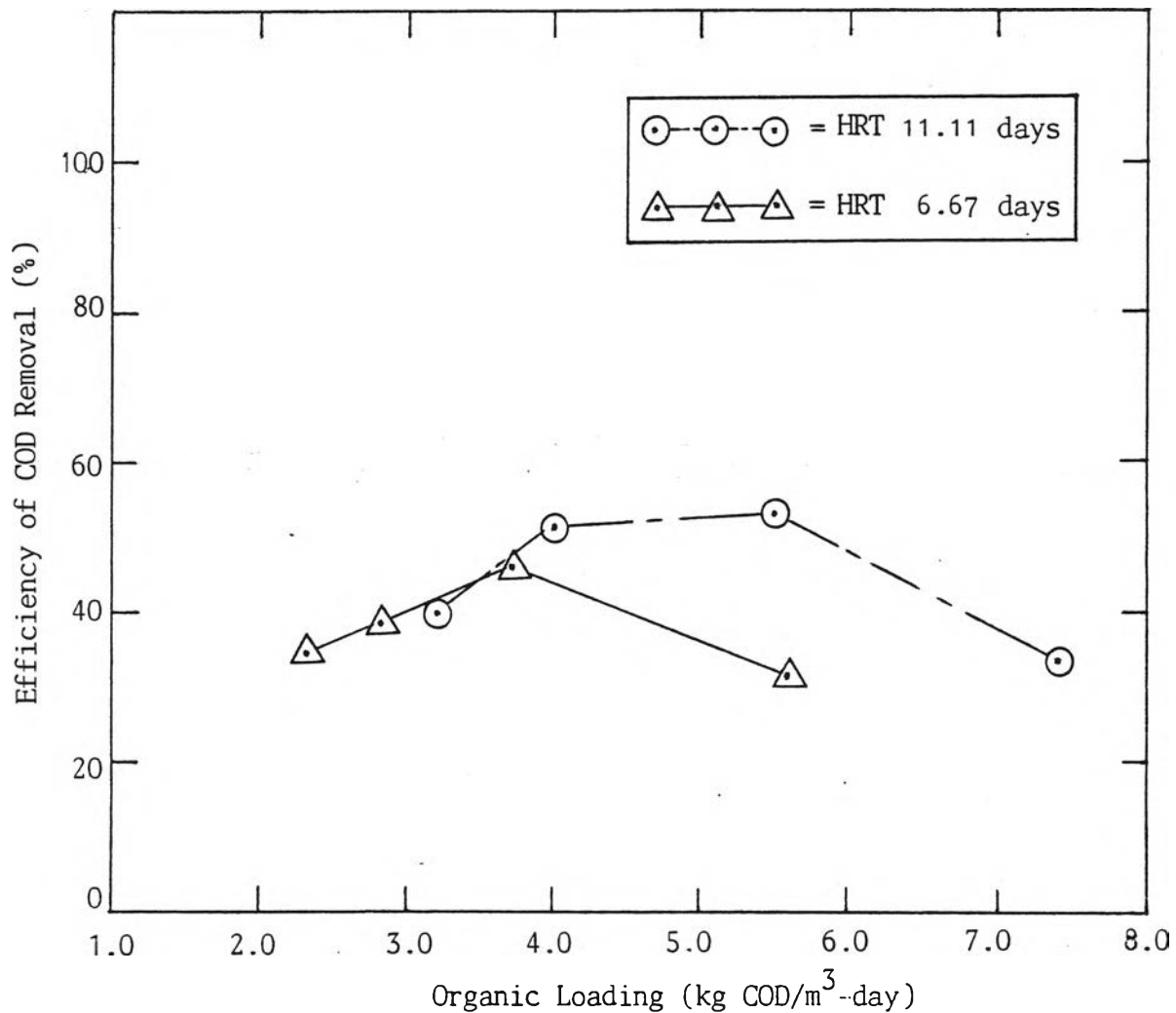
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid, SS), ของแข็งแขวนลอยระเหย (Volatile Suspended Solid, VSS) และอัตราการรับสารอินทรีย์ (Organic Loading) ต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) 11.11 วัน



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid, SS) และของแข็งแขวนลอยระเหย (Volatile Suspended Solid, VSS) ของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ (Effluent) ที่อัตราการรับสารอินทรีย์ (Organic Loading) ต่าง ๆ ของระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) 6.67 วัน และ 11.11 วัน

เดินเครื่องเป็นเวลาประมาณ 40 วัน เพื่อปรับปรุงและซ่อมแซมเครื่องมือการทดลอง ในช่วงนี้ มีการบ่อน้ำกากสาเข้าสู่ระบบเป็นครั้งคราวทำให้ SS และ VSS ลดลง ค่า SS และ VSS เมื่อเริ่มเดินเครื่องใหม่อีกครั้งมีค่า 4,340 และ 3,320 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าที่อัตราการรับสารอินทรีย์ 4.01 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน SS และ VSS มีค่าสูงขึ้นกว่า SS และ VSS เมื่อเริ่มเดินเครื่องใหม่ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มอาหารให้แก่ระบบ SS และ VSS จะเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4.8 เมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์จาก 4.01 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน เป็น 5.52 และ 7.41 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน SS เพิ่มขึ้นจาก 4,620 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 4,870 และ 8,910 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน VSS เพิ่มขึ้นจาก 3,670 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 3,720 และ 6,165 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบ SS, VSS ที่อัตราการรับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ของระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งทั้ง 2 ค่า ดังรูปที่ 4.9 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง SS, VSS กับอัตราการรับสารอินทรีย์มีแนวโน้มในลักษณะแปรผันตามกัน โดยขึ้นอยู่กับระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งของระบบและอัตราการเพิ่มสารอินทรีย์ให้แก่ระบบ

4.2.3 ประสิทธิภาพการกำจัด COD จากการทดลองที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน เมื่อลดอัตราการรับสารอินทรีย์จาก 3.72 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน เป็น 2.77 และ 2.31 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน พบว่าประสิทธิภาพการกำจัด COD ของระบบลดลงจากร้อยละ 47.0 เป็นร้อยละ 39.0 และ 35.5 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการลดอัตราการรับสารอินทรีย์ทำให้สารอินทรีย์ซึ่งเป็นอาหารของจุลชีพในระบบลดลง การเพิ่มปริมาณเซลล์ของจุลชีพต่ำลง ดังจะเห็นได้จากค่า SS และ VSS ลดลง ดังที่กล่าวไว้ในข้อ 4.2.2 ซึ่งทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์ลดลงด้วย เมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์จาก 2.31 กก. ต่อลบ.ม.-วัน เป็น 5.58 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน พบว่า SS และ VSS มีค่าเพิ่มขึ้นดังกล่าวมาแล้วในข้อ 4.2.2 แต่ประสิทธิภาพการกำจัด COD ของระบบกลับลดลงจากร้อยละ 35.5 เป็นร้อยละ 33.0 สาเหตุเนื่องจากจุลชีพที่สร้างกรดเพิ่มปริมาณขึ้น และเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นกรดระเหย ทำให้ปริมาณกรดระเหยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว พีเอชในระบบลดต่ำลง ซึ่งเป็นอันตรายต่อจุลชีพที่ย่อยสลายกรดระเหย ทำให้การกำจัด COD ลดลง สำหรับที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์จาก 3.17 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน เป็น 5.52 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ประสิทธิภาพการกำจัด COD ของระบบเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 40.5 เป็น 54.0 แต่เมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์ต่อไปเป็น 7.41 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน พบว่าประสิทธิภาพการกำจัด COD



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัด COD (Efficiency of COD Removal) และอัตราการรับสารอินทรีย์ (Organic Loading) ต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) 6.67 วัน และ 11.11 วัน

△—△—△ ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน, อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.31, 2.77, 3.72 และ 5.58 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ

○—○—○ ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน, อัตราการรับสารอินทรีย์ 3.17, 4.01, 5.52 และ 7.41 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ

ของระบบกลับลดลงจากร้อยละ 54.0 เป็นร้อยละ 34.5 แม้ว่า SS และ VSS จะมีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากจุลชีพที่เพิ่มขึ้นเป็นจุลชีพที่สร้างกรดระเหย ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณกรดระเหยในระบบมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้จุลชีพที่สร้างก๊าซมีเทนซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายกรดระเหยไม่สามารถเพิ่มจำนวนและย่อยสลายกรดระเหยได้ทัน ประสิทธิภาพการกำจัด COD ของระบบจึงลดลง ดังรูปที่ 4.10 จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัด COD ของระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งทั้ง 2 ค่า พบว่า ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน ระบบมีประสิทธิภาพการกำจัดสูงที่สุด อัตราการรับสารอินทรีย์ 3.72 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน และที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน อัตราการรับสารอินทรีย์ที่ระบบมีประสิทธิภาพการกำจัด COD สูงสุด ได้แก่ 5.52 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน จากผลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์ให้แก่ระบบซึ่งทำให้ระบบมีประสิทธิภาพการกำจัด COD สูงขึ้น สามารถเพิ่มได้ในขีดจำกัด

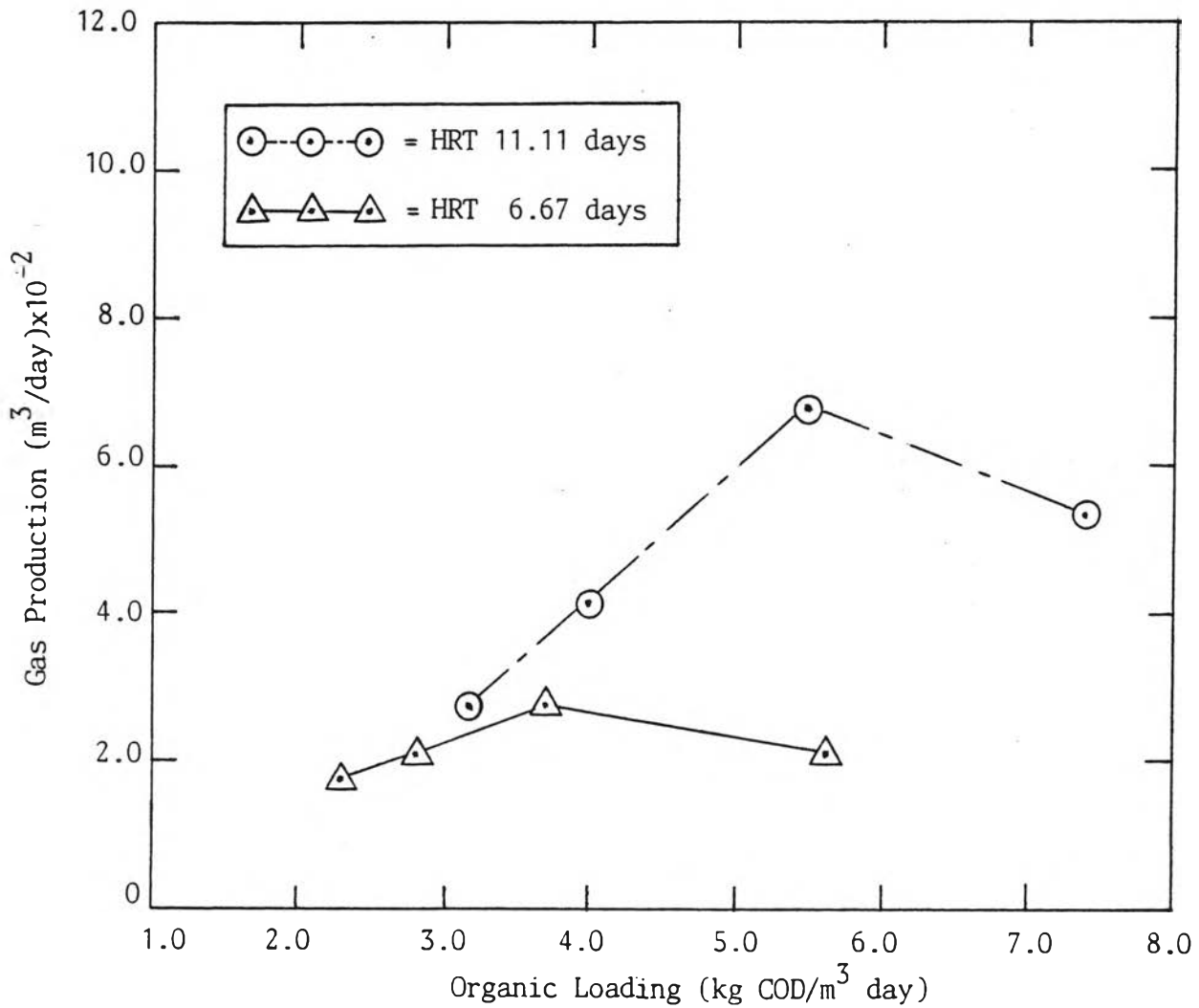
4.2.4 การผลิตก๊าซ จากการทดลองที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน ดังรูปที่ 4.11 และ 4.12 เมื่อลดอัตราการรับสารอินทรีย์จาก 3.72 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน เป็น 2.77 และ 2.31 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ พบว่าปริมาณก๊าซทั้งหมดลดลงจาก 2.83×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เป็น 2.09×10^{-2} และ 1.75×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เมื่อคิดอยู่ในรูปก๊าซมีเทนพบว่าลดลงจาก 1.34×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เป็น 1.08×10^{-2} และ 0.97×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เนื่องจากการลดอัตราการรับสารอินทรีย์ทำให้อาหารและจุลชีพในระบบลดการย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อเปลี่ยนไปเป็นก๊าซจึงลดลง เมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์จาก 2.31 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน เป็น 5.58 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ปริมาณก๊าซทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 1.75×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เป็น 2.15×10^{-2} ลบ.ม.-วัน แต่เมื่อคิดในรูปก๊าซมีเทนพบว่าปริมาณก๊าซมีเทนกลับลดลงจาก 0.97×10^{-2} ลบ.ม.-วัน เป็น 0.57×10^{-2} ลบ.ม.-วัน สาเหตุเนื่องจากจุลชีพที่สร้างกรดเพิ่มจำนวนขึ้นและย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นกรดระเหยและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกมา ทำให้มีปริมาณกรดระเหยในระบบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดการสะสมของกรดระเหยซึ่งไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพที่สร้างก๊าซมีเทน ทำให้ร้อยละของก๊าซมีเทนลดลง ก๊าซส่วนใหญ่ที่วัดได้จึงเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากผลดังกล่าวเมื่อคิดปริมาณก๊าซที่ได้ในรูปของก๊าซมีเทนจึงมีค่าลดลง

สำหรับที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน ดังรูปที่ 4.11 และ 4.12 พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการรับสารอินทรีย์จาก 3.17 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน เป็น 5.52 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน พบว่าปริมาณก๊าซทั้งหมดเกิดเพิ่มขึ้นจาก 2.75×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เป็น 6.85×10^{-2} ลบ.ม.

ต่อวัน คิดในรูปก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นจาก 1.79×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เป็น 4.49×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เพราะสารอินทรีย์ซึ่งเป็นอาหารของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ไปเป็นพลังงานและก๊าซได้มากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาการรับสารอินทรีย์ต่อไปเป็น 7.41 กก.COD ต่อ ลบ.ม.-วัน ปริมาณก๊าซทั้งหมดกลับลดลงจาก 6.85×10^{-2} ลบ.ม. เป็น 5.45×10^{-2} ลบ.ม. ต่อวัน คิดในรูปก๊าซมีเทนลดลงจาก 4.49×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เป็น 3.02×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน เนื่องจากปริมาณกรดระเหยที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์ที่สร้างก๊าซมีเทน ทำให้จุลินทรีย์ที่สร้างก๊าซมีเทนไม่สามารถเปลี่ยนกรดระเหยไปเป็นก๊าซมีเทนได้เพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.2 ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.31-3.72 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ประสิทธิภาพการกำจัด COD เพิ่มขึ้น ปริมาณก๊าซทั้งหมดเกิดเพิ่มขึ้น แต่ร้อยละของก๊าซมีเทนมีค่าลดลง เนื่องจากการทำงานของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดระเหยมากกว่าการทำงานของจุลินทรีย์ที่สร้างก๊าซมีเทน จึงผลิตกรดระเหยและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามาก จุลินทรีย์ที่สร้างก๊าซมีเทนไม่สามารถเพิ่มจำนวนและย่อยสลายกรดระเหยและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทัน ทำให้ร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูง ดังนั้นปริมาณร้อยละของก๊าซมีเทนจึงลดลง และเมื่อคิดอยู่ในรูปปริมาณก๊าซมีเทนต่อ กก.COD ที่ถูกกำจัดจึงมีค่าลดลง

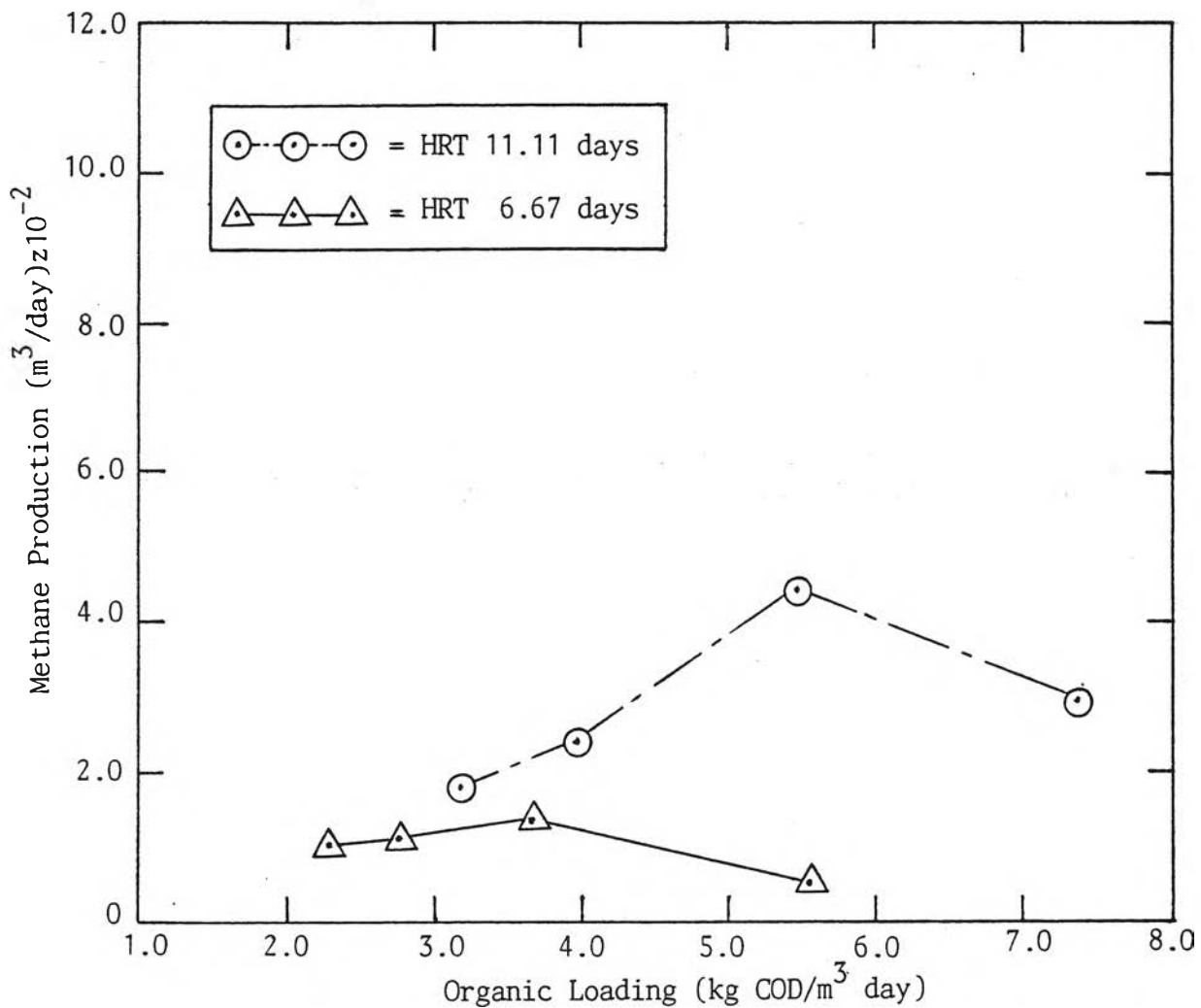
4.2.5 ความเป็นพิษของเกลืออนินทรีย์ จากการทดลองที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งครั้งที่ 11.11 วัน อัตราการรับสารอินทรีย์สูงสุดที่ 7.41 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน พบว่าปริมาณแคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) และโซเดียม (Na) ในระบบมีค่า 925, 4,955 และ 5,000 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ ปริมาณดังกล่าวมีฤทธิ์ยับยั้งปานกลางต่อจุลินทรีย์ในระบบ (26) ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลง



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตก๊าซ (Gas Production) และอัตราการรับสารอินทรีย์ (Organic Loading) ต่าง ๆ ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) 6.67 วัน และ 11.11 วัน

△-△-△ ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน, อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.31, 2.77, 3.72 และ 5.58 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ

○-○-○ ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน, อัตราการรับสารอินทรีย์ 3.17, 4.01, 5.52 และ 7.41 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตก๊าซมีเทน (Methane Production) และอัตราการรับสารอินทรีย์ (Organic Loading) ต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน และ 11.11 วัน

△-△-△ ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน, อัตราการรับสารอินทรีย์ 2.31, 2.77, 3.72 และ 5.58 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ

○-○-○ ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 11.11 วัน, อัตราการรับสารอินทรีย์ 3.17, 4.01, 5.52 และ 7.41 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ตามลำดับ

4.3 ผลของระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง

จากการทดลองได้แปรเปลี่ยนระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งค่าต่าง ๆ กัน โดยการเปลี่ยนแปลงอัตราความเร็วของน้ำทิ้งที่ป้อนเข้าสู่ระบบ ใช้อัตราการรับสารอินทรีย์คงที่เฉลี่ย 5.43 กก. COD ต่อลบ.ม.-วัน ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.4

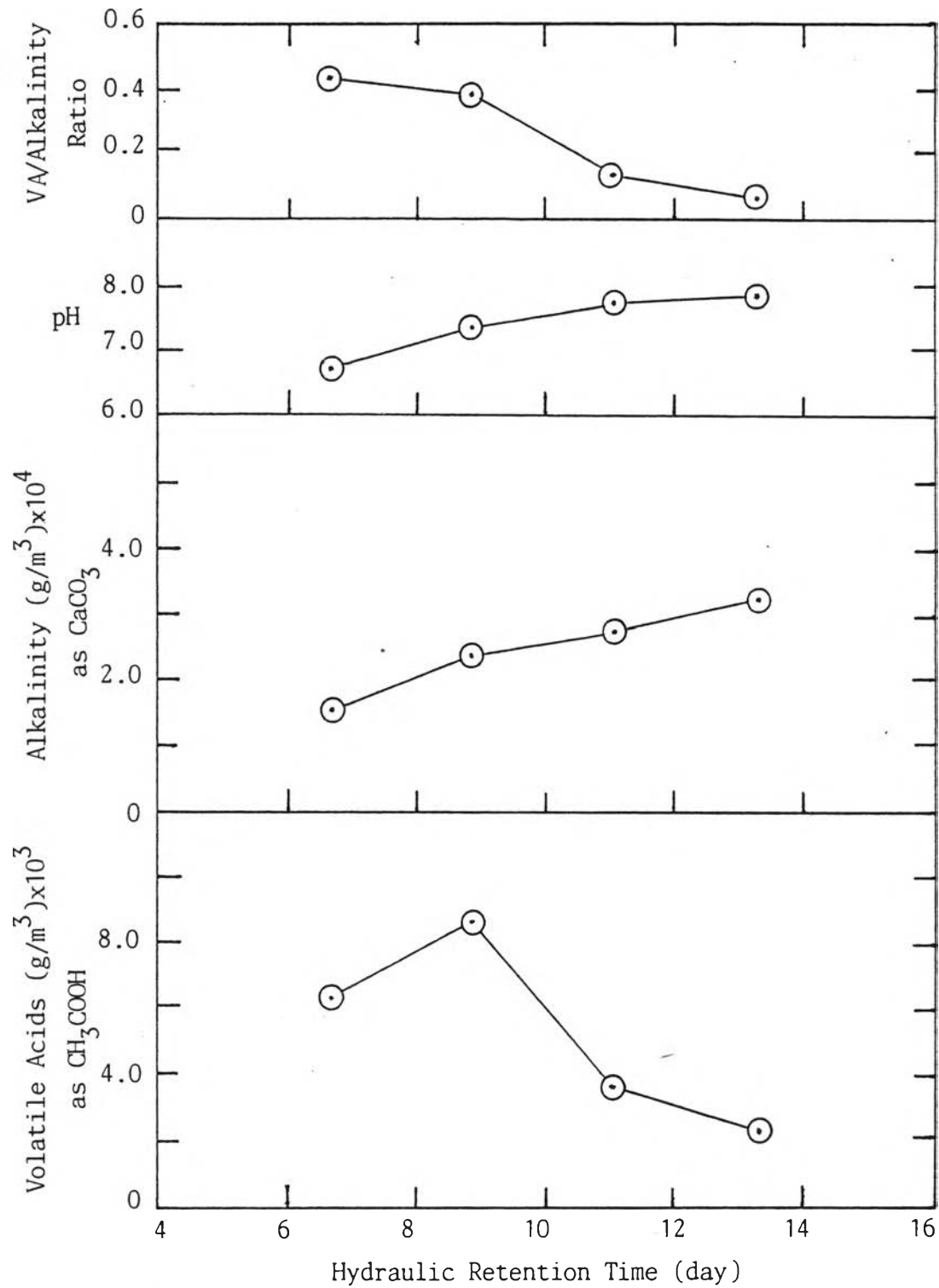
4.3.1 พีเอช ความเข้มข้นของกรดระเหย และค่าความเป็นด่าง จากการทดลองที่อัตราการรับสารอินทรีย์เฉลี่ยคงที่ 5.43 กก. COD ต่อลบ.ม.-วัน ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 -13.33 วัน พีเอชมีค่าระหว่าง 6.73-7.79 ความเข้มข้นของกรดระเหยคิดในรูป CH_3COOH มีค่า 2,390-8,774 กรัมต่อลบ.ม. ค่าความเป็นด่างคิดในรูป CaCO_3 มีค่าระหว่าง 15,021-32,465 กรัมต่อลบ.ม. และอัตราส่วน VA/Alkalinity มีค่าอยู่ระหว่าง 0.07-0.43 จากรูปที่ 4.13 พบว่าที่อัตราการรับสารอินทรีย์เฉลี่ยคงที่ เมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งให้แก่ระบบ ความเข้มข้นของกรดระเหยในระบบมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากจุลชีพมีระยะเวลาอยู่ในระบบนานขึ้น การย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อเปลี่ยนไปเป็นพลังงานและใช้ในการสร้างเซลล์มีมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จาก SS และ VSS มีค่าเพิ่มขึ้น ดังจะกล่าวต่อไปในข้อ 4.3.2 จากผลดังกล่าว จึงทำให้ปริมาณกรดระเหยในระบบมีค่าลดลง ส่วนค่าความเป็นด่างที่ปรากฏ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เกิดจากการปรับพีเอชของน้ำกากส่าก่อนป้อนเข้าสู่ระบบด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3)

จากรายงานของ Buswell (21) กล่าวว่า ในถังหมักแบบไร้ออกซิเจน ความเข้มข้นของกรดระเหยคิดในรูป CH_3COOH มีค่าเกิน 2,000-3,000 กรัมต่อลบ.ม. จะทำให้ปริมาณก๊าซลดลง ในการทดลองนี้พบว่าที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67 วัน ความเข้มข้นของกรดระเหยคิดในรูป CH_3COOH มีค่า 6,468 กรัมต่อลบ.ม. ค่าความเป็นด่างคิดในรูป CaCO_3 มีค่า 15,024 กรัมต่อลบ.ม. เกิดก๊าซมีเทนขึ้น 0.57×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน แต่ที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 8.89 วัน ปริมาณกรดระเหยคิดในรูป CH_3COOH มีค่า 8,774 กรัมต่อลบ.ม. ค่าความเป็นด่างคิดในรูป CaCO_3 เท่ากับ 22,990 กรัมต่อลบ.ม. ปริมาณก๊าซมีเทนเกิดขึ้น 2.92×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน จะเห็นได้ว่าที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 8.89 วัน ปริมาณกรดระเหยคิดในรูป CH_3COOH มีค่าสูงขึ้น และสูงกว่าค่าที่ Buswell ได้รายงานไว้มาก แต่ปริมาณก๊าซเกิดเพิ่มขึ้น แสดงว่าปริมาณกรดระเหยที่เกิดขึ้นไม่ได้มีผลยับยั้งการทำงานของจุลชีพที่สร้างมีเทน ซึ่งอาจเนื่องจากระบบมีการบัฟเฟอร์ของความเป็นด่างอยู่เสมอ จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ปริมาณกรดระเหยคิดในรูป CH_3COOH เกิน 3,000 กรัมต่อลบ.ม. ไม่มีผลทำให้ปริมาณก๊าซลดลง ถ้าระบบมีความสามารถในการบัฟเฟอร์ของความเป็นด่างอยู่สูงพอจนทำให้ปริมาณกรดระเหยที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลยับยั้งการทำงานของจุลชีพที่สร้างมีเทน

ตารางที่ 4.4 ผลของระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งที่อัตราการรับสารอินทรีย์คงที่เฉลี่ย 5.43 กิโลกรัม COD ต่อลูกบาศก์เมตร-วัน

| | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Hydraulic Retention Time, day | 6.67 | 8.89 | 11.11 | 13.33* |
| Flow Rate, (m ³ /day)x10 ⁻³ | 6.0 | 4.5 | 3.6 | 3.0 |
| Influent COD, g/m ³ | 37,170 | 48,740 | 61,360 | 68,510 |
| Effluent COD, g/m ³ | 24,905 | 30,465 | 28,225 | 21,925 |
| % COD removal | 33.0 | 37.5 | 54.0 | 68.0 |
| COD removed, kg/m ³ -day | 1.84 | 2.06 | 2.98 | 3.50 |
| Gas production, (m ³ /day)x10 ⁻² | 2.15 | 5.40 | 6.85 | 5.75 |
| m ³ /m ³ waste fed | 3.58 | 12.0 | 19.03 | 19.17 |
| m ³ /effective volume | 0.54 | 1.35 | 1.71 | 1.44 |
| m ³ /kg COD loading | 0.10 | 0.25 | 0.31 | 0.28 |
| m ³ /kg COD removed | 0.29 | 0.66 | 0.58 | 0.41 |
| % CH ₄ | 26.5 | 54.0 | 65.5 | 67.5 |
| (m ³ CH ₄ /day)x10 ⁻² | 0.57 | 2.92 | 4.49 | 3.88 |
| m ³ CH ₄ /m ³ waste fed | 0.95 | 6.49 | 12.47 | 12.93 |
| m ³ CH ₄ /m ³ effective volume | 0.14 | 0.73 | 1.12 | 0.97 |
| m ³ CH ₄ /kg COD loading | 0.03 | 0.13 | 0.20 | 0.19 |
| m ³ CH ₄ /kg COD removed | 0.08 | 0.36 | 0.38 | 0.28 |

* ที่ระยะเวลา 13.33 วัน เครื่องวัดก๊าซขัดข้องและมีการรั่วของก๊าซเกิดขึ้นบางจุด



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Volatile Acids, Alkalinity, pH Volatile Acids/Alkalinity Ratio และระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งต่าง ๆ ที่อัตราการรับสารอินทรีย์คงที่เฉลี่ย 5.43 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

หมายเหตุ ค่า Alkalinity ที่ได้เกิดจากการปรับ pH ในน้ำกากส่าก่อนบ้อนเข้าสู่ระบบด้วย NaHCO_3

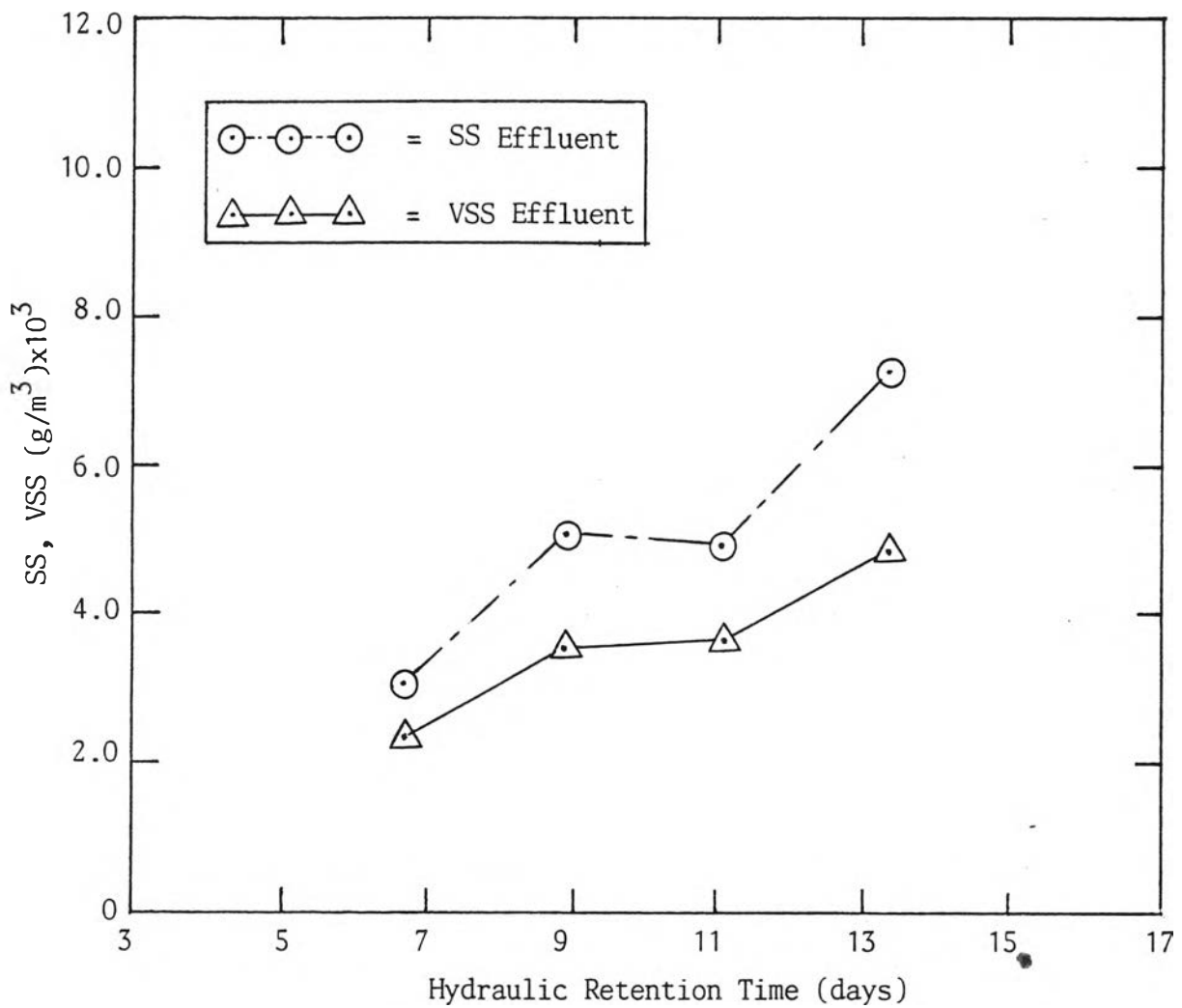
4.3.2 ของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหย จากการทดลองพบว่า ที่อัตราการรับสารอินทรีย์เฉลี่ยคงที่ 5.43 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 6.67-13.33 วัน ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid, SS) ในระบบมีค่า 3,120-7,340 กรัมต่อลบ.ม. และของแข็งแขวนลอยระเหย (Volatile Suspended Solid, VSS) ในระบบมีค่าระหว่าง 2,410-4,770 กรัมต่อลบ.ม. จากรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่า SS และ VSS มีแนวโน้มในลักษณะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง ตัวอย่างเช่น ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งเพิ่มจาก 6.67 วัน เป็น 11.11 และ 13.33 วัน ตามลำดับ พบว่า SS เพิ่มจาก 3,120 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 4,870 และ 7,340 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ และ VSS เพิ่มขึ้นจาก 2,410 กรัมต่อลบ.ม. เป็น 3,720 และ 4,770 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากที่อัตราการรับสารอินทรีย์เฉลี่ยคงที่การเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง ทำให้จุลชีพสามารถอยู่ในระบบได้นานขึ้น โอกาสที่จุลชีพย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อเปลี่ยนไปเป็นพลังงานและสร้างเซลล์จึงมีมากขึ้น

4.3.3 ประสิทธิภาพในการกำจัด COD จากการทดลองพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งและประสิทธิภาพในการกำจัด COD มีแนวโน้มในลักษณะที่แปรผันตามกัน กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบจะเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4.15 เมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งจาก 6.67 วัน เป็น 8.89, 11.11 และ 13.33 วัน ตามลำดับ พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัด COD ของระบบเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 33.0 เป็นร้อยละ 37.5, 54.0 และ 68.0 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากที่อัตราการรับสารอินทรีย์คงที่เมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง ทำให้จุลชีพอยู่ในระบบได้นานขึ้น และมีการสร้างเซลล์เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จาก SS และ VSS มีค่าเพิ่มขึ้น ดังกล่าวมาแล้วในข้อ 4.3.2 ดังนั้น สารอินทรีย์ในระบบจึงถูกย่อยสลายเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการกำจัด COD ของระบบเพิ่มขึ้น

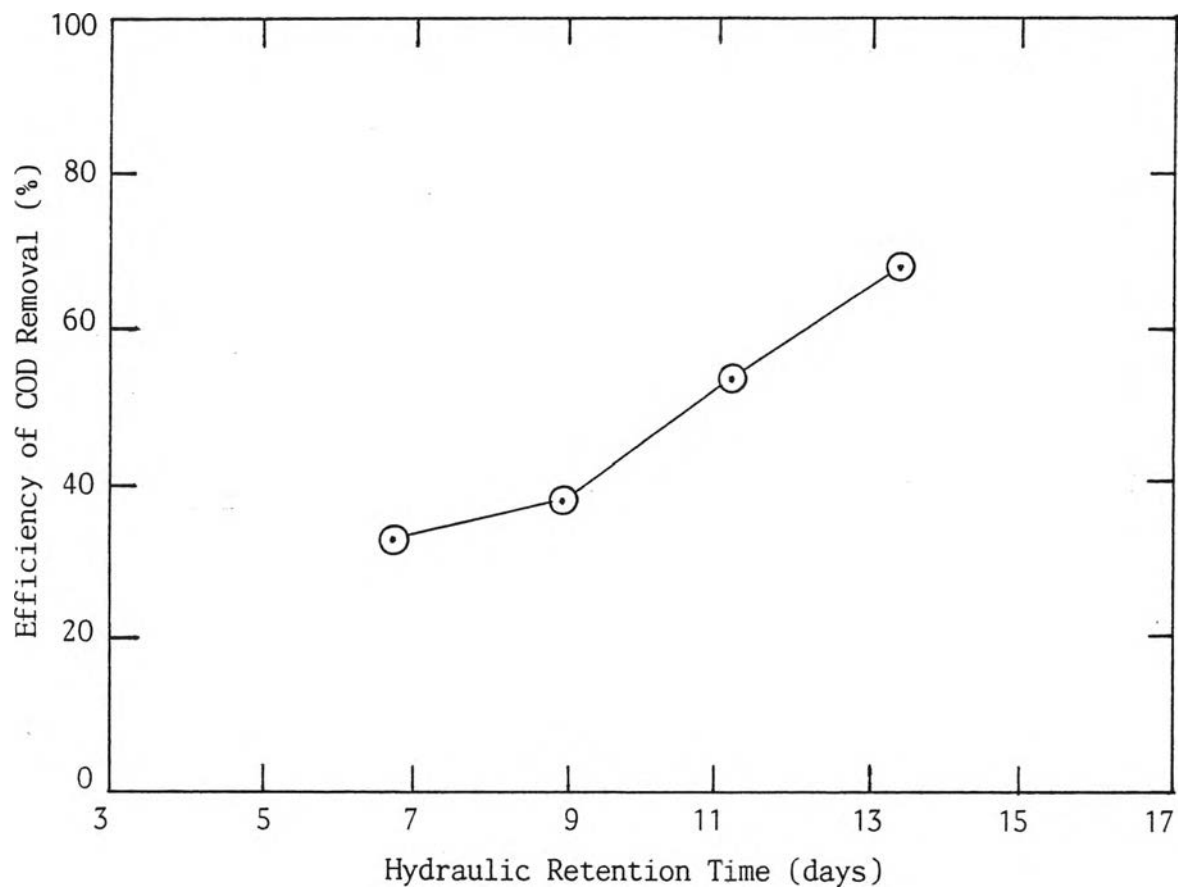
4.3.4 การผลิตก๊าซ จากการทดลองที่อัตราการรับสารอินทรีย์เฉลี่ยคงที่ตลอดการทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งเพิ่มขึ้น การผลิตก๊าซของระบบจะเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากมวลจุลชีพอยู่ในระบบนานขึ้นมีการขยายพันธุ์ (reproduced) และเจริญเติบโตทำให้ในระบบมีมวลจุลชีพเพิ่มขึ้น ดังกล่าวมาแล้วในข้อ 4.3.2 สารอินทรีย์ในระบบจึงถูกย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็นพลังงานและก๊าซมากขึ้น จากรูปที่ 4.16 เมื่อเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งจาก 6.67 วัน เป็น 8.89 และ 11.11 วัน ตามลำดับ ปริมาณก๊าซทั้งหมดเกิดเพิ่มขึ้นจาก 2.15×10^{-2} ลบ.ม. ต่อวัน เป็น 5.40×10^{-2} และ 6.85×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน ตามลำดับ ก๊าซอยู่ในรูปก๊าซมีเทน

พบว่าเพิ่มขึ้นจาก 0.57×10^{-2} เป็น 2.92×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน ตามลำดับ คิดอยู่ในรูปก๊าซมีเทน
พบว่าเพิ่มขึ้นจาก 0.57×10^{-2} เป็น 2.92×10^{-2} และ 4.49×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน ตามลำดับ
ดังรูปที่ 4.17 สำหรับที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 13.33 วัน พบว่าปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นมีปริมาณ
ลดลง ทั้งที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากในระหว่างการทดลองเครื่องบันทึก
ปริมาณก๊าซเกิดขัดข้องและมีการรั่วของก๊าซเกิดขึ้นบางแห่ง ทำให้ปริมาณก๊าซที่วัดได้ต่ำกว่าความ
เป็นจริง แต่จากการคำนวณพบว่าที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 13.33 วัน ปริมาณก๊าซทั้งหมดที่
เกิดขึ้นมีค่า 7.66×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน และคิดในรูปก๊าซมีเทนได้ 5.17×10^{-2} ลบ.ม.ต่อวัน

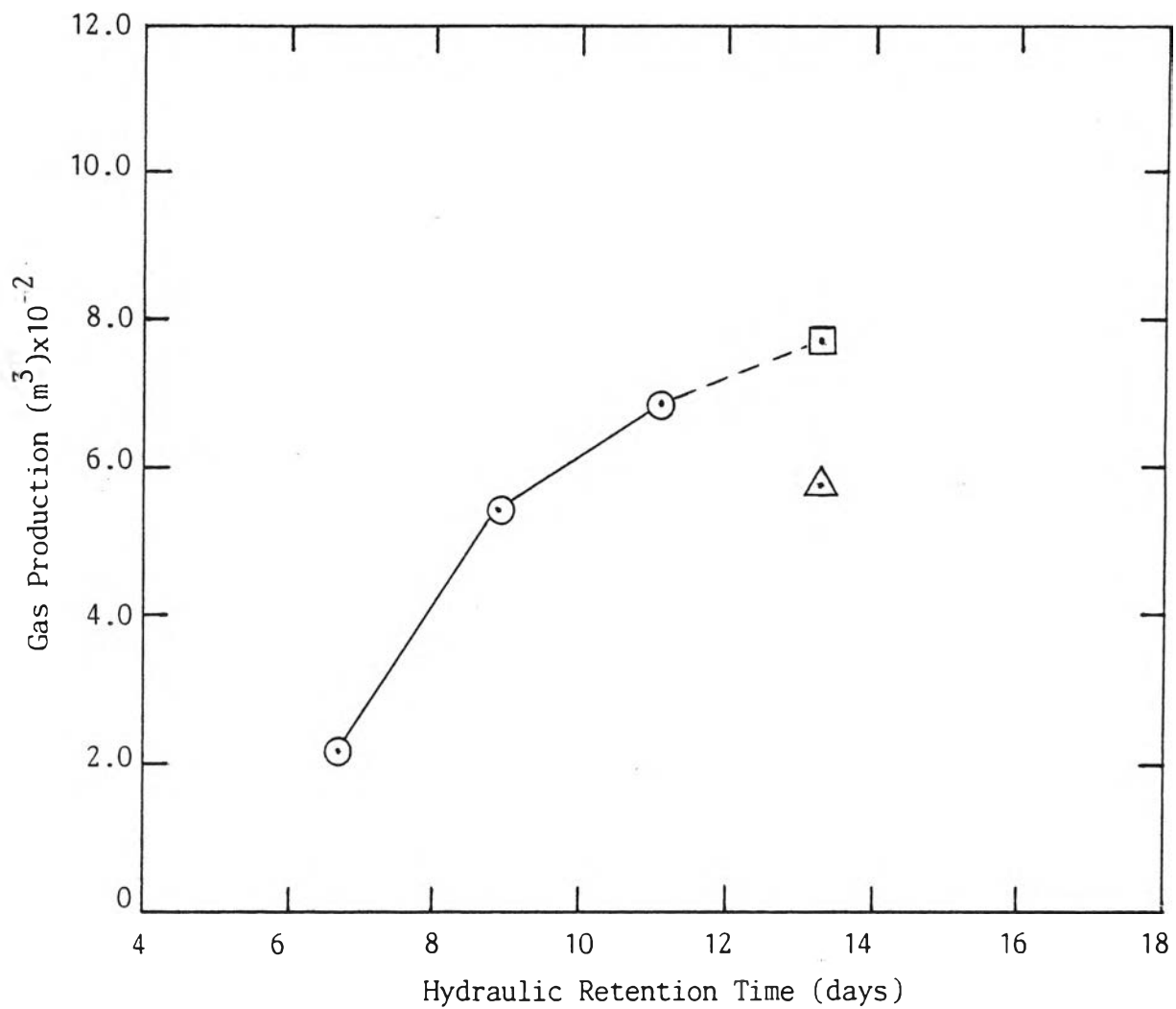
4.3.5 ความเป็นพิษของเกลืออนินทรีย์ จากการทดลองพบว่าที่อัตราการรับสาร
อินทรีย์เฉลี่ยคงที่ 5.43 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 8.89 วัน ปริมาณ
แคลเซียม (Ca) โซเดียม (Na) และ โพแทสเซียม (K) ในระบบมีค่า 780, 3,400 และ
3,420 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ และที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 13.33 วัน ปริมาณที่พบใน
ระบบมีค่า 810, 4,550 และ 3,510 กรัมต่อลบ.ม. ตามลำดับ ซึ่งปริมาณดังกล่าวมีฤทธิ์ยับยั้ง
ปานกลางต่อการทำงานของจุลชีพในระบบ (26) และพบว่าที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 13.33 วัน
แม้ปริมาณแคลเซียม (Ca) โซเดียม (Na) และโพแทสเซียม (K) ในระบบจะมีค่าสูงกว่า
ปริมาณที่ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง 8.89 วัน แต่ประสิทธิภาพการทำงานของระบบกลับเพิ่มขึ้น
ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเพิ่มระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งให้แก่ระบบ ทำให้จุลชีพในระบบสามารถ
ปรับตัวให้คุ้นเคยกับสารพิษดังกล่าวได้



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid, SS), ของแข็งแขวนลอยระเหย (Volatile Suspended Solid, VSS) และระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) ต่าง ๆ, อัตราการรับสารอินทรีย์คงที่เฉลี่ย 5.43 กก.COD ต่อ ลบ.ม.-วัน

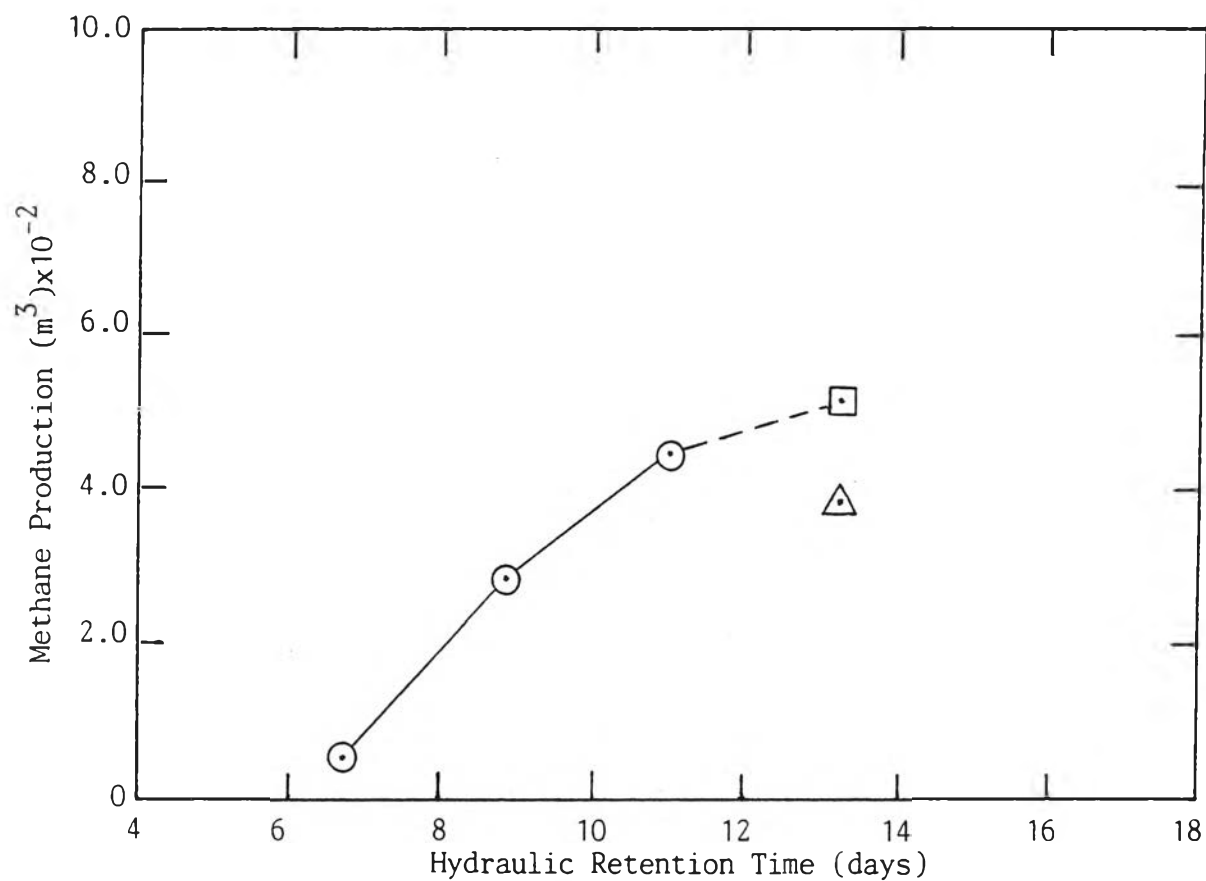


รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัด COD (Efficiency of COD Removal) และระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) ต่าง ๆ, อัตราการรับสารอินทรีย์คงที่เฉลี่ย 5.43 กก.COD ต่อ ลบ.ม.-วัน



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตก๊าซ (Gas Production) และระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) ต่าง ๆ, อัตราการรับสารอินทรีย์คงที่เฉลี่ย 5.43 กก.CODต่อ ลบ.ม.-วัน

หมายเหตุ □ แสดงค่าที่วัดได้ในการทดลองขณะที่มีการรั่วของก๊าซเกิดขึ้น
 △ แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณตามทฤษฎี



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตก๊าซมีเทน (Methane Production) และระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้ง (HRT) ต่าง ๆ, อัตราการรับสารอินทรีย์คงที่เฉลี่ย 5.43 กก.COD ต่อลบ.ม.-วัน

หมายเหตุ □ แสดงค่าที่วัดได้ในการทดลองขณะที่มีการรั่วของก๊าซเกิดขึ้น
 △ แสดงค่าที่ได้จากการคำนวณตามทฤษฎี