บทที่ 3
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลจากการดำเนินการวิจัย เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นที่ทำการวิจัย คือน้ำทิ้งจาก บริษัท วงศ์บัณฑิต จำกัด และคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นอื่นๆ ในภาคใต้อีก 6 โรงงาน ตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลง ประสิทธิภาพและเกณฑ์ในการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้นโดยใช้การบำบัดบนดินในสวนปาล์มน้ำมัน ของบริษัท วงศ์บัณฑิต จำกัด

3.1 ศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้น

ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นในจังหวัดกระบี่ที่ร่วมวิจัย คือจากบริษัทวงศ์บัณฑิต อ.อ่าวลึก จ.กระบี่ โดยได้ทำการวิเคราะห์ค่า pH, temperature, conductivity, BOD_5, COD, TKN, TP, TKN, NH_3-N, Org-N, NO_2-N, NO_3-N, TS, SS, TDS, TP, SO_4^{2-}, Zn และ SAR พารามิเตอร์ดังกล่าววิเคราะห์ตามวิธีการที่กำหนดใน Standard methods for the examination of water and wastewater 21th edition (APHA, AWWA and WEF, 2005) โดยเก็บตัวอย่างช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นที่ทำการวิจัยและคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นอื่นๆในภาคใต้อีก 6 โรงงาน สรุปผลแสดงดังตารางที่ 3.1 พบว่าคุณภาพน้ำทิ้งของโรงงานน้ำยางข้นในแต่ละโรงงานจะมีบางพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากในแต่ละโรงงานมีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยทิ้งแตกต่างกัน ซึ่งการบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมประเภทนี้มักใช้การบำบัดโดยบ่อเติมอากาศและบ่อผึ่ง โดยแต่ละโรงงานนั้นจะมีจำนวนบ่อเติมอากาศและบ่อผึ่งแตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำให้ค่าพารามิเตอร์ของน้ำทิ้งแตกต่างกัน

ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นแต่ละโรงงาน จะมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นที่นำมาทำการวิจัยนั้นพบว่าในแต่ละตัวแปรจะมีค่าสูง เช่น BOD_5 มีค่าเท่ากับ 2,385 mg/L ค่า COD 5,246 mg/L ค่า SS 5,950 mg/L โดยเฉพาะค่า TKN ที่มีค่าสูงถึง 1,137 mg/L โดยที่น้ำทิ้งมีค่าเหล่านี้สูงเนื่องมาจากในระบบบำบัดขั้นต้นมีเพียงการเติมอากาศ 2 บ่อ และระยะเวลาในการพักที่บ่อเติมอากาศมีน้อย ทำให้ค่าตัวแปรในน้ำทิ้งมีค่าสูง และยังได้ทำการวิเคราะห์ค่า Zn ในน้ำทิ้ง พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.21 mg/L ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้น

พารามิเตอร์	น้ำทิ้งที่ทำการวิจัย	โรงงานน้ำยางข้นในจังหวัดสงขลา			โรงงานน้ำยางข้นในจังหวัดสุราษฎร์ธานี		โรงงานน้ำยางข้นในจังหวัดกระบี่	$\overline{X} \pm S.D.$
		โรงงาน A	โรงงาน B	โรงงาน C	โรงงาน D	โรงงาน E	โรงงาน F	
pH	8.9	8.3	8.7	8.8	6.7	10.6	8.3	8.6 ± 1.1
Temperature (°C)	28	27	29	27	31	34	30	29 ± 2
Conductivity (mS/cm)	8.92	2.70	1.68	1.94	2.95	2.54	9.02	4.25 ± 3.01
BOD_5(mg/L)	2,385	99	49	165	75	175	76	432 ± 799
COD (mg/L)	5,246	260	114	267	247	1,259	552	1,135 ± 1,716
TKN (mg/L)	1,137	406	32	70	210	42	1,036	419 ± 440
NH_3-N (mg/L)	882	300	26	55	172	11	917	338 ± 367
Org-N (mg/L)	255	106	6	15	38	31	119	81 ± 82
NO_2-N (mg/L)	2.73	0.01	0.01	0.12	0.37	0.11	0.17	0.50 ± 0.92
NO_3-N (mg/L)	2.53	3.76	2.13	0.014	0.05	0.05	0.35	1.27 ± 1.41
TS (mg/L)	12,053	2,638	1,602	1,998	138	1,873	5,190	3,642 ± 3,711
SS (mg/L)	5,950	183	110	210	50	657	291	1,064 ± 2,003
TDS (mg/L)	2,308	3,078	1,820	2,197	226	948	4,421	2,143 ± 1,271
TP (mg/L)	616.43	1.71	0.60	276.34	38.61	69.93	3.97	143.94 ± 213.04
SO_4^{2-} (mg/L)	4,212	1,866	947	711	2,110	1,422	3,660	2,134 ± 1,233
Zn (mg/L)	0.21	0.44	7.49	< 0.05	ND*	0.18	0.14	1.69 ± 2.90
SAR	0.005	0.005	0.002	0.0004	0.012	0.011	1.025	0.151 ± 0.357
ระบบบำบัดที่ใช้	บ่อเติมอากาศ	บ่อเติมอากาศ + บ่อผึ่ง	บ่อเติมอากาศ + บ่อผึ่ง	บ่อแอนแอโรบิก + บ่อผึ่ง	บ่อเติมอากาศ + บ่อผึ่ง	บ่อผึ่ง	บ่อเติมอากาศ + บ่อตกตะกอน	-

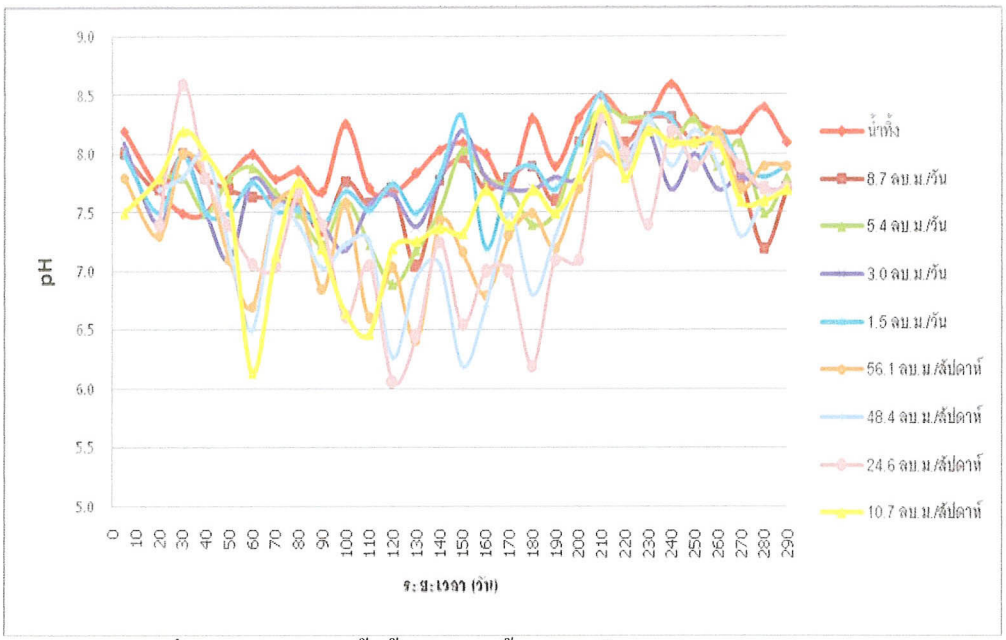
*ND = Non-Detectable = ไม่พบ

3.2 ผลการวิเคราะห์น้ำเข้าและออกจากระบบ

ผลการวิเคราะห์น้ำเข้าและออกจากระบบแสดงดังข้อมูลในภาคผนวก ก และภาพประกอบ 3.1-3.4

3.2.1 ผลของค่า pH ในน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดิน

จากการศึกษาการนำน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นมาใช้ในการบำบัดบนดินโดยการนำมารดสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดบนดินมาวิเคราะห์ทุกๆ 10 วัน ผลการวิเคราะห์พบว่าค่า pH ของน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นที่ยังไม่นำไปบำบัดจะมีค่าเป็นกรด เพราะในกระบวนการผลิตมีการเติมกรดซัลฟูริก ทำให้น้ำเสียที่ออกมาจากกระบวนการผลิตมีค่าเป็นกรด โดยการบำบัดขั้นต้นจะมีการเติมปูนขาวและเติมอากาศ ซึ่งน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบบำบัดบนดินคือน้ำเสียที่ผ่านการเติมปูนขาวและเติมอากาศมาแล้ว 2 บ่อ โดยบ่อเติมอากาศจะทำหน้าที่เปรียบเสมือนบ่อปรับสภาพทำให้ค่า pH ที่ออกมามีค่าที่ค่อนข้างเป็นด่าง (มีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 8.0±0.3) โดยระบบบำบัดบนดินสามารถปรับสภาพน้ำทิ้งที่มีค่า pH ก่อนเข้าระบบที่มีค่าที่ค่อนข้างเป็นด่างให้เป็นกลางได้ น้ำทิ้งที่ผ่านระบบการบำบัดบนดินในแต่ละแปลงจะมีค่า pH ที่ค่อนข้างเป็นกลาง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.1 ซึ่งค่า pH เฉลี่ยของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบของแปลงต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.2 ส่วนค่า pH ของน้ำบ่อเก็บกักน้ำฝนที่นำมารดแปลงควบคุมและผ่านระบบบำบัดบนดินออกจากแปลงควบคุมมีค่าอยู่ในช่วงที่เป็นกลาง



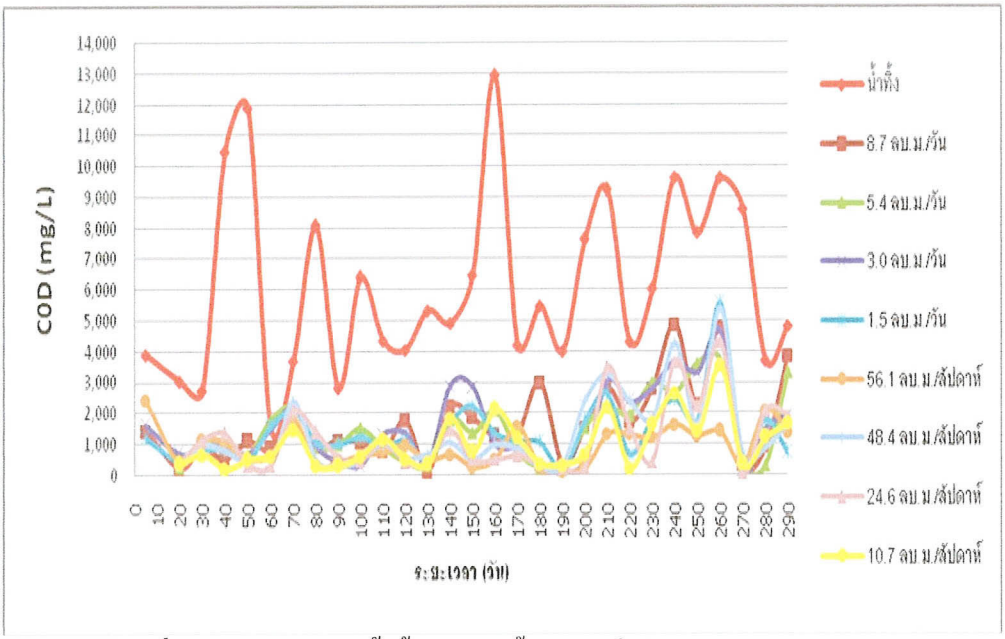
ภาพประกอบที่ 3.1 ค่า pH ของน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดิน

ตารางที่ 3.2 ค่า pH ของน้ำทิ้งที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลง

แปลงทดลอง	Range	$\overline{X} \pm S.D.$
น้ำทิ้งเข้าระบบ	7.5 – 8.6	8.0±0.3
แปลง D1	7.0 – 8.3	7.8±0.3
แปลง D2	6.9 – 8.4	7.7±0.4
แปลง D3	7.1 – 8.3	7.7±0.3
แปลง D4	7.2 – 8.5	7.8±0.3
แปลง W1	6.4 – 8.2	7.5±0.5
แปลง W2	6.2 – 8.3	7.4±0.6
แปลง W3	6.1 – 8.6	7.4±0.6
แปลง W4	6.1 – 8.4	7.6±0.5
แปลงควบคุมรดน้ำบ่อ (เข้า)	5.9 – 7.3	6.5±0.3
แปลงควบคุมรดน้ำบ่อ (ออก)	6.1 – 7.6	6.8±0.4

3.2.2 ผลของค่า COD ในน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดิน

จากการศึกษาการนำน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นมาใช้ในการบำบัดบนดินโดยการนำมารดสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดบนดินมาวิเคราะห์ทุกๆ 10 วัน ผลการวิเคราะห์พบว่าค่า COD ของน้ำทิ้งที่เข้าระบบมีค่าแตกต่างกันออกไปในการเก็บแต่ละครั้ง เนื่องจากในพื้นที่ที่ทำการวิจัยมีสภาพอากาศไม่แน่นอน บางวันมีฝนตกหนักบางวันไม่มีฝนตก โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนแสดงดังตารางที่ 3.6 และการผลิตน้ำยางข้นในแต่ละวันไม่แน่นอน จึงทำให้ค่า COD ของน้ำทิ้งที่เข้าระบบมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งหลังจากน้ำทิ้งผ่านระบบบำบัดบนดินแล้วค่า COD มีค่าลดลง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.2 โดยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นจะเป็นน้ำทิ้งที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงในรูปของ COD เมื่อนำมารดสวนปาล์ม น้ำทิ้งที่ผ่านระบบจะมีค่า COD ลดลงเนื่องจากชั้นดินและรากของพืชจะทำหน้าที่เสมือนตัวกรองจึงทำให้ค่าดังกล่าวหลังจากการรดผ่านสวนปาล์มน้ำมันมีค่าลดลง โดยส่วนใหญ่น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลงมีค่า COD ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 120 mg/L ค่า COD ของน้ำทิ้งที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลงแสดงดังตารางที่ 3.3



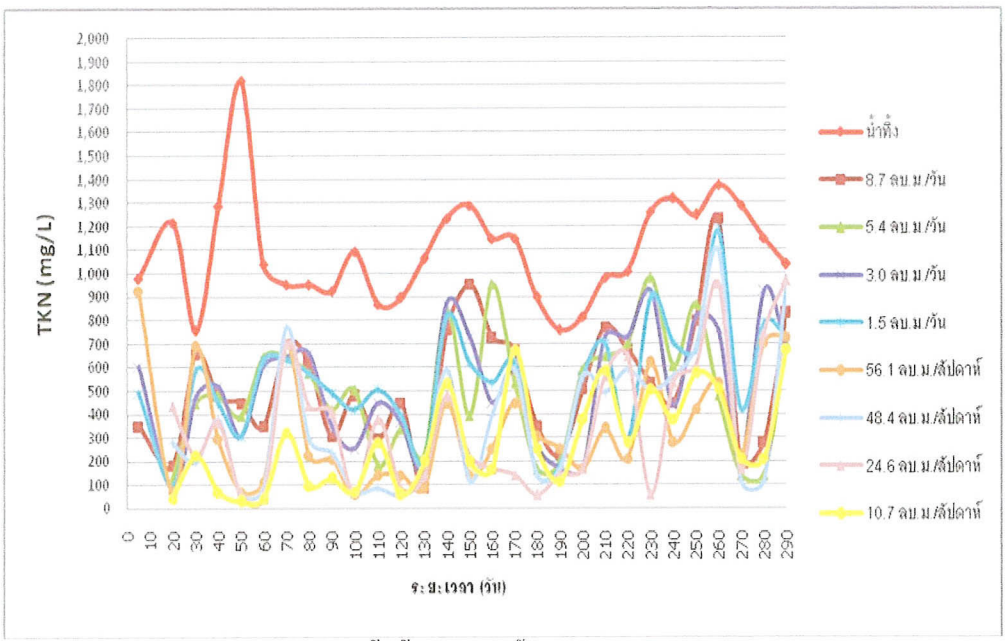
ภาพประกอบที่ 3.2 ค่า COD ของน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดิน

ตารางที่ 3.3 ค่า COD ของน้ำทิ้งที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลง (หน่วย mg/L)

แปลงทดลอง	Range	$\overline{X} \pm S.D.$
น้ำทิ้งเข้าระบบ	1,536 – 12,936	6,128±2,937
แปลง D1	107 – 4,861	1,669±1,257
แปลง D2	200 – 3,694	1,462±1,068
แปลง D3	120 – 4,618	1,551±1,194
แปลง D4	120 – 5,541	1,383±1,022
แปลง W1	80 – 2,416	920±612
แปลง W2	230 – 5,387	1,306±1,274
แปลง W3	60 – 4,310	1,189±1,132
แปลง W4	200 – 3,540	1,031±846
แปลงควบคุมรดน้ำบ่อ (เข้า)	16 - 89	42±19
แปลงควบคุมรดน้ำบ่อ (ออก)	11 - 154	47±36

3.2.3 ผลของค่า TKN ในน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดิน

จากการศึกษาการนำน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นมาใช้ในการบำบัดบนดินโดยการนำมารดสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดบนดินมาวิเคราะห์ทุกๆ 10 วัน ผลการวิเคราะห์พบว่าค่า TKN ของน้ำทิ้งที่เข้าระบบ พบว่ามีค่าแตกต่างกันออกไปในการเก็บแต่ละครั้ง เนื่องจากในพื้นที่ที่ทำการวิจัยมีสภาพอากาศและการผลิตน้ำยางข้นในแต่ละวันไม่แน่นอน จึงทำให้ค่า TKN ของน้ำทิ้งที่เข้าระบบมีค่าแตกต่างกัน โดยที่ค่า TKN ในน้ำทิ้งมีค่าสูง (ค่า TKN เฉลี่ยเท่ากับ 1,096±224 mg/L) เนื่องมาจากการเติมแอมโมเนียในกระบวนการผลิตและการบำบัดขั้นต้นมีเพียงการเติมอากาศ 2 บ่อ โดยไม่มีบ่อผึ่ง และเวลากักพักในบ่อเติมอากาศน้อย (โรงงานผลิตน้ำยางข้นช่วงเช้าแล้วเกิดน้ำเสีย จากนั้นผ่านบ่อเติมอากาศ 2 บ่อ แล้วจึงนำมารดสวนปาล์มน้ำมันในแปลงทดลองทันที โดยน้ำเสียมีเวลาอยู่ในบ่อเติมอากาศประมาณ 1 ชั่วโมง) จึงทำให้ค่า TKN ในน้ำทิ้งมีค่าสูง ซึ่งหลังจากน้ำทิ้งผ่านระบบบำบัดบนดินแล้วมีค่า TKN ลดลง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.3 โดยค่า TKN ในน้ำทิ้งที่ลดลงเนื่องจากพืชในแปลงทดลอง เช่น ต้นปาล์มน้ำมัน หญ้า และพืชอื่นๆ มีการนำไนโตรเจนในน้ำทิ้งไปใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิต โดยส่วนใหญ่น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลงมีค่า TKN ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 100 mg/L ค่า TKN ของน้ำทิ้งที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลงแสดงดังตารางที่ 3.4



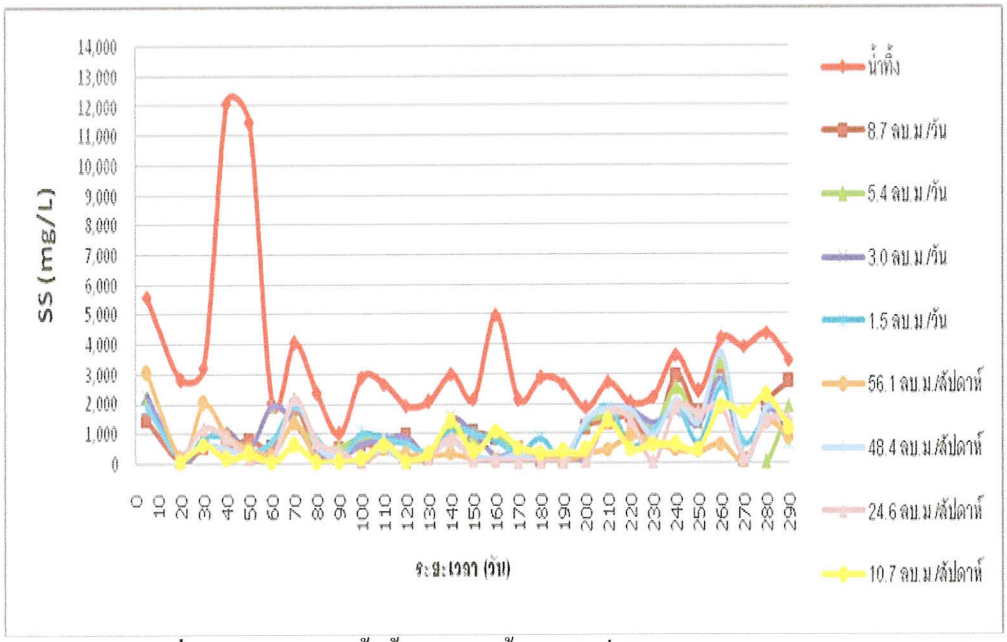
ภาพประกอบที่ 3.3 ค่า TKN ของน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดิน

ตารางที่ 3.4 ค่า TKN ของน้ำทิ้งที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลง (หน่วย mg/L)

แปลงทดลอง	Range	$\overline{X} \pm S.D.$
น้ำทิ้งเข้าระบบ	756 – 1,820	1,096±224
แปลง D1	84 – 1,232	529±260
แปลง D2	126 – 980	496±250
แปลง D3	84 – 924	514±248
แปลง D4	98 – 1,176	538±238
แปลง W1	56 – 924	337±238
แปลง W2	56 – 1,092	368±287
แปลง W3	42 – 966	354±276
แปลง W4	28 – 672	278±203
แปลงควบคุมรดน้ำบ่อ (เข้า)	0.56 – 4.48	2.06±1.22
แปลงควบคุมรดน้ำบ่อ (ออก)	0 – 11.2	2.20±2.62

3.2.4 ผลของค่า SS ในน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดิน

จากการศึกษาการนำน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นมาใช้ในการบำบัดบนดินโดยการนำมารดสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดบนดินมาวิเคราะห์ทุกๆ 10 วัน ผลการวิเคราะห์พบว่าค่า SS ของน้ำทิ้งที่เข้าระบบ พบว่ามีค่าแตกต่างกันออกไปในการเก็บแต่ละครั้ง เนื่องจากในพื้นที่ที่ทำการวิจัยมีสภาพอากาศไม่แน่นอนและการเติมอากาศในบ่อเติมอากาศทำให้ตะกอนของน้ำเสียไม่ตกตะกอน จึงทำให้ของแข็งแขวนลอยมีค่าสูงและมีค่าแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ซึ่งหลังจากน้ำทิ้งผ่านระบบบำบัดบนดินแล้วมีค่า SS ลดลง แสดงดังภาพประกอบที่ 3.4 โดยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นจะเป็นน้ำทิ้งที่ค่าของแข็งแขวนลอยสูง เมื่อนำมารดสวนปาล์ม น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดบนดินจะมีค่า SS ลดลงเนื่องจากชั้นดินและรากของพืชจะทำหน้าที่เสมือนตัวกรองจึงทำให้ค่า SS หลังจากการรดผ่านสวนปาล์มน้ำมันมีค่าลดลงและทำให้น้ำใสขึ้นอีกด้วย โดยส่วนใหญ่น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลงมีค่า SS ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 50 mg/L ค่า SS ของน้ำทิ้งที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลงแสดงดังตารางที่ 3.5



ภาพประกอบที่ 3.4 ค่า SS ของน้ำทิ้งโรงงานน้ำยางข้นที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดิน

ตารางที่ 3.5 ค่า SS ของน้ำทิ้งที่เข้าและออกจากระบบบำบัดบนดินในแต่ละแปลง (หน่วย mg/L)

แปลงทดลอง	Range	$\overline{X} \pm S.D.$
น้ำทิ้งเข้าระบบ	980 – 12,125	3,536±2,503
แปลง D1	72 – 3,200	1,032±856
แปลง D2	16 – 3,380	967±829
แปลง D3	85 – 2,814	967±743
แปลง D4	30 – 2,586	946±613
แปลง W1	20 – 3,030	575±659
แปลง W2	17 – 3,686	824±906
แปลง W3	17 – 2,200	687±726
แปลง W4	27 – 2,225	637±599
แปลงควบคุมรดน้ำบ่อ (เข้า)	4 - 520	56±117
แปลงควบคุมรดน้ำบ่อ (ออก)	2 - 800	93±156

ตารางที่ 3.6 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยในจังหวัดกระบี่เดือนพฤษภาคม 2553 – มกราคม 2554

เดือน/ปี	พ.ค. 2553	มิ.ย. 2553	ก.ค. 2553	ส.ค. 2553	ก.ย. 2553	ต.ค. 2553	พ.ย. 2553	ธ.ค. 2553	ม.ค. 2554
ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร/เดือน)	158.1	200.4	238.5	172.2	280.5	237.3	365.6	83.2	165.8

ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดกระบี่, 2554

3.3 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดบนดิน

จากการศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อสุดท้ายของโรงงานน้ำยางข้น โดยใช้การบำบัดบนดินในสวนปาล์มน้ำมัน พบว่าระบบบำบัดบนดินสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นให้มีคุณภาพดีขึ้นได้ โดยการบำบัด COD ส่วนใหญ่ในแต่ละแปลงทดลองจะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่แปลง W4 (อัตราที่รด 10.7 m^3/week) มีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพการบำบัด COD เฉลี่ยเท่ากับ 81.7 ± 12.7 % ส่วนการบำบัด TKN ในแต่ละแปลงมีประสิทธิภาพในการบำบัดแตกต่างกันออกไป ซึ่งแปลง W4 มีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพการบำบัด TKN เฉลี่ยเท่ากับ 74.1 ± 18.3 % และในการบำบัด SS จะพบว่าแปลง W1 และแปลง W4 มีประสิทธิภาพในการบำบัดใกล้เคียงกัน ซึ่งแปลง W1 (อัตราที่รด 56.1 m^3/week) มีประสิทธิภาพในการบำบัดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพการบำบัด SS เฉลี่ยเท่ากับ 82.6 ± 15.5 % แสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ประสิทธิภาพของระบบการบำบัดบนดินในแต่ละแปลง

แปลงทดลอง	อัตราการรดน้ำ	ประสิทธิภาพการบำบัดบนดิน (%)		
		COD $\overline{X} \pm S.D.$	TKN $\overline{X} \pm S.D.$	SS $\overline{X} \pm S.D.$
D1	8.7 m^3/d	69.6 ± 19.8	50.9 ± 22.8	65.7 ± 25.8
D2	5.4 m^3/d	72.4 ± 24.8	54.0 ± 22.6	66.2 ± 28.1
D3	3.0 m^3/d	70.4 ± 22.6	52.5 ± 21.7	67.7 ± 25.7
D4	1.5 m^3/d	73.6 ± 20.4	50.2 ± 20.5	68.8 ± 18.4
W1	56.1 m^3/week	80.6 ± 16.9	67.7 ± 24.6	82.6 ± 15.5
W2	48.4 m^3/week	77.9 ± 17.1	66.2 ± 25.5	72.2 ± 28.4
W3	24.6 m^3/week	78.9 ± 16.8	67.2 ± 24.8	77.5 ± 23.8
W4	10.7 m^3/week	81.7 ± 12.7	74.1 ± 18.3	80.0 ± 15.9

3.4 เกณฑ์การบำบัดที่เหมาะสม

ตามเกณฑ์การออกแบบตามทฤษฎีการบำบัดบนดินแบบอัตราไหลช้า (slow-rate irrigation) จะสามารถเพิ่มค่า Hydraulic Loading Rate ที่ใช้รดสวนปาล์มน้ำมันได้ไปจนถึง 10 cm/week ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน US.EPA. (2006) โดยที่ค่า BOD_5 Loading Rate ในน้ำทิ้งในแต่ละแปลงยังคงอยู่ในช่วง 5 – 50 g $BOD_5/m^2.d$ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน US.EPA. (2006) แต่ในตัวอย่างน้ำทิ้งที่นำมารดสวนปาล์มน้ำมันมีค่าไนโตรเจนสูง จึงทำให้ไม่สามารถเพิ่มค่า Hydraulic Loading Rate ได้ เนื่องจากจะเกินค่า TKN Loading Rate ที่ปาล์มน้ำมันต้องการไปมากคือในช่วง 0.34 – 0.47 $gTKN/m^2.d$ (กรมส่งเสริมการเกษตร) แสดงดังตารางที่ 3.8 ซึ่งอัตราการรดน้ำทิ้งในปริมาณน้อยจึงจะเหมาะสมที่สุด ในด้านของประสิทธิภาพการบำบัดและความต้องการของธาตุอาหารของต้นปาล์มน้ำมัน โดยค่า Hydraulic Loading Rate ที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการทดลองคือ 0.5 cm/week แสดงดังตารางที่ 2.2 และ 2.3

โดยค่า Hydraulic Loading Rate ที่มีค่ามากที่สุดที่ใช้ในการทดลองคือ 3.0 cm/wk ของแปลงที่รดทุกวันและรดสัปดาห์ละครั้ง (อัตรารด 8.7 m^3/d และ 56.1 $m^3/week$) จะมีค่า TKN Loading Rate เท่ากับ 4.6 g $TKN/m^2.d$ และ 32.4 g $TKN/m^2.week$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกินกว่าค่า TKN Loading Rate ที่ปาล์มน้ำมันต้องการไปมากคือในช่วง 0.34 – 0.47 g $TKN/m^2.d$ (กรมส่งเสริมการเกษตร) แต่หลังจากการทดลองพบว่าระบบบำบัดบนดินสามารถรับปริมาณน้ำทิ้งอัตราดังกล่าวได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อต้นปาล์มน้ำมัน

สำหรับค่า Hydraulic Loading Rate ที่ทางบริษัทวงศ์บัณฑิต จำกัด ใช้รดสวนปาล์มน้ำมันอยู่คือ 1.92 cm/wk ซึ่งมีค่า BOD_5 Loading Rate = 6.6 g $BOD_5/m^2.d$ และพบว่าอยู่ในช่วง 5 – 50 g $BOD_5/m^2.d$ ตามเกณฑ์ที่ US.EPA. (2006) กำหนดไว้ แต่ค่า TKN Loading Rate = 3.0 g $TKN/m^2.d$ ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ปาล์มน้ำมันต้องการคืออยู่ในช่วง ในช่วง 0.34 – 0.47 g $TKN/m^2.d$ จึงควรลดอัตราการรดน้ำลงเพื่อให้มีปริมาณไนโตรเจนเหมาะสมกับที่ปาล์มน้ำมันต้องการ จากการทดลองพบว่าการรดน้ำทิ้งในอัตรา 10.7 $m^3/week$ (Hydraulic Loading Rate = 0.5 cm/week) มีความเหมาะสมที่จะนำมารดสวนปาล์มน้ำมัน เนื่องจากมีค่า BOD_5 Loading Rate และค่า TKN Loading Rate ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน US.EPA. (2006) และกรมส่งเสริมการเกษตร แสดงดังตารางที่ 2.5 ซึ่งการรดน้ำทิ้งในปริมาณที่มากจนเกินไปจะทำให้หญ้าในแปลงทดลองตายได้ เนื่องจากได้รับปริมาณไนโตรเจนในน้ำทิ้งมากเกินไป แสดงดังภาพประกอบที่ 3.5

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การบำบัดที่เหมาะสม

Parameter	Watering frequency		Design Criteria*
	Daily	Weekly	
Hydraulic Loading Rate, cm/week	< 3	< 3	2.5 – 10
BOD_5 Loading Rate, g $BOD_5/m^2.d$	< 5	< 5	5 - 50
COD Loading Rate, g $COD/m^2.d$	< 14	< 14	-
TKN Loading Rate, g $TKN/m^2.d$	< 2.5	< 2.5	0.34 – 0.47
Expected Removal Efficiency, %			
COD	< 71	< 80	-
TKN	< 52	< 69	-
SS	< 67	< 78	-

***ที่มา** : US.EPA., 2006 และกรมส่งเสริมการเกษตร

ภาพประกอบที่ 3.5 ผลกระทบจากการรดน้ำทิ้งในอัตราสูง

3.5 ผลการศึกษาลักษณะของดิน

ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนการรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นจากแปลงทดลอง 10 แปลง แปลงละ 1 ตัวอย่าง โดยใช้วิธีเก็บตามวิธีของกรมพัฒนาที่ดิน จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่า Conductivity, pH, Organic Matter และ TN พารามิเตอร์ดังกล่าววิเคราะห์ตามวิธีการที่ระบุใน คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช (จำเป็น, 2547) และ วิเคราะห์ค่า Soil Texture, P, K, Ca, Mg, Na, Zn และ Cation Exchange Capacity ผลการศึกษาคุณภาพของดิน ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ผลการวิเคราะห์พบว่า ลักษณะเนื้อดินของแปลงทดลอง D1, W1, W2, W3, รดน้ำบ่อและไม่รดน้ำบ่อ มีลักษณะเนื้อดินเป็นแบบ ดินร่วนปนทราย สำหรับลักษณะเนื้อดินของแปลงทดลอง D2, D3, D4, W4 มีลักษณะเนื้อดินเป็นแบบ ดินร่วนเหนียวปนทราย เมื่อประเมินความเหมาะสมของสมบัติทางฟิสิกส์ของดินสำหรับปลูกปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 1.8) จะเห็นได้ว่าลักษณะของเนื้อดินแต่ละแปลงอยู่ในช่วง เหมาะสมปานกลาง-เหมาะสมมาก โดยการเลือกพื้นที่ดินที่เหมาะสมจะส่งผลให้ปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตได้ดี และจะให้ผลผลิตสูงตามศักยภาพของพันธุ์

ค่า pH ในดินของแปลงทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3, W4, รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ มีค่าเฉลี่ย 4.5±0.7, 4.6±0.7, 5.3±0.2, 5.1±0.4, 4.4±0.3, 4.9±0.3, 5.7±0.3, 5.7±0.1, 4.5±0.4 และ 4.6±0.6 ตามลำดับ จะเห็นว่าค่า pH ในดินแต่ละแปลงไม่เท่ากัน ซึ่งบางแปลงมีค่า pH ในดินอยู่ในช่วงที่ยอมรับไม่ได้เมื่อเทียบกับเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการเลือกพื้นที่เพาะปลูกสำหรับการบำบัดบนดินแบบอัตราการไหลช้า และมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับปริมาณธาตุอาหารในดินที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน สาเหตุที่ดินมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นนั้น เนื่องดินในพื้นที่ที่ทำการทดลองเป็น ชุดดินอ่าวลึก (Ao Luk series: Ak) ซึ่งมีความเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-6.0) มีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง แต่เนื่องจากการรดด้วยน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดเบื้องต้นด้วยการเติมอากาศเพียง 2 บ่อ ทำให้ในน้ำทิ้งมีปริมาณสารอินทรีย์ และของแข็งแขวนลอยอยู่สูง ส่งผลให้การระบายน้ำ และความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ลดลง ทำให้น้ำท่วมขังในดินเนื่องจากช่องว่างในดินมีขนาดเล็กลงจึงเกิดกระบวนการหมัก (Fermentation) ซึ่งเป็นกระบวนการสังเคราะห์โดยจุลินทรีย์ (Metabolism) เกิดเป็นกรดอะมิโน (Amino acid) หรือกรดอินทรีย์ปริมาณมากขึ้น รวมทั้งน้ำขณะที่ไหลผ่านชั้นดินอยู่นั้นจะละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีอยู่ในดินให้กลายเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ที่แตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) ทำให้น้ำที่ไหลซึมผ่านดินมีสภาพเป็นกรด ในขณะที่ผ่านชั้นดินไฮโดรเจนไอออน (H^+) จะเข้าไปแทนที่เบสิกแคตไอออน เช่น Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ และ Na^+ เป็นต้น ที่ดูดซับอยู่ที่บริเวณผิวของอนุภาคดิน ซึ่งถ้าหากมี ไฮโดรเจนไอออน (H^+) เข้าไปแทนที่อยู่สูงกว่าเบสิกแคตไอออน จะส่งผลให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด

ค่า Conductivity ในดินของแปลงทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3, W4, รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ มีค่าเฉลี่ย 275.4±111.5, 341.8±106.4, 254.0±54.8, 200.1±85.5, 209.0±9.7, 315.6±49.4, 356.9±136.7, 294.4±56.6, 82.4±18.2 และ77.4±14.3 µS/cm ตามลำดับ จะเห็นว่าค่า Conductivity ในดินของแต่ละแปลงทดลองเป็นค่าการนำไฟฟ้าที่ยอมรับได้ของเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการเลือกพื้นที่เพาะปลูก (ตารางที่ 1.5) ซึ่งโดยมาตรฐานทั่วไปมักถือว่าค่าการนำไฟฟ้าในดินที่มีค่ามากกว่า 0.4 S/cm จัดว่าเป็นดินเค็ม สำหรับดินเค็มนั้นมีลักษณะทั่วไปเหมือนดินธรรมดาเพียงแต่มีเกลือละลายง่ายอยู่สูงกว่าปกติ หากในดินมีเกลือละลายง่ายอยู่มากเกินไปจะมีผลทำให้ความดันออสโมติกสูงจนพืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารมาใช้ประโยชน์ได้

ค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินของแปลงทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3, W4, รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ มีค่าเฉลี่ย 6.84±3.13, 9.51±0.29, 6.72±2.100, 4.68±0.45, 6.44±1.36, 8.79±3.26, 14.00±3.93, 8.81±1.92, 2.79±0.09 และ2.29±0.17 g/kg ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีค่าไม่อยู่ในช่วง 0.20-5.00 g/kg ซึ่งเป็นค่าไนโตรเจนทั้งหมดที่ปกติพบในดิน อย่างไรก็ตามค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินก่อนทำการทดลองมีค่าสูง รวมทั้งน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดสูงด้วย เมื่อรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้น ทำให้ค่าไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีค่าสูงเพิ่มขึ้น แต่ไนโตรเจนทั้งหมดนี้ พืชไม่อาจนำไปใช้ได้โดยตรง จะต้องถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปอนินทรีย์ไนโตรเจนเสียก่อน และรูปอนินทรียไนโตรเจนมีประมาณร้อยละ 2–3 ของไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ได้แก่ แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ไนเตรตไอออน (NO_3^-) และไนไตรต์ไอออน (NO_2^-) รูปของก๊าซต่าง ๆ ประกอบด้วย ไนโตรเจนออกไซด์ (NO) ไดไนโตรเจนออกไซด์ (N_2O) และก๊าซไนโตรเจน (N_2) ซึ่งรูปของไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรงคือ แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ไนเตรตไอออน (NO_3^-) และไนไตรต์ไอออน (NO_2^-) เมื่อเทียบกับความต้องการของพืชถือว่ายังมีปริมาณน้อย

ค่าสังกะสีในดินของแปลงทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3, W4, รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ มีค่าเฉลี่ย 47.12±35.78, 96.56±50.13, 54.06±18.37, 8.99±2.43, 34.55±25.24, 96.57±49.94, 45.68±6.30, 33.27±14.90, 16.61±6.21 และ14.57±12.10 mg/kg ตามลำดับ พบว่าแต่ละแปลงทดลองมีค่าสังกะสีในดินอยู่ในช่วงสังกะสีในดินที่ปกติพบทั่วไปคือ 10–300 mg/kg สังกะสีเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงการปนเปื้อนของโลหะหนักที่มีที่มีความเป็นพิษที่มีอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าสังกะสีในน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นที่นำมาทำการทดลอง (0.21 mg/L) กับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ไม่เกิน 5 mg/L) พบว่ามีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 3.9 ผลการวิเคราะห์ลักษณะดิน

พารามิเตอร์	Soil Texture	pH*	Conductivity (μS/cm)*	TN (g/kg)*	Zn (mg/kg)*
D_1	SL	4.5±0.7	275.4±111.5	6.84±3.13	47.12±35.78
D_2	SCL	4.6±0.7	341.8±106.4	9.51±0.29	96.56±50.13
D_3	SCL	5.3±0.2	254.0±54.8	6.72±2.100	54.06±18.37
D_4	SCL	5.1±0.4	200.1±85.5	4.68±0.45	8.99±2.43
W_1	SL	4.4±0.3	209.0±9.7	6.44±1.36	34.55±25.24
W_2	SL	4.9±0.3	315.6±49.4	8.79±3.26	96.57±49.94
W_3	SL	5.7±0.3	356.9±136.7	14.00±3.93	45.68±6.30
W_4	SCL	5.7±0.1	294.4±56.6	8.81±1.92	33.27±14.90
รดน้ำบ่อ	SL	4.5±0.4	82.4±18.2	2.79±0.09	16.61±6.21
ไม่รดน้ำบ่อ	SL	4.6±0.6	77.4±14.3	2.29±0.17	14.57±12.10

หมายเหตุ : SL ดินร่วนปนทราย, SCL ดินร่วนเหนียวปนทราย

* $\overline{X} \pm S.D.$

จากการพิจารณาค่าอินทรียวัตถุในดินก่อนการทดลองกับดินระหว่างการทดลองที่มีการด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นเป็นระยะเวลา 4 เดือน และดินหลังการทดลองเป็นระยะเวลา 9 เดือน ของแปลงทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3, W4, รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 12.95, 11.99, 16.68, 20.20, 27.40, 25.85, 18.47, 19.95, 11.28 และ 14.54 g/kg (1.30, 1.20, 1.67, 2.02, 2.74, 2.59, 1.85, 2.00, 1.13 และ 1.45 %) ตามลำดับ เป็น 20.66, 18.18, 25.04, 29.35, 29.99, 29.90, 30.93, 21.38, 13.48 และ12.52 g/kg (2.07, 1.82, 2.50, 2.94, 3.00, 2.99, 3.09, 2.14, 1.35 และ 1.25 %) ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นเป็น 23.17, 25.86, 27.54, 30.54, 31.87, 31.23, 32.21, 30.90, 15.50 และ13.52 g/kg (2.32, 2.59, 2.75, 3.05, 3.19, 3.12, 3.22, 3.09, 1.55 และ1.35 %) ตามลำดับ เนื่องจากในน้ำทิ้งมีปริมาณสารอินทรีย์อยู่สูง การรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นจึงเป็นการเพิ่มสารอินทรีย์ให้แก่ดิน การที่ดินมีปริมาณสารอินทรีย์สูงนั้นจะส่งผลให้ดินมีความร่วนซุย ระบายน้ำ และอากาศได้ดี ทำให้ดินมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากขึ้นสามารถดูดยึดธาตุอาหารได้ดี ช่วยต้านทานการเปลี่ยนแปลง pH ของดินทำให้ดินมี pH เป็นกลาง เป็นแหล่งที่มาของธาตุต่างๆ

โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ธาตุอาหารเหล่านี้เป็นประโยชน์กับพืชในการเจริญเติบโต

ความอิ่มตัวของเบสที่แลกเปลี่ยนได้ของดินก่อนการทดลองกับดินระหว่างการทดลองที่มีการด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นเป็นระยะเวลา 4 เดือน ของแปลงทดลอง D1, D2, D3, W1, W2, W4, รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ พบว่า ความอิ่มตัวของเบสที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าจาก 35.07, 33.94, 79.80, 52.68, 68.08, 68.89, 38.16 และ 34.04 % เป็น 68.20, 72.97, 110.84, 76.08, 81.23, 76.28, 48.81 และ 61.85 % ตามลำดับ และดินหลังการทดลองเป็นระยะเวลา 9 เดือน มีค่า 108.47, 112.54, 127.16, 139.05, 48.25, 116.97, 118.24, 108.12, 46.18 และ83.37 % การที่ ดินมีความอิ่มตัวด้วยเบสสูงจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจาก ความอิ่มตัวด้วยเบสจะบ่งบอกถึงสัดส่วนระหว่างเบสิกแคตไอออนและแคตไอออนที่เป็นกรดที่ดูดซับอยู่ในดิน เนื่องจากเบสิกแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ในดินจะเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชหลายธาตุ ปริมาณของเบสิกแคตไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ในดินจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ค่าความจุแลกในการเปลี่ยนแคตไอออนในดินก่อนการทดลองของแปลงทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3, W4, รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ มีค่า 3.65, 5.45, 5.89, 6.3, 3.36, 5.89, 6.73, 5.40 และ 4.56 meq/100g ตามลำดับ ดินระหว่างการทดลองที่มีการด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นเป็นระยะเวลา 4 เดือน ของแปลงทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3, W4, รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ มีค่า 5.88, 5.66, 6.46, 6.41, 4.85, 5.06, 6.71, 4.89, 3.79 และ 3.46 meq/100g ตามลำดับ และดินหลังการทดลองเป็นระยะเวลา 9 เดือน ของแปลงทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3, W4, รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ มีค่า 7.08, 6.54, 4.97, 4.61, 4.85, 7.13, 6.03, 6.65, 3.40 และ4.21 meq/100g ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าอัตราร้อยละโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนดำเนินการทดลองของแต่ละแปลงเป็นค่าอัตราร้อยละโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ที่ยอมรับได้ของเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการเลือกพื้นที่เพาะปลูก คือมีค่าต่ำกว่า 0.4 S/cm หากค่าอัตราร้อยละโซเดียมแลกเปลี่ยนมีค่ามากกว่า 15 % และค่าการนำไฟฟ้ามีค่าน้อยกว่า 0.4 S/cm ถือว่าดินนั้นเป็นดินโซดิก (Sodic soils) ลักษณะของดินโซดิกคือ สมบัติทางกายภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากโซเดียม (Na^+) ทำให้คอลลอยด์ดินเกิดการแพร่กระจาย ดินแน่นทึบ การระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศเป็นไปได้ยาก หากการสะสมของโซเดียมมีปริมาณที่สูงจะเป็นพิษต่อพืช (ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา, 2546)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนการทดลองกับดินระหว่างการทดลองที่มีการด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นเป็นระยะเวลา 4 เดือน ของแปลงทดลอง D1, D2, D4, W4, และไม่รดน้ำบ่อ มีค่า 114.75, 93.78, 80.06, 120.75 และ 49.66 mg/kg ตามลำดับ มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 138.21, 547.88, 208.12, 171.42 และ99.48 mg/kg ตามลำดับ และดินหลังการทดลองเป็นระยะเวลา 9 เดือน ของแปลง

ทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3, W4 และไม่รดน้ำบ่อ มีค่าฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นจากแปลงดังกล่าว ของดินระหว่างการทดลองเป็น 602.33, 1003.10, 221.93, 239.83, 143.24, 1060.03, 293.74, 558.33, 82.20 และ247.00 mg/kg การเพิ่มขึ้นของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เนื่องจากในน้ำทิ้งที่นำมารดมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่สูง จึงเป็นการเพิ่มฟอสฟอรัสให้กับดิน รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของสารอินทรีย์ในดินที่ทำการทดลองส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินสูงขึ้นด้วย เนื่องจากอินทรียวัตถุเมื่อผ่านการย่อยสลาย นอกจากจะปลดปล่อยให้ฟอสฟอรัสแก่พืชแล้วสารที่เกิดจากการย่อยสลายยังช่วยลดการตรึงของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่มีอยู่โดยธรรมชาติ และที่เติมลงไป สำหรับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนการทดลองกับดินระหว่างการทดลองที่มีการด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นเป็นระยะเวลา 4 เดือน ของแปลงทดลอง D3, W1, W2, W3 และรดน้ำบ่อ มีค่า 363.21, 235.91, 417.24, 455.58 และ114.36 mg/kg ตามลำดับ มีค่าลดลงเป็น 153.8, 127.73, 233.17, 136.92 และ93.38 mg/kg ตามลำดับ และดินหลังการทดลองของแปลงรดน้ำบ่อมีค่าฟอสฟอรัสลดลงจากแปลงรดน้ำบ่อของดินระหว่างการทดลอง เป็น 82.20 mg/kg เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของ pH ในดินหลังการทดลอง ทำให้มี Ca^{2+} และ Mg^{2+} สูงขึ้น ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้เมื่อทำปฏิกิริยากับ Ca^{2+} และ Mg^{2+} และถูกดูดยึดอยู่กับผิวดินกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้น้อยลง ปรากฏการณ์ที่ฟอสฟอรัสละลายน้ำได้ถูกทำให้ตกตะกอนและดูดยึดในดินนี้เรียกว่าการตรึงฟอสฟอรัส (phosphorus fixation) ซึ่งเป็นการทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลง

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนการทดลองกับดินระหว่างการทดลองที่มีการด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นเป็นระยะเวลา 4 เดือน ของแปลงทดลอง D1, D2, D3, W1, W2, W4, และรดน้ำบ่อ มีค่า 93.6, 156.0, 167.7, 89.7, 269.1, 288.6, 105.3 และ 58.5 mg/kg ตามลำดับ ค่าโพแทสเซียมของดินหลังการทดลองในแปลงทดลอง D1, D2, D3, D4, W1, W2, W3 และW4 มีค่าเพิ่มขึ้นจากแปลงทดลองเดียวกันของดินระหว่างการทดลองมีค่า 741.00, 686.40, 686.40, 538.20, 429.00, 733.20, 725.40 และ799.50 mg/kg ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เกิดจากการรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางขึ้น เนื่องจากในน้ำทิ้งของโรงงานน้ำยางข้นมีโพแทสเซียมอยู่ ซึ่งเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน สำหรับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนการทดลองกับดินระหว่างการทดลองที่มีการด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นเป็นระยะเวลา 4 เดือน ของแปลงทดลอง D4 และ W4 มีค่าลดลงเป็น 663.0 และ 666.9 mg/kg ตามลำดับ ค่าโพแทสเซียมของดินหลังการทดลองในแปลงทดลอง รดน้ำบ่อ และไม่รดน้ำบ่อ มีค่าโพแทสเซียมลดลงเป็น 101.40 และ62.40 mg/kg ตามลำดับ จากการพิจารณาพบว่า แปลงทดลอง D4 และ W4 CEC มีค่าลดลงจึงส่งผลให้ค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของแปลงทดลอง D4 และ W4 มีค่าลดลงด้วย ดังนั้นการที่ดินที่มีค่า CEC สูง โอกาสที่จะสูญเสียธาตุอาหารทั้งที่อยู่โดยธรรมชาติหรือเติมให้ในรูปของปุ๋ย โดยการชะละลาย (leaching) น้อยกว่าดินที่มีค่า CEC ต่ำเนื่องจากไอออนบวกต่าง ๆ ถูกดูดยึดโดยคอลลอยด์ดินได้มากกว่า

ตารางที่ 3.10 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของดินสำหรับพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อน ระหว่าง และหลังการทดลอง

พารามิเตอร์	Organic Matter (g/kg)			Base Saturation (%)			CEC (meq/100g)			Available P (mg/kg)			Available K (mg/kg)		
	ก่อน	ระหว่าง	หลัง	ก่อน	ระหว่าง	หลัง	ก่อน	ระหว่าง	หลัง	ก่อน	ระหว่าง	หลัง	ก่อน	ระหว่าง	หลัง
D_1	12.95	20.66	23.17	35.07	68.20	108.47	3.65	5.88	7.08	114.75	138.21	602.33	93.60	136.50	741.00
D_2	11.99	18.18	25.86	33.94	72.97	112.54	5.45	5.66	6.54	93.78	547.88	1003.10	156.00	460.20	686.40
D_3	16.68	25.04	27.54	79.80	110.84	127.16	5.89	6.46	4.97	363.21	153.80	221.93	167.70	460.20	686.40
D_4	20.20	29.35	30.54	132.86	59.91	139.05	6.30	6.41	4.61	80.06	208.12	239.83	663.00	202.80	538.20
W_1	27.40	29.99	31.87	52.68	76.08	48.25	3.36	4.85	4.85	235.91	127.73	143.24	89.70	171.60	429.00
W_2	25.85	29.90	31.23	68.08	81.23	116.97	5.89	5.06	7.13	417.24	233.17	1060.03	269.10	503.10	733.20
W_3	18.47	30.93	32.21	129.27	65.28	118.24	6.73	6.71	6.03	455.58	136.92	293.74	666.90	249.60	725.40
W_4	19.95	21.38	30.90	68.89	76.28	108.12	5.40	4.89	6.65	120.75	171.42	558.33	288.60	464.10	799.50
รดน้ำบ่อ	11.28	13.48	15.50	38.16	48.81	46.18	4.56	3.79	3.40	114.36	93.38	82.20	105.30	113.10	101.40
ไม่รดน้ำบ่อ	14.54	12.52	13.52	34.04	61.85	83.37	4.23	3.46	4.21	49.66	99.48	247.00	58.50	78.00	62.40

หมายเหตุ : mg/kg = ppm และ cmol/kg = meq/100g

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่า Organic Matter, Base saturation, CEC, Available P และ Available K ในตารางที่ 3.10 มาประเมินกับเกณฑ์ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยวิธีการให้คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3.11 โดยการนำผลการวิเคราะห์ไปเทียบกับค่าที่ได้กำหนดไว้ว่าอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง หรือสูง และเมื่อพิจารณาร่วมกับสมบัติเคมีบางประการของดินก็จะสามารถใช้แนะนำการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยกับพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบว่าดินที่จะใช้ในการปลูกพืชนั้น มีระดับธาตุอาหารพืชต่าง ๆ อยู่มากน้อยเพียงใด และหากต้องการใส่เพิ่มลงไปในดิน ธาตุใดจำเป็นต้องเพิ่มและเพิ่มในอัตราเท่าใด เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกชนิดของปุ๋ยและอัตราปุ๋ยอย่างเหมาะสม เป็นการอนุรักษ์ดินนั้นให้คงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสามารถใช้ปลูกพืชได้อย่างเหมาะสมเป็นเวลานาน ๆ (วิเชียร ฝอยพิกุล, 2537) สำหรับการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ข้อสรุปการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดังแสดงในตารางที่ 3.12 3.13 และ 3.14

ตารางที่ 3.11 เกณฑ์ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กองสำรวจดิน, 2523)

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน	อินทรียวัตถุ (g/kg)	ความอิ่มตัวของเบสที่แลกเปลี่ยนได้ (%)	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmolc/kg)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)
ต่ำ (คะแนน)	<15 (1)	<35 (1)	<10 (1)	<10 (1)	<60 (1)
ปานกลาง (คะแนน)	15-35 (2)	35-75 (2)	10-20 (2)	10-25 (2)	60-90 (2)
สูง (คะแนน)	>35 (3)	>75 (3)	>20 (3)	>25 (3)	>90 (3)

หมายเหตุ : ผลการประเมินใช้เกณฑ์ดังนี้ เมื่อรวมคะแนนถ้าได้คะแนนรวม น้อยกว่า 7 แสดงว่าระดับอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้าคะแนนระหว่าง 8-12 แสดงว่าระดับอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และคะแนนตั้งแต่ 13 ขึ้นไปถือว่าดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง

ตารางที่ 3.12 ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนการทดลอง

พารามิเตอร์	อินทรียวัตถุ (g/kg)	ความอิ่มตัวของเบสที่แลกเปลี่ยนได้ (%)	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmolc/kg)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	คะแนน	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน
D_1	1	2	1	3	3	10	ปานกลาง
D_2	1	1	1	3	3	9	ปานกลาง
D_3	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
D_4	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
W_1	2	2	1	3	2	10	ปานกลาง
W_2	2	2	1	3	3	11	ปานกลาง
W_3	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
W_4	2	2	1	3	3	11	ปานกลาง
รดน้ำบ่อ	1	2	1	3	2	9	ปานกลาง
ไม่รดน้ำบ่อ	1	1	1	3	3	9	ปานกลาง

ตารางที่ 3.13 ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินระหว่างการทดลอง

พารามิเตอร์	อินทรียวัตถุ (g/kg)	ความอิ่มตัวของเบสที่แลกเปลี่ยนได้ (%)	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmolc/kg)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	คะแนน	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน
D_1	2	2	1	3	3	11	ปานกลาง
D_2	2	2	1	3	3	11	ปานกลาง
D_3	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
D_4	2	2	1	3	3	11	ปานกลาง
W_1	2	3	1	3	2	11	ปานกลาง
W_2	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
W_3	2	2	1	3	3	11	ปานกลาง
W_4	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
รดน้ำบ่อ	2	2	1	3	3	11	ปานกลาง
ไม่รดน้ำบ่อ	1	2	1	3	2	9	ปานกลาง

ตารางที่ 3.14 ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินหลังการทดลอง

พารามิเตอร์	อินทรียวัตถุ (g/kg)	ความอิ่มตัวของเบสที่แลกเปลี่ยนได้ (%)	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmolc/kg)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	คะแนน	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน
D_1	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
D_2	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
D_3	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
D_4	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
W_1	2	2	1	3	3	11	ปานกลาง
W_2	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
W_3	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
W_4	2	3	1	3	3	12	ปานกลาง
รดน้ำบ่อ	1	2	1	3	3	10	ปานกลาง
ไม่รดน้ำบ่อ	1	2	1	3	2	9	ปานกลาง

จากการทดลองและศึกษาลักษณะของดินที่เกิดจากการนำน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นมารดสวนปาล์มน้ำมันพบว่า ดินก่อนการทดลองมีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง สำหรับระหว่างการทดลองที่มีการรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นเป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า มีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง และดินหลังการทดลองที่มีการรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นเป็นระยะเวลา 9 เดือน พบว่า มีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน ดังนั้นการนำน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นมารดสวนปาล์มน้ำมันจึงไม่ส่งผลกระทบทำให้ดินมีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันภายในระยะเวลาที่ทำการศึกษา

3.6 ผลการศึกษาลักษณะของน้ำท่า

ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลอง 1 ครั้ง และเก็บตัวอย่างน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองเดือนละ 1 ครั้ง จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่า pH, Temperature, Conductivity, TDS, TS, SS, BOD_5, COD, TKN, NH_3-N, NO_2-N, NO_3-N, Org-N, TP และ SO_4^{2-} ผลการศึกษาคุณภาพของน้ำท่า ดังแสดงในตารางที่ 3.15

ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 7.6 แนวโน้มค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 6.7-8.7 และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำท่าหลังการทดลองมีค่า 8.7 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำท่าทั้งก่อนดำเนินการทดลองและระหว่าง และหลังดำเนินการทดลองผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งมีค่าระหว่าง 5.0-9.0

อุณหภูมิของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 28 °C แนวโน้มอุณหภูมิของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 27-28 °C และอุณหภูมิของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่า 32°C โดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน จะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 °C เมื่อพิจารณาพบว่าอุณหภูมิของน้ำท่ามีค่าไม่เกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศบริเวณใกล้เคียงด้วย เช่น อุณหภูมิของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่าสูง ซึ่งเกิดจากการเก็บตัวอย่างในช่วงบ่ายที่มีอุณหภูมิในอากาศสูง ในขณะที่การเก็บตัวอย่างน้ำท่าก่อน และระหว่างการทดลองอยู่ในช่วงสาย

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 105.9 µS/cm แนวโน้มค่าการนำไฟฟ้าของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 74.2-119.0 µS/cm ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่า 106 µS/cm ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำแสดงถึงปริมาณประจุของสารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ ซึ่งหากมีประจุของสารต่าง ๆ ละลายอยู่สูงจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูงด้วย

ค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 280 mg/L แนวโน้มค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 3-146 mg/L ค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลอง มีค่า 24 mg/L การที่ค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองและค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองของเดือน กรกฎาคม และสิงหาคม มีค่าสูง เกิดจากในช่วงก่อนดำเนินการทดลองและระหว่างการทดลองช่วงแรกมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อย ทำให้น้ำในแหล่งน้ำท่ามีปริมาณเพียงครึ่งหนึ่ง ส่งผลให้ปริมาณสารละลายในรูปของแข็งละลายมีความเข้มข้นสูงทำให้ค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้มีค่าสูง ในทางตรงกันข้ามของแข็งละลายได้ทั้งหมดของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองในช่วงเดือนหลัง ๆ มีค่าน้อยลง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมากขึ้นทำให้น้ำในแหล่งน้ำท่ามีปริมาณมากขึ้น ปริมาณสารละลายในรูปของแข็งละลายมีความเข้มข้นต่ำ ค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้มีค่าน้อยด้วย ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 90 mg/L แนวโน้มค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 4-12 mg/L ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่า 2 mg/L ค่าของแข็งแขวนลอยใช้สำหรับบอกถึงของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำมีความแปรผันโดยตรงกับค่าความขุ่นของน้ำ หากในน้ำมีของแข็งแขวนลอยอยู่มากน้ำนั้นก็จะมีความขุ่นมาก การที่ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลอง และค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองของเดือน กรกฎาคม มีค่าสูง เกิดจากตะกอนสาหร่ายที่อยู่ในน้ำมีปริมาณสูง ส่งผลให้น้ำมีลักษณะขุ่นและมองเห็นเป็นตะกอนลอยอยู่ แต่เมื่อดำเนินการทดลองไประยะหนึ่ง มีปริมาณฝนมากขึ้นทำให้น้ำในแหล่งน้ำท่ามีปริมาณมากขึ้นค่าของแข็งแขวนลอยจึงมีค่าน้อยลง ซึ่งจะเห็นได้จากมากค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลอง

ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 327 mg/L แนวโน้มค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 11-180 mg/L และค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 24 mg/L โดยของแข็งทั้งหมดมีค่าเท่ากับค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดและค่าของแข็งแขวนลอยรวมกัน ดังนั้นค่าของแข็งทั้งหมดจึงแปรผันตรงกับค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดและค่าของแข็งแขวนลอย เมื่อค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดและค่าของแข็งแขวนลอยมีค่าสูง จึงทำให้ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองและค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองของเดือน กรกฎาคม และสิงหาคม มีค่าสูงด้วย ในทางตรงกันข้าม เมื่อค่าของแข็งละลายได้ทั้งหมดและค่าของแข็งแขวนลอยมีค่าต่ำลง ทำให้ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่าต่ำกว่าค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลอง

ค่าบีโอดีของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 11 mg/L แนวโน้มค่าบีโอดีของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 1-6 mg/L และค่าบีโอดีของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.75 mg/L ค่าบีโอดีเป็นตัวบ่งบอกความสกปรกของน้ำ ซึ่งหาในน้ำมีค่าบีโอดีสูงแสดงว่าน้ำนั้นมีความสกปรกสูง จากการศึกษาพบว่าค่าบีโอดีของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าสูงทั้งนี้เกิดจากการที่มีปริมาณฝนน้อยทำให้มีสารอินทรีย์อยู่มากทำให้มีความต้องการออกซิเจนในปริมาณมากด้วย แต่เมื่อมีปริมาณฝนมากขึ้นพบว่าค่าบีโอดีมีค่าลดลง อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าบีโอดีของน้ำท่าที่ศึกษาทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม พบว่าผ่านมาตรฐาน (ไม่เกิน 20 mg/L)

ค่าซีโอดีของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 20 mg/L แนวโน้มค่าซีโอดีของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 10-56 mg/L และค่าซีโอดีของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 11 mg/L พบว่าก่อนการทดลอง และช่วงแรกของระหว่างการทดลอง ซีโอดีมีค่าสูง และช่วงหลังของระหว่างการทดลอง และหลังการทดลองซีโอดีมีค่าต่ำ ซึ่งเกิดจากปริมาณฝนที่แตกต่างกันในแต่ละช่วง กล่าวคือ ช่วงแรกมีปริมาณฝนน้อยทำให้ซีโอดีมีค่าสูง และช่วงหลังปริมาณฝนมากขึ้นทำให้ซีโอดีมีค่าต่ำลง ค่าซีโอดีเป็นตัวบ่งบอกความสกปรกของน้ำเช่นเดียวกับค่าบีโอดี แต่ซีโอดีใช้สารเคมีในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ ในขณะที่บีโอดีใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายซึ่งสารอินทรีย์บางประเภทจุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ทำให้ค่าบีโอดีมีค่าต่ำกว่าค่าซีโอดี เมื่อเปรียบเทียบค่าบีโอดีของน้ำท่าที่ศึกษาทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม พบว่าผ่านมาตรฐาน (ไม่เกิน 120 mg/L)

ค่าไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.12 mg/L แนวโน้มค่าค่าไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 0.56-3.36 mg/L และค่าค่าไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.56 mg/L ค่าไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำท่าก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม (ไม่เกิน 100 mg/L) สำหรับค่า แอมโมเนีย ไนไตรไนโตรเจน และไนเตรตไนโตรเจน รวมทั้งออแกนิกไนโตรเจนในน้ำท่าก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินพบว่า ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีค่าไม่เกินค่าที่มาตรฐานกำหนด (ไม่เกิน 0.5 mg/L) และพบว่า ค่าไนเตรตไนโตรเจนมีค่าไม่ไม่เกินค่าที่มาตรฐานกำหนด (ไม่เกิน 5.0 mg/L)

ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.20 mg/L แนวโน้มค่าค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 0.17-0.82 mg/L และค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 0.93 mg/L จากการศึกษาพบว่า มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำท่า เนื่องจากในเดือนมีนาคมมีปริมาณฝนตกสูงดังนั้นจึงเกิดการชะล้างฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นจากแปลงทดลองลงสู่แหล่งน้ำท่าทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำท่ามีปริมาณสูงขึ้น

ค่าซัลเฟตของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 22.11 mg/L แนวโน้มค่าซัลเฟตของน้ำท่าระหว่างดำเนินการทดลองอยู่ในช่วง 8.75-37.36 mg/L และค่าซัลเฟตของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่าเท่ากับ 12.26 mg/L เมื่อเปรียบเทียบค่าซัลเฟตของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลองกับค่าซัลเฟตของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลอง พบว่า ค่าซัลเฟตของน้ำท่าหลังดำเนินการทดลองมีค่าต่ำกว่าค่าซัลเฟตของน้ำท่าก่อนดำเนินการทดลอง แสดงว่าไม่มีการปนเปื้อนของซัลเฟตจากการรดด้วยน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นในแหล่งน้ำท่า

ค่าสังกะสีมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ไม่เกิน 1.0 mg/L) เนื่องจากค่าสังกะสีในน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำยางข้นที่นำมารดมีค่าน้อย ดังนั้นการปนเปื้อนสังกะสีในแหล่งน้ำท่าจึงมีค่าน้อยด้วย

ตารางที่ 3.15 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของน้ำท่า

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	หน่วย	ก่อนการทดลอง	ระหว่างการทดลอง								หลังการทดลอง
		(3/6/2553)	(3/7/2553)	(3/8/2553)	(3/9/2553)	(3/10/2553)	(3/11/2553)	(3/12/2553)	(3/1/2554)	(3/2/2554)	(3/3/2554)
pH	-	7.6	8.7	6.7	7.1	6.8	7.5	6.7	8.7	7.8	8.7
Temperature	°C	28	28	28	27	28	28	26	28	30	32
Conductivity	µS/cm	106	109	74	99	119	97	106	127	103	106
TDS	mg/L	280	116	146	3	10	15	10	15	51	24
TS	mg/L	327	139	180	11	24	62	55	65	94	72
SS	mg/L	90	12	5	10	4	2	6	2	3	2
BOD_5	mg/L	11.40	6.00	1.20	3.05	4.00	2.57	4.33	2.67	3.67	0.75
COD	mg/L	20	56	42	26	10	23	11	20	15	11
TKN	mg/L	1.12	1.12	0.84	1.12	2.24	3.36	1.12	0.56	0.56	0.56
NH_3-N	mg/L	0.28	0.42	0.28	0.24	0.21	0.28	0.24	0.21	0.28	0.28
NO_2-N	mg/L	0.007	0.003	0.003	0.002	0.001	0.006	0.006	0.009	0.004	0.004
NO_3-N	mg/L	0.008	0.001	0.011	0.01	0.012	0.014	0.024	0.007	0.003	0.079
Org-N	mg/L	0.84	0.70	0.56	0.88	2.03	3.08	0.88	0.35	0.28	0.28
TP	mg/L	0.20	0.33	0.28	0.35	0.50	0.82	0.80	0.25	0.17	0.93
SO_4^{2-}	mg/L	22.11	20.84	37.36	29.48	27.45	47.61	8.75	27.91	13.32	12.26
Zn	mg/L	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	ND*	0.01	<0.01	<0.01	<0.01

* ND = Non-Detectable = ไม่พบ

จากการจัดประเภทแหล่งน้ำตามประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าแหล่งน้ำท่าที่ทำการศึกษาจัดอยู่ในประเภทที่ 4 ซึ่งหมายถึง หมายถึง แหล่งน้ำประเภทที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรม โดยพิจารณาจากค่า pH, Temperature, BOD_5, NH_3-N, NO_3-N และ Zn

3.7 ผลการศึกษาผลผลิตปาล์มน้ำมัน

เก็บข้อมูลผลผลิตของปาล์มน้ำมันแต่ละแปลง ทำการเก็บเดือนละ 1 ครั้ง โดยการชั่งน้ำหนักทะลายปาล์มด้วยเครื่องชั่ง จากนั้นบันทึกจำนวนทะลายปาล์มน้ำมัน และน้ำหนักของปาล์มน้ำมันแต่ละทะลาย นำข้อมูลที่ได้แต่ละแปลงมาเปรียบเทียบกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.16

ผลการศึกษาพบว่าการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันแปลงที่รดด้วยน้ำทิ้งมีปริมาณมากกว่าแปลงที่ไม่รดน้ำ และเมื่อพิจารณาแปลงที่รดด้วยน้ำทิ้งทุกวันที่ Hydraulic Loading 3, 2, 1 และ 0.5 cm/wk (D_1, D_2, D_3 และD_4 ตามลำดับ) พบว่าการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันของแปลงที่รดด้วย Hydraulic Loading 2 cm/wk ให้ผลผลิตสูงสุดและเมื่อพิจารณาแปลงที่รดด้วยน้ำทิ้งสัปดาห์ละครั้ง ที่ Hydraulic Loading 3, 2, 1 และ 0.5 cm/wk (W_1, W_2, W_3 และ W_4 ตามลำดับ) พบว่าการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันของแปลงที่รดด้วย Hydraulic Loading 2 cm/wk ให้ผลผลิตสูงสุดเช่นกัน และเมื่อพิจารณาแปลง D2 และ W2 พบว่าการให้ผลผลิตของแปลง D2 มีค่าสูงกว่าแปลง W2 การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่รดด้วยน้ำทิ้งในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา มีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 88.0 – 175.1 kg/ไร่/เดือน อย่างไรก็ตามการให้ผลผลิตที่เหมาะสมของปาล์มน้ำมันจะอยู่ในช่วง 184-750 kg/ไร่/เดือน ซึ่งเมื่อพิจารณาพบว่า ผลผลิตที่ได้จากการทดลองมีค่าไม่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากปาล์มน้ำมันที่ทำการทดลองมีอายุมากทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลง โดยการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันจะลดลงตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไป (ชัยรัตน์ นิลนนท์ และธีระพงศ์ จันทรนิยม, 2551)

ตารางที่ 3.16 ข้อมูลผลผลิตปาล์มน้ำมัน

แปลง	เก็บครั้งที่ 1	เก็บครั้งที่ 2	เก็บครั้งที่ 3	เก็บครั้งที่ 4	เก็บครั้งที่ 5	เก็บครั้งที่ 6	เก็บครั้งที่ 7	เก็บครั้งที่ 8	เก็บครั้งที่ 9	น้ำหนักเฉลี่ย (kg/ไร่/เดือน)
D_1	537.8	*	114.2	58.3	15.8	37.7	112.8	41.6	360.3	105.8
D_2	795.2	*	250.8	102.2	218.5	107.2	36.8	46.8	463.3	175.1
D_3	728.5	*	217.6	30.2	0.0	49.6	21.3	33.1	439.4	113.0
D_4	693.7	*	39.1	35.3	0.0	36.8	23.3	23.3	282.3	62.9
W_1	651.4	*	39.4	8.4	0.0	0.0	113.7	31.3	480.4	96.2
W_2	573.3	*	404.4	58.4	0.0	21.5	40.4	65.0	424.6	144.9
W_3	581.7	*	93.7	56.3	0.0	0.0	39.1	75.3	354.6	88.4
W_4	748.2	*	94.3	32.8	33.1	52.7	90.3	30.4	282.6	88.0
ไม่รดน้ำทิ้ง	*	*	45.9	14.9	0.0	68.4	36.9	24.0	202.8	56.1

หมายเหตุ : น้ำหนักเฉลี่ยพิจารณาในช่วงที่มีการรดด้วยน้ำทิ้ง

* ไม่ได้ทำการเก็บข้อมูล