บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำ

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองมี 4 ความเข้มข้น คือ น้ำเสียชุมชนปกติ (NW) และน้ำเสียที่ปรับความเข้มข้นให้มีไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 2, 5 และ 10 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ (2NW, 5NW และ 10NW)

4.1.1 คุณภาพน้ำเสียชุมชน

น้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ ผ1 ถึง ตารางที่ ผ3 น้ำเสียชุมชนปกติ (NW) สูบมาจากบริเวณแปลงหญ้ากรองน้ำเสีย ภายในพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งรับน้ำเสียโดยตรงจากท่อส่งน้ำจากคลองยาง มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 7.27-7.61 ปริมาณออกซิเจนละลาย 0.00 mg/l ค่าเฉลี่ยบีโอดีอยู่ในช่วง 19.37-24.05 mg/l ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 18.418-26.196 mg/l ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียอยู่ในช่วง 9.793-16.364 mg/l ค่าเฉลี่ยไนเตรทอยู่ในช่วง 0.153-0.212 mg/l ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 5.772-6.662 mg/l และค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟตอยู่ในช่วง 4.928-6.125 mg/l ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Boonsong และคณะ (2002) ที่ทำการศึกษาน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี และพื้นที่ใกล้เคียง ที่เข้าสู่พื้นที่โครงการฯ พบว่ามีค่าไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมด 20 และ 4 mg/l ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเสียชุมชนปกติ (NW) ก่อนเข้าสู่ชุดทดลองในการทดลองครั้งนี้กับน้ำเสียชุมชนทั่วไปซึ่งมีค่าบีโอดีประมาณ 110-440 mg/l (เกรียงศักดิ์ อุดมศิลป์โรจน์, 2539) ไนโตรเจนทั้งหมดประมาณ 20-70 mg/l และฟอสฟอรัสทั้งหมดประมาณ 6-10 mg/l (Gray และคณะ, 2000) พบว่า น้ำเสียชุมชนปกติ (NW) มีค่าบีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำกว่าน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไป ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากน้ำเสียชุมชนปกติ (NW) ที่ใช้ในการทดลองได้ผ่านการบำบัดในบ่อรวมน้ำเสียและผ่านท่อส่งจากสถานีสูบน้ำเป็นระยะทาง 18.5 กิโลเมตร สู่พื้นที่โครงการทำให้น้ำที่เข้าสู่ชุดทดลองมีคุณภาพค่อนข้างดี

น้ำเสียที่ปรับความเข้มข้นไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 2, 5 และ 10 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ (2NW, 5NW และ 10NW) ใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากบ่อผึ่งที่ 1 ภายในโครงการฯ มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 7.65-8.32 ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในช่วง 3.31-5.39 mg/l มีค่าเฉลี่ยบีโอดีอยู่ในช่วง 50.63-63.72, 80.13-104.97 และ 104.97-123.30 mg/l ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 42.902-48.22 2, 101.640-107.520 และ 209.378-218.896 mg/l ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียอยู่ในช่วง 8.866-10.419, 15.179-25.528 และ 30.846-49.174 mg/l ค่าเฉลี่ยไนเตรทอยู่ในช่วง 0.153-0.212, 0.704-0.905, 0.668-0.882 และ 0.782-0.946 mg/l ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 6.749-9.813, 18.173-20.655 และ 41.126-46.888 mg/l ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟตอยู่ในช่วง 6.156-9.013, 16.761-17.922 และ 38.207-39.645 mg/l ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าสูงขึ้นโดยแปรตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย โดยมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดไว้

น้ำทะเลมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.79-8.32 ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในช่วง 3.18-4.19 mg/l ค่าเฉลี่ยบีโอดีอยู่ในช่วง 3.91-20.73 mg/l ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.236-5.880 mg/l ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.236-0.333 mg/l ค่าเฉลี่ยไนเตรทอยู่ในช่วง 0.049-0.053 mg/l ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.393-1.031 mg/l และค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.375-0.746 mg/l จากผลการศึกษาพบว่าน้ำทะเลมีปริมาณบีโอดีและธาตุอาหารค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำทะเลที่ใช้ในการทดลองมาจากคลองด้านข้างติดกับสถานีประมงน้ำกร่อยชายฝั่ง จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งห่างจากชายฝั่งประมาณ 2 กิโลเมตร ทำให้เกิดการปนเปื้อนจากน้ำเสียชุมชนจากครัวเรือนในบริเวณใกล้เคียง

4.1.2 คุณภาพน้ำเสียชุมชนหลังผ่านการบำบัด

1) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลองมีค่าค่อนข้างผันแปรโดยที่น้ำเสีย NW จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นกลางถึงเป็นด่างเล็กน้อย โดยมีค่าผันแปรระหว่าง 7.27-7.61 ซึ่งสอดคล้องกับที่ อภิชัย เชียร์ศิริกุล (2533) กล่าวไว้ว่า น้ำเสียชุมชนโดยทั่วไปจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างปานกลาง สำหรับน้ำเสีย 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 8.01-8.30, 8.01-8.24 และ 7.65-8.11 ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าน้ำเสียดังกล่าว มีลักษณะเป็นด่างเล็กน้อยถึงด่างปานกลาง อาจเนื่องมาจากการที่ทำการปรับเพิ่มระดับความเข้มข้นของน้ำเสียชุมชนให้มีความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดเป็น 2, 5 และ 10 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ โดยใช้ยูเรีย (NH_2CONH_2) เมื่อยูเรียละลายน้ำจะเกิดการเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนีย (NH_3) และแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) โดยจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (OH^-) เป็นผลพลอยได้ของปฏิกิริยาดังสมการ (Mistsch และ Gosselink, 2000) ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น

$$NH_2CONH_2 + H_2O \longrightarrow 2\,NH_3 + CO_2$$
$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

น้ำเสีย 10NW ที่เข้าสู่ชุดทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าน้ำเสีย 2NW และ 5NW เพราะนอกจากการปรับความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดด้วยยูเรียแล้ว ยังมีการปรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยใช้โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) เมื่อสารดังกล่าวละลายน้ำจะได้อนุมูลอิสระของไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ทำให้น้ำเสียมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำลง ดังสมการ

$$KH_2PO_4 \longrightarrow H_2PO_4^- + K^+$$
$$H_2PO_4^- + H_2O \longrightarrow HPO_4^{2-} + H^+$$
$$HPO_4^{2-} \longrightarrow PO_4^{2} + H_3O^+$$

สำหรับผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียที่ออกจากชุดทดลองแต่ละชุด (ตาราง 4.1 ถึง ตารางที่ 4.3) พบว่าน้ำที่ออกจากชุดทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้นในทุกชุดทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อให้น้ำเสียที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงเข้าสู่ชุดทดลองทำให้แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายเจริญเติบโตได้ดี จึงมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูง และมีผลให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเกิดการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ทำให้สมดุลของคาร์บอเนตเปลี่ยนไปทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำสูงขึ้น

ตารางที่ 4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก				
			โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	7.24±0.03	8.10	8.10	8.10	8.20	8.50
	2NW	7.91±0.05	8.30	7.70	8.10	8.40	8.80
	5NW	8.01±0.01	8.20	7.50	8.80	8.20	8.40
	10NW	7.60±0.13	8.20	8.00	8.10	8.30	8.20
	SW	7.90±0.06	7.90	7.80	8.00	8.30	8.20
2	NW	7.22±0.07	8.38	7.74	8.04	8.28	8.40
	2NW	7.96±0.15	7.75	8.07	7.92	8.07	8.69
	5NW	7.94±0.14	8.13	7.44	8.01	8.10	8.39
	10NW	7.58±0.06	7.97	8.21	8.22	8.22	8.34
	SW	7.72±0.37	7.88	7.72	7.88	8.18	8.14
3	NW	7.35±0.01	8.52	8.57	8.78	8.89	8.91
	2NW	8.17±0.07	8.33	8.00	8.15	8.12	8.83
	5NW	8.08±0.15	8.17	7.62	8.00	8.14	8.54
	10NW	7.77±0.11	8.18	8.08	8.12	8.31	8.44
	SW	7.75±0.03	8.04	7.88	8.12	8.28	8.40
เฉลี่ย	NW	^{d}7.27±0.07	^{a}8.33±0.21	^{a}8.14±0.42	^{a}8.31±0.41	^{a}8.46±0.38	^{ab}8.60±0.27
	2NW	^{a}8.01±0.15	^{ab}8.13±0.33^{b}	^{ab}7.92±0.20^{b}	^{a}8.06±0.12^{b}	^{a}8.20±0.18^{b}	^{a}8.77±0.07^{a}
	5NW	^{a}8.01±0.12	^{ab}8.16±0.08^{a}	^{b}7.52±0.09^{b}	^{a}8.27±0.46^{a}	^{a}8.15±0.05^{a}	^{bc}8.44±0.08^{a}
	10NW	^{c}7.65±0.13	^{ab}8.12±0.13^{bc}	^{a}8.10±0.11^{bc}	^{a}8.06±0.09^{c}	^{a}8.28±0.05^{ab}	^{bc}8.33±0.12^{a}
	SW	^{b}7.79±0.20	^{b}7.94±0.09^{bc}	^{b}7.80±0.08^{c}	^{a}8.00±0.12^{b}	^{a}8.25±0.06^{a}	^{c}8.25±0.14^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก				
			โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	7.62±0.02	8.25	8.00	8.10	7.85	8.40
	2NW	8.30±0.10	7.84	7.92	8.05	8.47	8.73
	5NW	7.99±0.07	8.14	7.62	8.25	8.14	8.51
	10NW	7.75±0.05	8.24	7.86	7.93	8.25	8.35
	SW	8.37±0.00	7.85	7.70	7.87	8.22	8.17
2	NW	7.62±0.02	8.15	7.85	8.05	7.70	8.37
	2NW	8.30±0.06	7.87	7.85	7.92	8.64	8.80
	5NW	8.72±1.09	8.09	7.58	8.17	8.12	8.44
	10NW	7.74±0.07	8.30	7.76	7.90	8.22	8.44
	SW	8.31±0.06	7.79	7.68	7.88	8.17	8.14
3	NW	7.58±0.04	8.50	8.77	8.77	8.71	8.82
	2NW	8.29±0.07	8.50	7.91	8.20	8.36	9.03
	5NW	8.02±0.04	8.30	7.55	8.21	8.28	8.28
	10NW	7.72±0.07	8.29	8.10	8.37	8.39	8.62
	SW	8.26±0.05	8.05	7.93	8.17	8.17	8.41
เฉลี่ย	NW	^{b}7.61±0.03	8.30±0.18	8.21±0.49	8.31±0.40	8.09±0.55	^{b}8.53±0.25
	2NW	^{a}8.30±0.07	8.07±0.37^{b}	7.89±0.04^{b}	8.06±0.14^{b}	8.49±0.14^{a}	^{a}8.85±0.16^{a}
	5NW	^{a}8.24±0.66	8.18±0.11^{b}	7.58±0.04^{c}	8.21±0.04^{b}	8.18±0.09^{b}	^{b}8.41±0.12^{a}
	10NW	^{b}7.74±0.06	8.28±0.03^{ab}	7.91±0.17^{c}	8.07±0.26^{bc}	8.29±0.09^{ab}	^{b}8.47±0.14^{a}
	SW	^{a}8.32±0.06	7.90±0.14^{c}	7.77±0.14^{c}	7.97±0.17^{bc}	8.19±0.03^{ab}	^{b}8.24±0.15^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก				
			โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	7.43±0.04	8.64	8.35	8.62	8.68	9.00
	2NW	8.33±0.01	8.70	8.13	8.46	8.45	9.16
	5NW	8.14±0.04	8.53	8.10	8.39	8.46	8.58
	10NW	8.11±0.07	8.37	8.46	8.52	8.59	8.55
	SW	7.92±0.03	8.17	8.16	8.38	8.30	8.46
2	NW	7.32±0.01	8.50	8.15	8.33	8.30	9.12
	2NW	8.14±0.07	8.76	7.96	8.32	8.60	9.21
	5NW	7.89±0.05	8.61	7.84	8.38	8.54	8.69
	10NW	8.14±0.14	8.55	8.42	8.52	8.52	8.64
	SW	7.97±0.04	8.20	8.18	8.27	8.32	8.50
3	NW	7.43±0.04	8.30	8.02	8.20	8.24	9.00
	2NW	8.32±0.04	8.59	7.99	8.31	8.42	9.46
	5NW	8.14±0.07	8.68	7.74	8.52	8.50	8.74
	10NW	8.09±0.06	8.45	8.30	8.71	8.71	8.70
	SW	7.92±0.03	8.13	8.21	8.33	8.16	8.55
เฉลี่ย	NW	^{d}7.39±0.06	^{b}8.48±0.17^{b}	^{ab}8.17±0.17^{b}	^{ab}8.38±0.22^{b}	^{a}8.41±0.24^{b}	^{b}9.04±0.07^{a}
	2NW	^{a}8.26±0.10	^{a}8.68±0.09^{b}	^{bc}8.03±0.09^{d}	^{ab}8.36±0.08^{b}	^{a}8.49±0.10^{bc}	^{a}9.28±0.16^{a}
	5NW	^{b}8.06±0.13	^{ab}8.61±0.08^{ab}	^{c}7.89±0.19^{c}	^{ab}8.43±0.08^{b}	^{a}8.50±0.04^{ab}	^{c}8.67±0.08^{a}
	10NW	^{b}8.11±0.09	^{b}8.46±0.09^{a}	^{a}8.39±0.08^{ab}	^{a}8.58±0.11^{a}	^{a}8.61±0.10^{a}	^{c}8.63±0.08^{a}
	SW	^{c}7.94±0.03	^{c}8.17±0.04^{c}	^{ab}8.18±0.03^{c}	^{b}8.33±0.06^{b}	^{a}8.26±0.09^{bc}	^{c}8.50±0.05^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ความเค็ม (Salinity)

ความเค็มเฉลี่ยของน้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลองมีค่าค่อนข้างต่ำคืออยู่ในช่วง 0.47-0.57 psu และน้ำทะเลมีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 30.52-31.88 psu ส่วนน้ำที่ออกจากชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียเมื่อระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีค่าความเค็มเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.57-19.47 psu ในขณะที่ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วันมีค่าความเค็มเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.83-14.93 และ 3.63-9.93 psu ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4 ถึงตารางที่ 4.6) ซึ่งจะเห็นว่าความเค็มของน้ำที่ออกจากชุดทดลองส่วนใหญ่มีค่าสูงขึ้นกว่าน้ำเข้ามาก ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเติมน้ำเสียที่มีความเค็มต่ำจะทำให้เกลือในดินละลายออกมา โดยน้ำจะชะเกลือจากดินชั้นบนลงสู่ดินชั้นล่าง และออกจากชุดทดลองในรูปเกลือที่ละลายน้ำ นอกจากนี้อาจเกิดจากการระเหยของน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Sanyanayuth และคณะ (1996) ที่กล่าวไว้ว่า ความแตกต่างของค่าความเค็มระหว่างน้ำที่เข้าและออกจากระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเกิดจากการระเหยของน้ำ และเมื่อระยะเวลากักเก็บนานขึ้นการระเหยของน้ำก็จะสูงขึ้น รวมทั้งความเค็มของน้ำที่ออกจากชุดทดลองก็จะมีค่าสูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.4 ความเค็มของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (psu)				
		(psu)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.40±0.00	17.30	13.10	16.90	15.60	19.00
	2NW	0.50±0.00	9.70	12.30	14.30	18.10	17.10
	5NW	0.50±0.00	10.70	20.50	22.30	16.30	19.30
	10NW	0.50±0.00	13.10	12.20	12.30	14.90	14.90
	SW	30.97±1.15	42.60	45.60	42.70	44.00	41.60
2	NW	0.40±0.00	15.30	13.20	15.40	8.60	16.00
	2NW	0.50±0.00	13.40	9.60	9.00	15.20	14.30
	5NW	0.50±0.00	8.10	18.70	11.80	12.60	13.50
	10NW	0.50±0.00	8.20	10.40	10.40	9.80	13.40
	SW	30.73±0.72	30.20	35.80	35.90	36.80	31.80
3	NW	0.60±0.00	13.10	10.00	14.60	14.60	15.00
	2NW	0.50±0.00	11.20	8.50	10.80	15.40	11.20
	5NW	0.50±0.00	9.90	19.20	11.20	13.30	12.20
	10NW	0.50±0.00	11.60	7.60	10.30	9.80	11.80
	SW	29.87±2.06	32.80	33.00	32.20	29.70	30.00
เฉลี่ย	NW	^{b}0.47±0.10	^{b}15.23±2.10	^{c}12.10±1.82	^{b}15.63±1.17	^{b}13.67±3.18	^{b}16.87±2.01
	2NW	^{b}0.50±0.00	^{b}10.40±2.72^{b}	^{c}10.13±1.96^{b}	^{b}11.37±2.70^{b}	^{b}16.23±1.62^{a}	^{b}14.20±2.95^{ab}
	5NW	^{b}0.50±0.00	^{b}9.57±1.33	^{b}19.47±0.93	^{b}15.10±6.25	^{b}14.07±1.97	^{b}15.00±3.78
	10NW	^{b}0.50±0.00	^{b}10.97±2.51	^{c}10.07±2.32	^{b}11.00±1.12	^{b}11.50±2.94	^{b}13.37±1.55
	SW	^{a}30.52±1.33	^{a}35.20±6.54	^{a}38.13±6.62	^{a}36.93±5.33	^{a}36.83±7.15	^{a}34.47±6.24

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.5 ความเค็มของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (psu)				
		(psu)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.53±0.06	9.50	7.30	11.30	8.70	11.70
	2NW	0.50±0.00	6.50	9.90	9.00	12.40	9.30
	5NW	0.50±0.00	5.20	15.90	18.99	8.80	9.40
	10NW	0.50±0.00	6.90	9.00	7.30	7.70	8.10
	SW	31.67±1.05	30.20	29.40	28.10	29.70	34.10
2	NW	0.60±0.00	9.20	9.50	9.80	5.80	11.40
	2NW	0.50±0.00	5.60	8.30	10.00	11.00	8.50
	5NW	0.50±0.00	5.20	15.90	9.20	9.10	10.10
	10NW	0.60±0.00	10.50	5.70	6.10	6.90	6.30
	SW	30.97±1.05	30.20	29.40	30.10	30.10	30.60
3	NW	0.40±0.00	6.60	6.40	9.20	5.60	10.80
	2NW	0.50±0.00	4.20	7.10	6.20	10.80	6.90
	5NW	0.57±0.12	4.10	13.00	7.60	7.40	8.60
	10NW	0.60±0.00	8.10	5.60	5.20	5.30	6.20
	SW	31.63±1.60	31.00	32.00	31.80	31.10	31.40
เฉลี่ย	NW	^{b}0.51±0.09	^{b}8.43±1.59^{bc}	^{c}7.73±1.59^{bc}	^{b}10.10±1.08^{ab}	^{c}6.70±1.73^{c}	^{b}11.30±0.46^{a}
	2NW	^{b}0.50±0.00	^{c}5.43±1.16^{c}	^{c}8.43±1.40^{b}	^{b}8.40±1.97^{b}	^{b}11.40±0.87^{b}	^{cd}8.23±1.22^{b}
	5NW	^{b}0.52±0.07	^{c}4.83±0.64^{c}	^{b}14.93±1.67^{a}	^{b}11.93±6.17^{ab}	^{c}8.43±0.91^{bc}	^{bc}9.37±0.75^{bc}
	10NW	^{b}0.57±0.05	^{b}8.50±1.83	^{c}6.77±1.93	^{b}6.20±1.05	^{c}6.63±1.22	^{d}6.87±1.07
	SW	^{a}31.42±1.02	^{a}30.47±0.46	^{a}30.27±1.50	^{a}30.00±1.85	^{a}30.30±0.72	^{a}32.03±1.83

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.6 ความเค็มของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (psu)				
		(psu)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.50±0.00	5.40	5.20	7.40	4.90	7.70
	2NW	0.50±0.00	3.10	3.60	6.00	9.00	4.30
	5NW	0.50±0.00	3.40	8.50	6.90	6.50	7.40
	10NW	0.50±0.00	5.50	4.90	4.80	6.30	3.80
	SW	32.00±1.39	15.60	14.50	14.50	15.80	27.60
2	NW	0.50±0.00	7.70	6.00	9.50	5.70	8.40
	2NW	0.50±0.00	3.20	3.60	7.50	9.20	4.60
	5NW	0.50±0.00	4.70	7.50	6.50	6.90	7.70
	10NW	0.53±0.06	11.10	3.90	4.90	4.40	4.00
	SW	31.63±0.35	12.40	9.20	28.20	12.50	17.10
3	NW	0.50±0.00	6.70	7.10	11.50	6.70	10.20
	2NW	0.50±0.00	7.60	4.90	7.80	11.10	5.00
	5NW	0.50±0.00	5.10	10.00	9.30	8.00	8.50
	10NW	0.50±0.00	13.20	5.00	6.20	5.00	4.70
	SW	32.00±1.39	15.00	14.50	13.90	15.60	27.40
เฉลี่ย	NW	^{b}0.50±0.00	^{bc}6.60±1.15^{bc}	^{bc}6.10±0.95^{c}	^{b}9.47±2.05^{a}	^{c}5.77±0.90^{c}	^{b}8.77±1.29^{ab}
	2NW	^{b}0.50±0.00	^{c}3.63±0.84^{c}	^{c}4.03±0.75^{c}	^{b}7.10±0.96^{b}	^{b}8.67±0.76^{a}	^{b}4.63±0.35^{c}
	5NW	^{b}0.50±0.00	^{c}4.40±0.89^{b}	^{b}8.67±1.26^{a}	^{b}7.57±1.51^{a}	^{bc}7.13±0.78^{a}	^{b}7.87±0.57^{a}
	10NW	^{b}0.51±0.03	^{b}9.93±3.98^{a}	^{c}4.60±0.61^{b}	^{b}5.30±0.78^{b}	^{c}5.23±0.97^{b}	^{b}4.17±0.47^{b}
	SW	^{a}31.88±1.01	^{a}14.33±1.70^{b}	^{a}12.73±3.06^{b}	^{a}18.87±8.09^{ab}	^{a}14.63±1.85^{b}	^{a}34.03±11.32^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

ค่าการนำไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถของน้ำในการเป็นสื่อกระแสไฟฟ้า ตัวการที่เป็นสื่อนำกระแสไฟฟ้าในน้ำ คือ ไอออน (ion) ของสารประกอบอนินทรีย์ต่างๆ เช่น กรดอนินทรีย์ด่าง และเกลือ สารเหล่านี้เมื่ออยู่ในน้ำจะแตกตัวให้ไอออนได้ ดังนั้นการนำไฟฟ้าจึงขึ้นอยู่กับปริมาณสารประกอบอนินทรีย์ ได้แก่ คาร์บอเนต ซัลเฟต ออร์โธฟอสเฟต และไนเตรท เป็นต้น (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544)

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลองมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย เนื่องจากในการปรับความเข้มข้นของน้ำเสียใช้ยูเรียและโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตในปริมาณมาก จึงทำให้มีการแตกตัวเป็นประจุ และมีสมบัติสื่อนำไฟฟ้า และพบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียที่ออกจากชุดทดลองในแต่ละชุดทดลองมีค่าผันแปรสูง ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำเสียที่ออกจากชุดทดลองที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 7, 5 และ 3 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 17.93-30.58, 9.23-26.65 และ 7.15-18.36 mS/cm ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7 ถึง ตารางที่ 4.9) ทั้งนี้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเค็มของน้ำ เพราะน้ำที่มีความเค็มสูง เกลือจะแตกตัวให้ประจุจำนวนมาก (ไมตรี ดวงสวัสดิ์, 2528) นอกจากนี้ค่าการนำไฟฟ้ายังขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิของน้ำ ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมการแตกตัวของสารประกอบ (ปิยวรรณ สายมโนพันธุ์, 2543)

ตารางที่ 4.7 การนำไฟฟ้าของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (mS/cm)				
		(mS/cm)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.99±0.00	30.81	24.06	30.62	28.53	34.35
	2NW	1.05±0.01	18.34	22.75	26.73	32.55	31.36
	5NW	1.06±0.04	20.15	36.68	39.18	29.75	35.50
	10NW	1.08±0.01	23.82	22.25	22.99	27.79	28.33
	SW	52.03±0.02	71.60	76.40	72.80	74.50	68.00
2	NW	0.99±0.00	27.26	24.85	28.68	15.90	30.63
	2NW	1.05±0.01	24.28	18.15	17.09	27.15	26.02
	5NW	1.06±0.05	15.40	32.50	21.85	22.88	24.99
	10NW	1.12±0.02	15.44	19.75	19.41	18.51	25.48
	SW	52.33±0.02	51.90	60.00	60.70	64.00	52.50
3	NW	1.44±0.03	23.25	18.49	25.14	18.34	26.76
	2NW	1.07±0.01	15.23	15.99	19.92	27.38	20.84
	5NW	1.01±0.03	18.32	33.58	20.40	24.10	22.55
	10NW	1.13±0.01	21.00	14.24	18.89	18.19	21.76
	SW	51.85±0.02	55.20	54.00	54.00	50.40	55.10
เฉลี่ย	NW	^{b}1.14±0.22	^{b}27.11±3.75	^{c}22.34±3.34	^{b}28.15±2.78	^{b}20.92±6.70	^{b}30.58±3.80
	2NW	^{b}1.01±0.15	^{b}19.28±4.60	^{c}18.96±3.45	^{b}21.25±4.96	^{b}29.03±3.05	^{b}26.07±5.26
	5NW	^{b}1.01±0.38	^{b}17.96±2.40	^{b}34.25±2.17	^{b}27.14±10.45	^{b}25.58±3.67	^{b}27.68±6.88
	10NW	^{b}1.11±0.28	^{b}20.09±4.26	^{c}18.74±4.11	^{b}20.43±2.23	^{b}21.50±5.45	^{b}25.19±3.29
	SW	^{a}52.07±1.82	^{a}59.53±10.57^{a}	^{a}63.47±11.60	^{a}62.50±9.53	^{a}62.97±12.08	^{a}58.53±8.30

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.8 การนำไฟฟ้าของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (mS/cm)				
		(mS/cm)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	1.21±0.03	17.70	13.95	20.60	16.23	21.26
	2NW	1.11±0.01	12.38	18.17	16.92	22.39	17.70
	5NW	1.14±0.01	10.02	28.53	10.40	16.52	17.84
	10NW	1.15±0.01	13.05	16.58	13.79	14.77	15.76
	SW	52.57±0.49	52.20	50.30	52.00	52.50	57.20
2	NW	1.30±0.04	17.05	17.49	17.74	10.99	20.57
	2NW	1.22±0.03	10.62	15.31	18.69	19.89	15.81
	5NW	0.12±0.04	9.88	28.20	17.06	17.04	18.88
	10NW	1.29±0.04	19.42	10.92	11.64	12.36	12.29
	SW	53.13±0.15	52.20	50.50	52.00	51.90	53.30
3	NW	0.99±0.00	12.13	11.78	16.55	10.31	19.13
	2NW	1.15±0.01	7.97	13.07	11.53	19.17	12.70
	5NW	1.29±0.19	7.80	23.22	13.84	13.63	15.92
	10NW	1.22±0.07	14.77	10.48	9.70	10.08	11.66
	SW	50.43±2.40	52.40	55.36	54.10	52.50	53.30
เฉลี่ย	NW	^{b}1.17±0.14	^{b}15.63±3.05	^{c}14.41±2.88	^{b}16.22±5.31	^{c}12.51±3.24	^{b}20.32±1.09
	2NW	^{b}1.16±0.49	^{c}10.32±2.22^{b}	^{c}15.52±2.56^{a}	^{b}15.71±3.73^{a}	^{b}20.48±1.69^{a}	^{bc}15.40±2.52^{a}
	5NW	^{b}1.22±0.20	^{c}9.23±1.24^{c}	^{b}26.65±2.98^{a}	^{b}13.77±3.33^{b}	^{c}15.73±1.84^{b}	^{b}17.55±1.50^{b}
	10NW	^{b}1.22±0.73	^{b}15.75±3.30	^{c}12.666±3.40	^{b}11.71±2.05	^{c}12.40±2.35	^{c}13.24±2.21
	SW	^{a}52.04±1.71	^{a}52.27±0.12	^{a}52.05±2.87	^{a}52.70±1.21	^{a}52.30±0.35	^{a}54.60±2.25

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.9 การนำไฟฟ้าของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (mS/cm)				
		(mS/cm)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	1.19±0.01	10.13	10.00	13.76	9.31	14.93
	2NW	1.06±0.01	6.06	6.98	11.42	16.50	8.45
	5NW	1.07±0.01	6.74	15.87	12.83	12.27	14.09
	10NW	1.15±0.00	10.38	9.28	9.15	12.05	7.82
	SW	52.27±1.96	27.05	26.28	26.10	28.30	16.92
2	NW	1.11±0.01	10.85	11.20	17.71	10.92	16.01
	2NW	1.10±0.01	6.36	7.02	14.27	17.42	9.17
	5NW	1.11±0.02	9.28	14.85	12.27	14.00	14.95
	10NW	1.20±0.02	20.70	7.70	9.30	9.00	8.33
	SW	51.83±0.31	23.77	18.48	15.80	24.00	27.90
3	NW	1.18±0.01	11.85	13.41	20.70	12.57	18.66
	2NW	1.16±0.01	9.02	9.46	14.74	20.37	9.76
	5NW	1.17±0.01	9.86	18.49	17.35	15.16	16.23
	10NW	1.16±0.02	24.00	9.71	11.77	9.87	9.52
	SW	52.27±1.96	26.75	26.32	24.80	27.90	45.90
เฉลี่ย	NW	^{b}1.16±36.07	^{c}10.94±0.86^{b}	^{c}11.54±1.73^{b}	^{ab}17.39±3.48^{a}	^{d}10.95±1.63^{b}	^{b}16.53±1.92^{a}
	2NW	^{b}1.10±43.97	^{c}7.15±1.63^{c}	^{c}7.82±1.42^{c}	^{bc}13.48±1.80^{b}	^{b}18.10±2.02^{a}	^{b}9.13±0.66^{c}
	5NW	^{b}1.11±43.53	^{c}8.63±1.66^{b}	^{b}16.40±1.88^{a}	^{bc}14.15±2.79^{a}	^{cd}13.81±1.45^{a}	^{b}15.09±1.08^{a}
	10NW	^{b}1.17±25.88	^{b}18.36±7.11^{a}	^{c}8.90±1.06^{b}	^{c}10.07±1.47^{b}	^{d}10.31±1.57^{b}	^{b}8.56±0.07^{b}
	SW	^{a}52.12±1.41	^{a}25.86±1.81^{ab}	^{a}23.69±4.51^{b}	^{a}22.23±5.61^{b}	^{a}26.73±2.38^{a}	^{a}40.24±10.70^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4) อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเสียที่เข้าชุดทดลองแต่ละครั้งมีความผันแปรสูงขึ้นกับสภาพอากาศของในแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง โดยอุณหภูมิของน้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW ที่เข้าสู่ชุดทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 29.94-30.88, 28.77-30.03, 28.86-30.17 และ 28.68-30.04 องศาเซลเซียส ในขณะที่น้ำเสียที่ออกจากชุดทดลองมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27.97-29.70, 28.37-29.93, 28.57-30.13 และ 28.30-31.60 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.10 ถึง ตารางที่ 4.12)

อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการละลายของออกซิเจนในน้ำ โดยที่เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นอัตราการละลายของออกซิเจนในน้ำจะลดต่ำลง นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อการบำบัดไนโตรเจนในพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) คือ 30-40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิดกระบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น คือ 40-60 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส อัตราการเกิดปฏิกิริยาแอมโมนิฟิเคชั่นจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (Vymazal, 1995 อ้างถึงใน ศุวศา กานตวนิชกูร, 2544) ซึ่งอุณหภูมิของน้ำในระบบค่อนข้างสูงจึงคาดว่ากระบวนการบำบัดไนโตรเจนในชุดทดลองสามารถเกิดขึ้นได้ดี

ตารางที่ 4.10 อุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (°C)				
		(°C)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	29.83±0.12	28.00	29.40	29.10	29.10	29.20
	2NW	29.73±0.12	28.90	29.00	29.60	29.10	30.10
	5NW	29.57±0.12	30.70	29.80	28.60	29.40	30.10
	10NW	29.57±0.06	28.70	28.40	28.90	30.00	31.00
	SW	29.83±0.01	31.00	31.00	30.10	30.30	30.20
2	NW	30.40±0.10	28.70	28.90	28.20	28.40	28.40
	2NW	29.63±0.12	28.30	28.50	29.60	28.70	29.00
	5NW	29.67±0.29	28.90	29.30	29.20	29.40	29.90
	10NW	29.60±0.26	29.50	29.00	28.80	29.60	30.50
	SW	29.97±0.31	31.60	32.00	31.70	31.30	32.50
3	NW	32.40±0.17	27.20	27.90	27.10	27.90	27.40
	2NW	30.73±0.12	27.90	27.60	27.70	28.60	27.50
	5NW	30.57±0.23	28.60	27.50	27.90	28.60	27.50
	10NW	30.67±0.12	27.30	27.60	28.10	28.60	27.30
	SW	32.27±0.57	27.90	27.80	28.60	28.30	28.10
เฉลี่ย	NW	^{a}30.88±1.17	^{b}28.93±0.51	29.63±0.75	29.70±0.78	29.53±0.95	29.67±0.64
	2NW	^{ab}30.03±0.54	^{ab}29.67±0.40	29.80±0.61	29.93±0.67	29.83±0.49	30.30±0.56
	5NW	^{b}29.93±0.51	^{ab}29.90±0.80	30.10±0.70	29.80±0.66	29.83±0.84	30.87±1.01
	10NW	^{b}29.94±0.56	^{b}29.27±0.59	29.23±0.31	29.83±0.75	30.27±1.15	31.60±1.32
	SW	^{ab}30.69±1.23	^{a}31.00±1.04	31.40±1.22	31.40±1.39	31.73±1.51	29.20±0.66

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.11 อุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (°C)				
		(°C)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	29.83±0.29	28.00	29.40	29.10	29.10	29.20
	2NW	29.53±0.15	28.90	29.00	29.60	29.10	30.10
	5NW	30.07±0.42	30.70	29.80	28.60	29.40	30.10
	10NW	29.77±0.32	28.70	28.40	28.90	30.00	31.00
	SW	28.73±0.40	31.00	31.00	30.10	30.30	30.20
2	NW	31.40±0.10	28.70	28.90	28.20	28.40	28.40
	2NW	30.67±0.06	28.30	28.50	29.60	28.70	29.00
	5NW	30.73±0.12	28.90	29.30	29.20	29.40	29.90
	10NW	30.73±0.12	29.50	29.00	28.80	29.60	30.50
	SW	30.73±0.59	31.60	32.00	31.70	31.30	32.50
3	NW	30.90±0.00	27.20	27.90	27.10	27.90	27.40
	2NW	29.67±0.15	27.90	27.60	27.70	28.60	27.50
	5NW	29.70±0.17	28.60	27.50	27.90	28.60	27.50
	10NW	29.63±0.06	27.30	27.60	28.10	28.60	27.30
	SW	29.07±0.15	27.90	27.80	28.60	28.30	28.10
เฉลี่ย	NW	^{a}30.71±0.71	27.97±0.75	28.73±0.76	28.13±1.00	^{b}28.47±0.60	28.33±0.90
	2NW	^{b}29.96±0.55	28.37±0.50	28.37±0.71	28.97±1.10	^{ab}28.80±0.26	28.87±1.31
	5NW	^{ab}30.17±0.51	29.40±1.14	28.87±1.21	28.57±0.65	^{ab}29.07±0.42	29.17±1.45
	10NW	^{ab}30.04±0.55	28.50±1.11	28.33±0.70	28.60±0.44	^{ab}29.40±0.72	29.60±2.01
	SW	^{b}29.51±1.00	30.17±1.99	30.27±2.19	30.13±1.55	^{a}30.50±1.93	30.27±2.20

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.12 อุณหภูมิของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (°C)				
		(°C)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	29.97±0.12	27.50	28.70	28.40	28.30	28.80
	2NW	28.73±0.15	28.50	28.20	28.80	28.30	29.40
	5NW	28.87±0.06	28.30	29.10	28.00	28.50	29.70
	10NW	28.70±0.00	28.30	28.80	28.30	29.00	30.70
	SW	28.50±0.26	28.50	28.50	28.60	28.40	28.70
2	NW	29.90±0.10	28.70	29.80	29.70	29.30	30.30
	2NW	28.83±0.21	29.30	28.60	29.80	28.30	30.60
	5NW	28.83±0.21	30.20	28.00	28.50	28.90	30.70
	10NW	28.63±0.23	30.30	29.80	27.80	28.30	31.60
	SW	28.57±0.06	28.70	28.50	28.90	28.50	29.50
3	NW	29.97±0.12	27.90	29.10	28.50	28.30	28.80
	2NW	28.73±0.15	29.00	28.90	29.10	29.20	29.80
	5NW	28.87±0.06	29.10	29.10	29.60	29.70	30.00
	10NW	28.70±0.00	29.60	29.40	28.80	29.70	30.70
	SW	28.50±0.26	29.70	28.60	29.10	28.60	29.80
เฉลี่ย	NW	^{a}29.94±0.10	28.03±0.61	29.20±0.56	28.87±0.72	28.63±0.58	^{b}29.30±0.87
	2NW	^{bc}28.77±0.16	28.83±0.57^{b}	28.57±0.35^{b}	29.23±0.51^{ab}	28.60±0.52^{b}	^{ab}29.93±0.61^{a}
	5NW	^{b}28.86±0.11	29.20±0.95	28.73±0.64	28.70±0.82	29.37±0.76	^{ab}30.13±0.51
	10NW	^{c}28.68±0.12	29.40±1.01^{b}	29.33±0.50^{b}	28.30±0.50^{b}	29.00±0.70^{b}	^{a}31.00±7.52^{a}
	SW	^{d}28.52±0.19	28.63±0.12^{ab}	28.53±0.06^{ac}	28.87±0.25^{ab}	28.50±0.10^{b}	^{b}29.33±0.57^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5) ปริมาณออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen; DO)

น้ำเสีย NW ที่เข้าสู่ชุดทดลองเป็นน้ำเสียชุมชนที่สูบมาจากบ่อพักน้ำเสียบ้านคลองยาง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี ยังไม่ผ่านการบำบัดจึงมีค่าออกซิเจนละลาย 0.00 mg/l ในขณะที่น้ำเสีย 2NW, 5NW และ10NW ที่เข้าสู่ชุดทดลองใช้น้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดโดยการตกตะกอนในบ่อผึ่งที่ 1 ของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อีกทั้งการปรับความเข้มข้นของน้ำเสียมีการคนสารเคมีให้ละลาย ซึ่งเป็นการเติมออกซิเจนให้กับน้ำเสีย ทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายค่อนข้างสูง (3.31-5.39 mg/l) ส่วนน้ำที่ออกจากชุดทดลองมีปริมาณออกซิเจนละลายสูงขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.17-13.87 mg/l (ตาราง 4.13 ถึง ตารางที่ 4.15)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำออกระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นชุดทดลองปลูกกล้าไม้แสมทะเล และชุดควบคุมไม่ปลูกพืช โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนละลายจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเสียที่มีระดับความเข้มข้นสูง มีสารอินทรีย์สูง เนื่องจากการใช้ยูเรียในการปรับเพิ่มความเข้มข้นไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเสีย ดังนั้นจุลินทรีย์จึงต้องการใช้ออกซิเจนในปริมาณที่มาก เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในชุดทดลองลดลง และเมื่อระหว่างชนิดพืช พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นที่ระดับความเข้มข้น NW พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายสูงมากถึง 10.97 mg/l ทั้งนี้อาจเนื่องจากชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืช เป็นระบบเปิดและเป็นพื้นที่โล่ง ทำให้มีการเติมออกซิเจนโดยกระแสลมที่สัมผัสผิวน้ำ รวมทั้งการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืช (ตารางที่ 4.13) สาหร่ายที่สำคัญและพบอย่างสม่ำเสมอในป่าชายเลน ได้แก่ สาหร่ายสีแดง ในวงศ์ Rhabdoniaceae สาหร่ายสีเขียว ในวงศ์ Cladophoraceae Ulvaceae และ Caulerpaceae สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ในวงศ์ Oscillatoriaceae และสาหร่ายสีน้ำตาล ในวงศ์ Dictyotaceae และ Sargassaceae โดยสาหร่ายที่พบในป่าชายเลนส่วนมากอาศัยอยู่บริเวณรากของต้นโกงกางและแสม และอาศัยอยู่ตามพื้นโคลนหรือเลน (กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, 2519 อ้างถึงใน สนิท อักษรแก้ว, 2542) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำการศึกษาชนิดของสาหร่ายที่เติบโตในชุดทดลอง

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำออกระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชุดทดลอง ยกเว้นชุดทดลองปลูกกล้าไม้พังกาหัวสุมดอกแดง และชุดควบคุมไม่ปลูกพืช และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้พบว่าที่ระดับน้ำเสีย NW ชุดทดลองที่ได้ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่และแสมทะเลมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำออกสูงถึง 10.30 และ 11.00 mg/l ตามลำดับ เนื่องมาจากในชุดทดลอง มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายซึ่งการสังเคราะห์แสงทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 4.14)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 3 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำออกระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชุดทดลอง ยกเว้นชุดทดลองทดลองปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนละลายจะมีค่าลดลง เช่นเดียวกับที่ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเข้มข้น NW, 2NW และ 5NW ขณะที่ระดับความเข้มข้น 10NW มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำออกจากชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้สูงกว่าชุดควบคุมไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.15) เนื่องจากพืชสามารถลำเลียงก๊าซออกซิเจนจากยอดไปสู่รากโดยการแพร่ (diffusion) และการระบายอากาศเพื่อรักษาระดับความดันภายในให้ปกติ (pressurized ventilation) (Crock และ Fennessy, 2001)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บต่างกัน พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลากักเก็บนานขึ้น ทั้งนี้เพราะเมื่อระยะกักเก็บนานขึ้นทำให้ระยะเวลาในการเติมออกซิเจนลงสู่ชุดทดลองนานขึ้นด้วย นอกจากนี้พบว่าชุดควบคุมที่ได้รับน้ำทะเลมีปริมาณออกซิเจนละลายสูงกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำทะเลมีปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ ดังนั้นจุลินทรีย์จึงต้องการใช้ออกซิเจนในปริมาณที่น้อยกว่าเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายเหลืออยู่ในชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเลสูงกว่า และจากการศึกษายังพบว่าในชุดทดลองที่ปลูกแสมทะเลมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำออกต่ำกว่าในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้อื่นๆ เพราะแสมทะเลเป็นไม้ที่มีการแตกกิ่งก้านเป็นพุ่มปกคลุมบริเวณชุดทดลอง ส่งผลให้การเติมอากาศโดยกระแสลมที่สัมผัสผิวน้ำในชุดทดลองน้อยลง รวมทั้งเป็นการลดแสงแดดที่ส่องลงไปยังผิวน้ำด้วย ทำให้การสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชลดลง

ตารางที่ 4.13 ปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (mg/l)				
		(mg/l)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.00±0.00	9.30	7.10	8.40	9.00	12.40
	2NW	4.21±3.78	7.20	3.90	4.80	10.30	7.00
	5NW	3.97±2.49	6.90	5.40	11.60	9.20	4.90
	10NW	3.95±0.74	9.70	5.30	5.80	11.60	5.30
	SW	7.90±0.39	9.10	8.90	10.30	16.30	11.10
2	NW	0.00±0.00	10.80	6.20	8.05	8.50	11.40
	2NW	3.70±0.70	8.70	5.00	6.90	13.20	5.00
	5NW	3.00±1.39	7.70	3.90	7.10	9.40	4.50
	10NW	3.00±0.46	9.50	4.95	9.90	5.30	4.70
	SW	0.53±0.15	9.90	8.80	9.90	14.30	4.10
3	NW	0.00±0.00	7.05	7.05	8.35	7.55	9.10
	2NW	4.07±1.22	7.40	3.80	7.00	4.43	3.50
	5NW	2.95±1.61	5.55	3.20	3.50	6.00	4.00
	10NW	2.98±0.97	5.90	3.30	4.00	7.65	3.50
	SW	3.15±0.15	5.85	6.50	7.55	11.00	7.95
เฉลี่ย	NW	^{b}0.00±0.00	9.05±1.89^{ab}	^{a}6.78±0.51^{b}	8.27±0.19^{b}	8.35±0.74^{b}	^{a}10.97±1.69^{a}
	2NW	^{a}3.99±2.03	7.77±0.81	^{b}4.23±0.67	6.23±1.24	9.32±4.46	^{b}5.67±1.15
	5NW	^{a}3.31±1.71	6.72±1.09	^{b}4.17±1.12	7.40±4.06	8.20±1.91	^{b}4.47±0.45
	10NW	^{a}3.31±0.81	8.23±2.02	^{b}4.52±1.07	6.57±3.02	8.18±3.18	^{b}4.50±0.92
	SW	^{a}3.86±3.24	8.28±2.14	^{a}8.07±1.36	9.25±1.49	13.87±2.68	^{ab}7.72±3.51

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.14 ปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (mg/l)				
		(mg/l)	โกงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.00±0.00	11.50	14.40	13.30	9.30	8.80
	2NW	7.20±1.68	9.10	6.30	7.00	7.50	6.10
	5NW	7.15±1.18	6.70	7.50	10.40	7.90	6.40
	10NW	5.67±1.31	9.20	6.70	6.90	8.50	6.50
	SW	5.12±0.13	10.00	11.90	15.20	18.30	10.20
2	NW	0.00±0.00	10.40	8.80	7.20	5.60	5.40
	2NW	3.53±0.31	7.40	3.80	5.70	3.65	3.95
	5NW	3.37±0.15	5.40	4.90	5.10	5.80	5.20
	10NW	3.47±1.31	7.60	5.30	5.50	5.90	5.05
	SW	1.90±0.26	7.40	11.70	11.10	13.90	8.00
3	NW	0.00±0.00	9.00	9.80	7.80	7.00	6.40
	2NW	5.27±0.47	7.10	5.40	5.80	5.30	5.10
	5NW	4.63±0.40	5.70	5.20	5.60	5.50	5.70
	10NW	5.17±0.06	6.50	5.30	5.70	6.70	5.40
	SW	2.53±1.01	8.00	8.50	7.30	18.30	5.20
เฉลี่ย	NW	^{c}0.00±0.00	^{a}10.30±1.25	^{a}11.00±2.99	9.43±3.36	^{b}7.30±1.87	6.87±1.75
	2NW	^{a}5.33±1.82	^{bc}7.87±1.08	^{b}5.17±1.27	6.17±0.72	^{b}5.48±1.93	5.05±1.08
	5NW	^{a}5.05±1.78	^{c}5.93±0.68	^{b}5.87±1.42	7.03±2.93	^{b}6.40±1.31	5.77±0.60
	10NW	^{a}4.77±1.19	^{bc}7.77±1.36	^{b}5.77±0.81	6.03±0.76	^{b}7.03±1.33	5.65±0.76
	SW	^{b}3.18±1.57	^{ab}8.47±1.36	^{a}10.70±1.91	11.20±3.95	^{a}13.50±5.01	7.80±2.51

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.15 ปริมาณออกซิเจนละลายของน้ำก่อนและหลังการบำบัด เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

ครั้งที่	ชุดทดลอง	น้ำเข้า	น้ำออก (mg/l)				
		(mg/l)	โคงกางใบใหญ่	แสมทะเล	พังกาหัวสุม	โปรงแดง	ไม่ปลูกพืช
1	NW	0.00±0.00	10.70	9.60	11.80	9.50	7.00
	2NW	4.88±0.56	9.20	6.40	6.50	6.70	6.50
	5NW	5.37±0.25	7.40	6.70	6.60	7.20	6.30
	10NW	5.30±0.20	6.40	5.90	7.40	5.90	5.70
	SW	3.10±0.53	8.90	9.50	10.00	10.80	6.90
2	NW	0.00±0.00	10.00	10.00	8.10	9.20	7.50
	2NW	6.13±0.23	10.10	7.40	12.50	11.10	6.00
	5NW	5.47±0.31	8.70	7.70	8.10	9.90	7.40
	10NW	4.97±0.25	6.60	5.60	7.40	6.40	5.20
	SW	4.70±0.61	10.20	11.00	12.30	9.30	8.00
3	NW	0.00±0.00	7.70	6.10	7.30	7.20	5.90
	2NW	4.93±0.12	5.40	5.80	5.70	5.50	5.00
	5NW	5.33±0.10	5.90	5.90	5.80	5.90	5.30
	10NW	4.98±0.33	6.80	6.00	6.90	6.30	4.90
	SW	4.77±0.38	8.70	11.20	11.20	8.20	8.00
เฉลี่ย	NW	^{c}0.00±0.00	9.47±1.57	^{ab}8.57±2.15	^{ab}9.07±2.40	^{ab}8.63±1.25	^{ab}6.80±0.82
	2NW	^{a}5.32±0.69	8.23±2.49	^{cb}6.53±0.81	^{ab}8.23±6.72	^{ab}7.77±2.95	^{bc}5.83±0.76
	5NW	^{a}5.39±0.21	7.33±1.40	^{bc}6.77±0.90	^{ab}6.83±1.17	^{ab}7.67±2.04	^{abc}6.33±1.05
	10NW	^{a}5.08±0.28	6.60±0.20^{b}	^{c}5.83±0.21^{c}	^{ab}7.23±0.29^{a}	^{ab}6.20±0.26^{bc}	^{c}5.27±0.40^{d}
	SW	^{b}4.19±0.93	9.27±0.81^{ab}	^{a}10.57±0.93^{a}	^{a}11.17±1.15^{a}	^{a}9.43±1.31^{a}	^{a}7.63±0.64^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

6) บีโอดี (biological oxygen demand; BOD)

บีโอดี เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณการย่อยสลายอินทรียสาร โดยวัดจากระดับความต้องการออกซิเจนเพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรีย และจุลินทรีย์ในน้ำ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544)

น้ำเสีย NW, 2NW, 5NW และ 10NW ที่เข้าสู่ชุดทดลองมีค่าบีโอดีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 19.37-24.05, 50.63-63.72, 80.13-104.97 และ 104.97-123.30 mg/l ตามลำดับ โดยพบว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้นปริมาณของบีโอดีมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณของสารอินทรีย์ที่สูงขึ้น เนื่องจากการใช้ยูเรียในการปรับเพิ่มความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดในน้ำเสียชุมชนให้มีความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดเป็น 2, 5 และ 10 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ นอกจากนี้พบว่าว่าปริมาณของบีโอดีของน้ำที่เข้าสู่ชุดทดลองมีค่าค่อนข้างผันแปรในแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง เนื่องมาจากการใช้น้ำของชุมชน การเจือจางของน้ำฝนและอุณหภูมิ

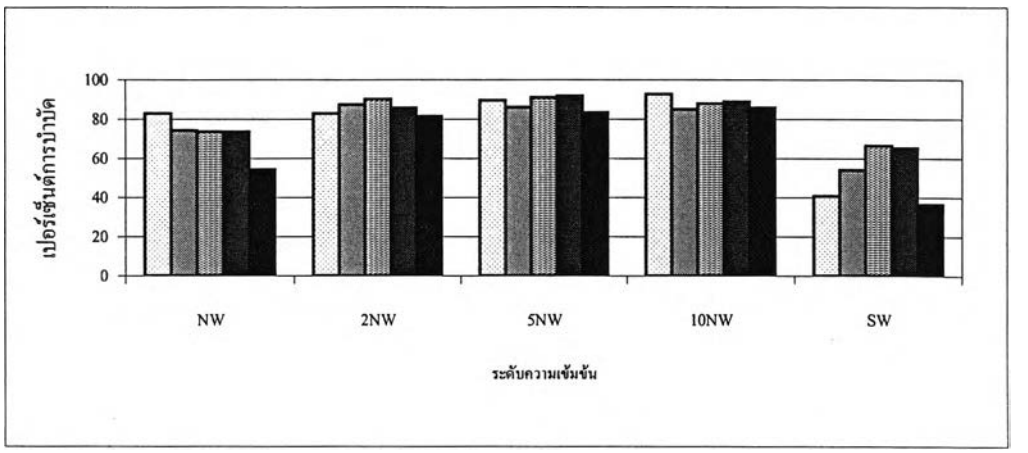
เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 และ 5 วัน สามารถบำบัดบีโอดีให้มีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก ซึ่งกำหนดให้มีค่าบีโอดีไม่เกิน 20 mg/l (ควบคุมมลพิษ, กรม, 2537) ได้ในทุกระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย ในขณะที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 3 วัน ชุดทดลองไม่สามารถบำบัดน้ำเสีย 2NW, 5NW และ 10NW ให้มีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดได้ (ตารางที่ ผ4 ถึง ตารางที่ ผ6)

สำหรับเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีมีค่าค่อนข้างผันแปรโดยกระบวนการบำบัดบีโอดีของพื้นที่ชุ่มน้ำบำบัดโดยการตกตะกอนของอนุภาค และการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ทั้งที่ใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน (Kadlec, 1995) การย่อยสลายสารอินทรีย์ไม่เพียงแต่เกิดขึ้นในชั้นน้ำที่มีออกซิเจนเท่านั้น ภายในชั้นดิน จุลินทรีย์จะอาศัยออกซิเจนจากน้ำภายในช่องว่างของดิน และบริเวณรอบๆรากของพืชในการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจน เพื่อใช้เป็นแหล่งคาร์บอน(Hammer, 1989) เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีระหว่างระดับความเข้มข้นของน้ำเสียและชนิดพืช โดยวิธี two way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ ผ7)

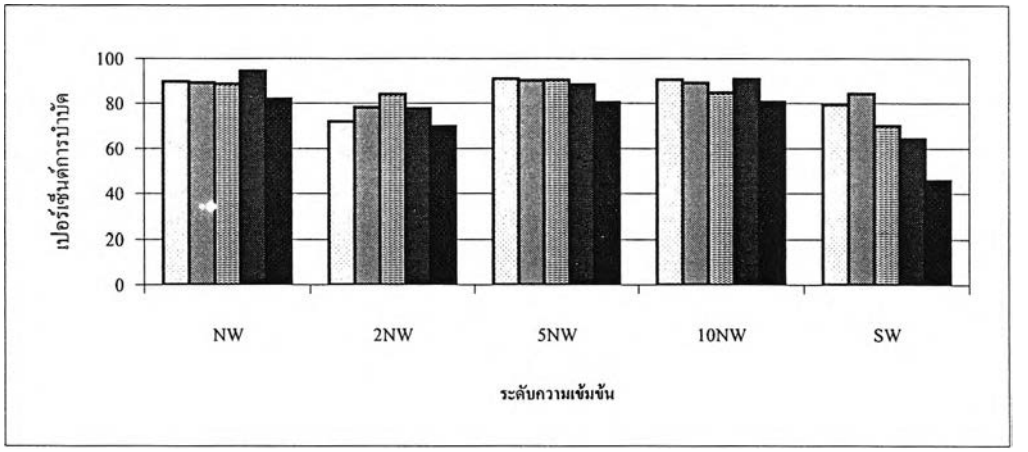
เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย NW, 2NW และ 5NW ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 10NW มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชนิดพืช โดยพบว่าโปรงแดงมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงที่สุดเท่ากับ 90.80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล และพังกาหัวสุมดอกแดง โดยมีเปอร์เซ็นต์การบำบัดเท่ากับ 90.47, 88.99 และ 84.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และชุดควบคุมไม่ปลูกพืชมีต่ำที่สุดเท่ากับ 80.70 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ผ8)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 3 วัน เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียและชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีของโกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดงมีค่าอยู่ในช่วง 23.39-56.73, 41.04-90.04, 34.80-75.68 และ 43.66-79.83 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมไม่ปลูกพืชมีค่า 11.62-64.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ ผ9) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lim และคณะ (2001) อ้างถึงใน Klomjek และ Nitisoravut (2005) ที่กล่าวไว้ว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่ปลูกพืชจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดีสูงกว่าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่ปลูกพืช เนื่องพืชสามารถลำเลียงก๊าซออกซิเจนจากยอดไปสู่รากโดยการแพร่ (diffusion) และการระบายอากาศเพื่อรักษาระดับความดันภายในให้ปกติ (pressurized ventilation) (Crock และ Fennessy, 2001) ทำให้ในชุดทดลองที่ปลูกพืชมีปริมาณออกซิเจนละลายเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสนับสนุนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนและในสภาพที่มีออกซิเจนจะมีอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์เร็วกว่าการย่อยสลายที่ไม่ใช้ออกซิเจน (ศุวศา กานตวนิชกูร, 2544)

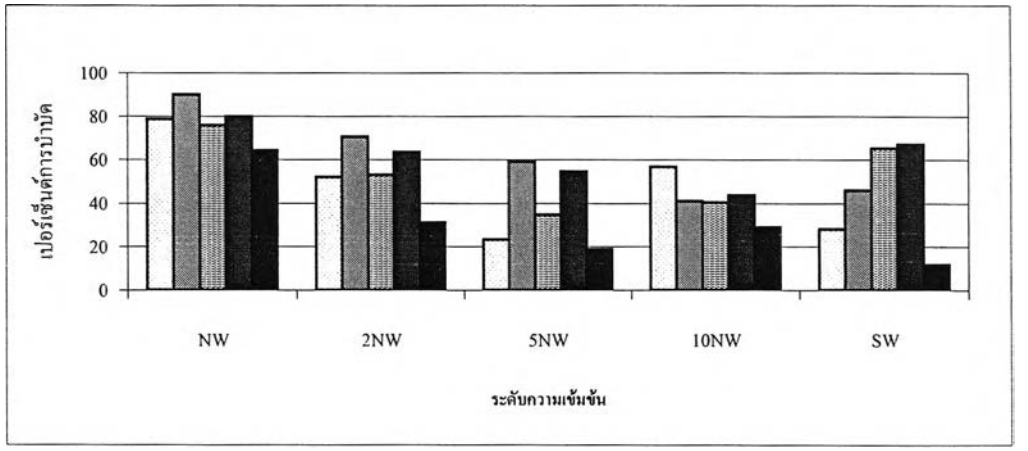
เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีที่ระยะเวลากักเก็บต่างกันพบว่า ที่ระยะเวลากักเก็บ 7 วันมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงกว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วันตามลำดับ (รูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2) เนื่องจากเมื่อระยะเวลากักเก็บน้ำนานขึ้นจะทำให้มีการเติมอากาศเข้าในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีออกซิเจนละลายเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสนับสนุนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน ทั้งนี้อัตราการบำบัดบีโอดีจะขึ้นอยู่กับผลของปัจจัยต่างๆร่วมกัน ได้แก่ ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในระบบ ชนิดของพืช ชนิดของดิน อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณธาตุอาหาร (Campbell และ Gaen, 1999 อ้างถึงใน ปิยวรรณ สายมโนพันธุ์, 2543)



(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

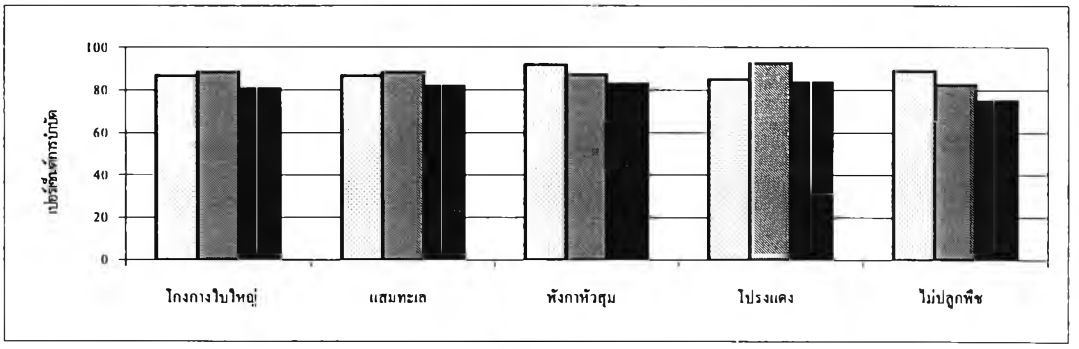


(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

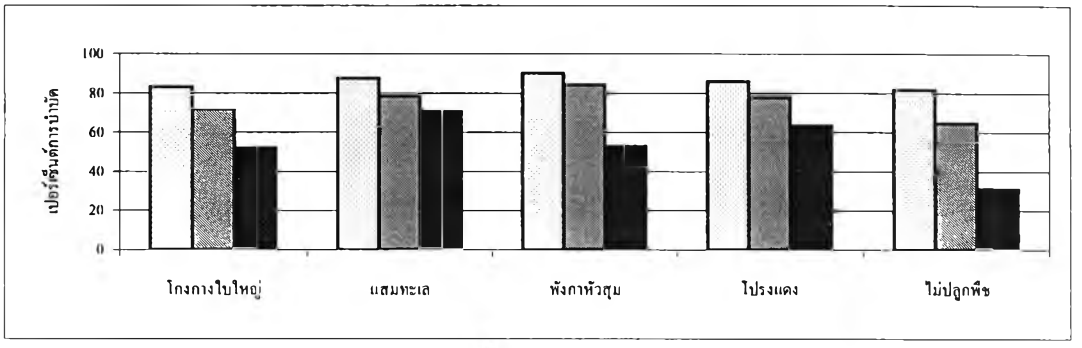


(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

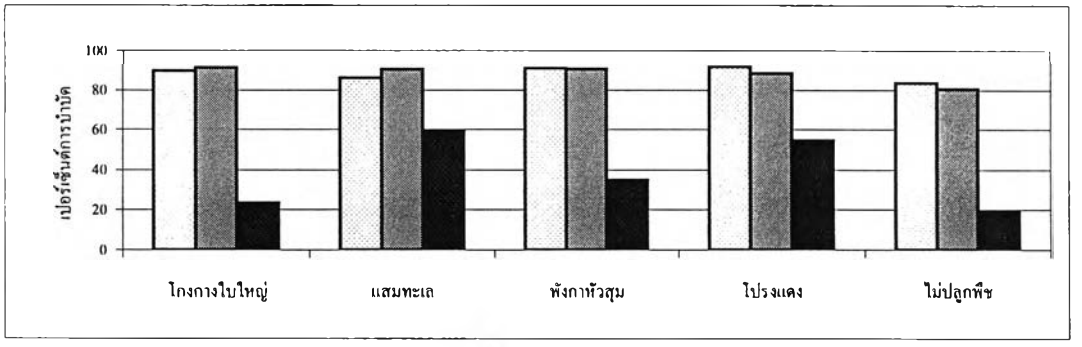
รูปที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน



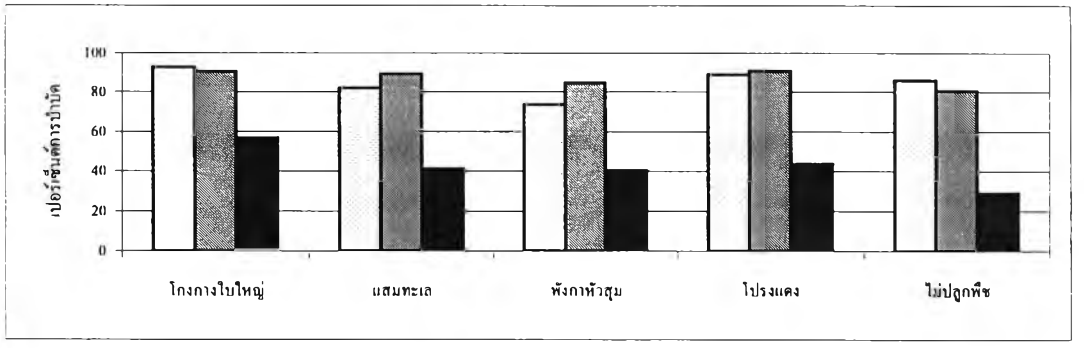
(ก) น้ำเสีย NW



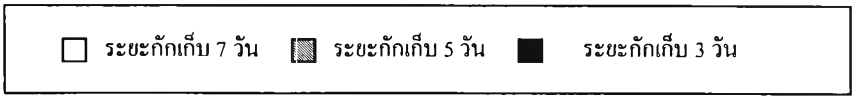
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การบำบัดบีโอดีของน้ำเสียแต่ละความเข้มข้นในชุดทดลองที่ปลูกพืชต่างชนิด

7) ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen; TN)

น้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลอง NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าเฉลี่ยไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 18.418-26.196, 42.902-48.222, 101.640-107.520 และ 209.380-218.896 mg/l ตามลำดับ ซึ่งน้ำเสีย 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ให้มีค่าเท่ากับ 40, 100 และ 200 mg/l

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน สามารถบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดให้มีปริมาณอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำทิ้งของอาคารประเภท ก. ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 35 mg/l (ควบคุมมลพิษ, กรม, 2537) ได้ในทุกความเข้มข้นของน้ำเสีย ในขณะที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 และ 3 วัน สามารถบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดให้มีปริมาณไม่เกินมาตรฐานได้เฉพาะน้ำเสีย NW และ 2 NW (ตารางที่ ผ10 ถึง ตารางที่ ผ12)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย NW, 2NW และ 5NW ชุดทดลองที่ปลูกพืชมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงกว่าชุดควบคุมไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ ผ13)

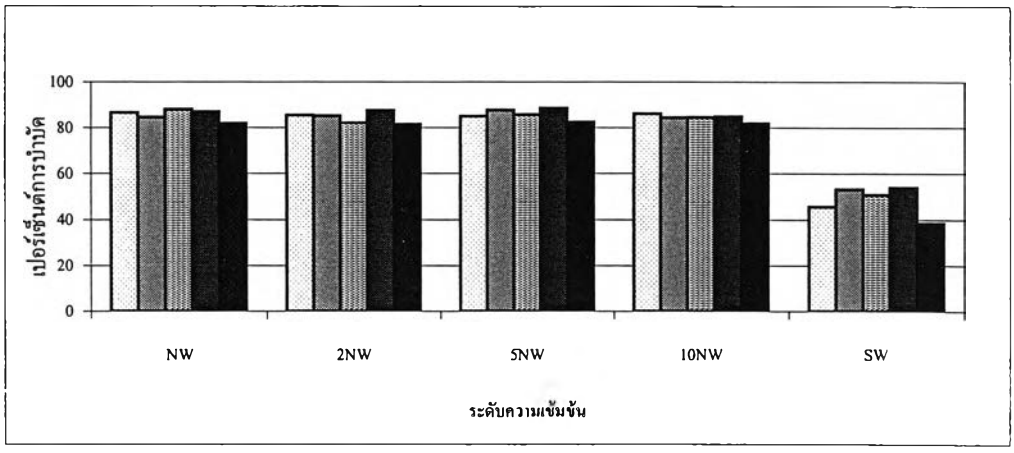
เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้แสมทะเล พังกาหัวสุม ดอกแดง และโปรงแดง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดจะลดลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้น NW ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 2NW, 5NW และ 10NW มีความแตกต่างระหว่างชนิดพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ ผ14)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 3 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มเช่นเดียวกับที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 และ 5 วัน คือ เมื่อความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ในการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดจะลดลง และจากผลการศึกษาไม่พบว่าพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่พบว่าชุดทดลองที่ปลูกพืชมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ ผ15)

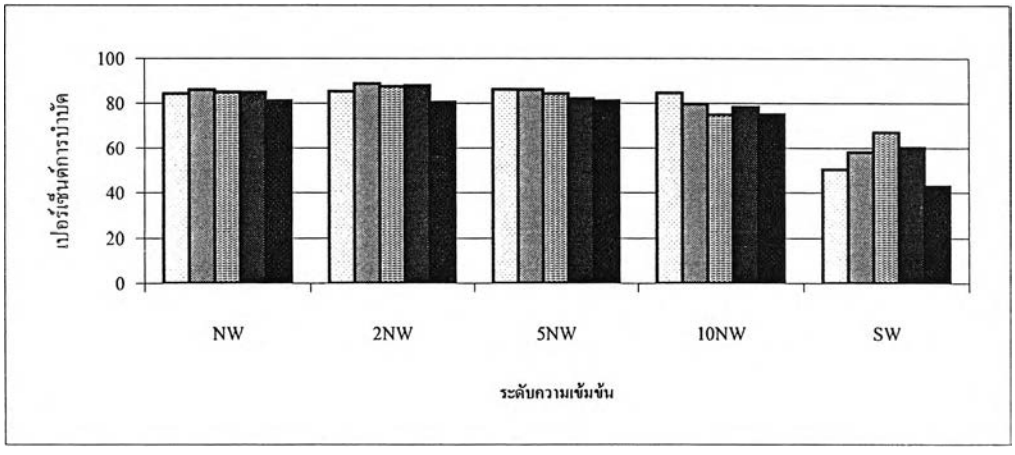
การบำบัดไนโตรเจนในพื้นที่ชุ่มน้ำมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางธรณีชีวเคมี (biogeochemical) ในดินและน้ำ โดยขั้นแรกอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายโดยกระบวนการทางชีวภาพ เรียกว่า กระบวนการแอมโมนิฟิเคชั่น (ammonification) เปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนีย และถูกบำบัดต่อไปโดยกระบวนไนตริฟิเคชั่น (nitrification) ดีไนตริฟิเคชั่น (denitrification) การระเหยของแอมโมเนีย (ammonia volatilizabion) และการนำไปใช้โดยพืชและจุลินทรีย์ (Brix, 1993 อ้างถึงใน Yang และคณะ, 2001) โดยในสภาวะที่น้ำท่วมขังจะมีชั้นออกซิเจนอยู่สูงกว่าระดับดิน แอมโมเนียในชั้นที่ขาดออกซิเจนจะกระจายเข้าสู่ชั้นที่มีออกซิเจน ซึ่งจะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท โดยพวก nitrifying bacteria และแพร่จากบริเวณที่มีออกซิเจนไปสู่บริเวณที่ไม่มีออกซิเจน แล้วถูกรีดิวซ์กลายเป็นไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และ ก๊าซไนโตรเจน (N_2) สูญหายออกนอกระบบโดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น (Poach และคณะ, 2004; Gray และคณะ, 2000)

นอกจากนี้หากค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 7 ก๊าซแอมโมเนียจะอยู่ในรูปที่ระเหยได้ง่าย ทำให้สูญเสียไนโตรเจนออกนอกระบบได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากน้ำในระบบมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 7 ดังนั้นจึงคาดว่ามีการระเหยของแอมโมเนียซึ่งช่วยในการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดของการศึกษาครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บต่างกัน พบว่าเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงกว่าเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ (รูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ Sansanayuth และคณะ (1996) ที่ทำการบำบัดน้ำทิ้งจากนากุ้งในศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี โดยสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ปลูกปรงทะเล (*Acrostichum aureum*) ใช้การปล่อยน้ำแบบต่อเนื่อง ระยะเวลากักเก็บ 1, 2 และ 3 วัน พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดที่ระยะเวลากักเก็บ 3 วันสูงที่สุด คือ 61.3 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือที่ระยะเวลากักเก็บ 2 และ 1 วัน ตามลำดับ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การบำบัดเท่ากับ 57.3 และ 53.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับที่ ศุวศา กานตวนิชกูร (2544) กล่าวไว้ว่า สารอนินทรีย์ไนโตรเจนจะลดลงตามระยะเวลาสัมผัส สำหรับระบบที่มีระยะเวลากักเก็บนานจะเสมือนกับระบบที่มีระยะห่างจากทางเข้ามากๆ ดังนั้นความเข้มข้นของไนโตรเจนจะลดต่ำลงเมื่อระยะเวลากักเก็บนานขึ้น

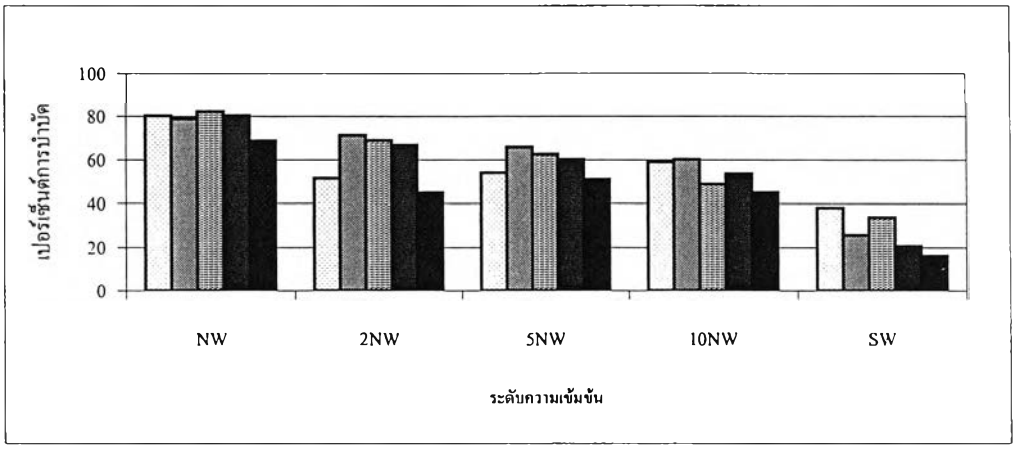
ในทุกระยะเวลากักเก็บ พบว่าเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดของชุดทดลองที่ปลูกพืชสูงกว่าชุดทดลองควบคุมไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากพืชมีบทบาทในการบำบัดไนโตรเจน คือ การนำไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทไปใช้ และเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ในเนื้อเยื่อ รวมทั้งจัดเตรียมสภาพแวดล้อมของรากให้เหมาะสมต่อการเกิดไนตริฟิเคชั่น



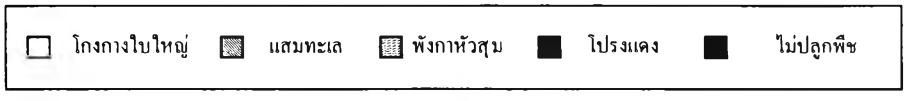
(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน



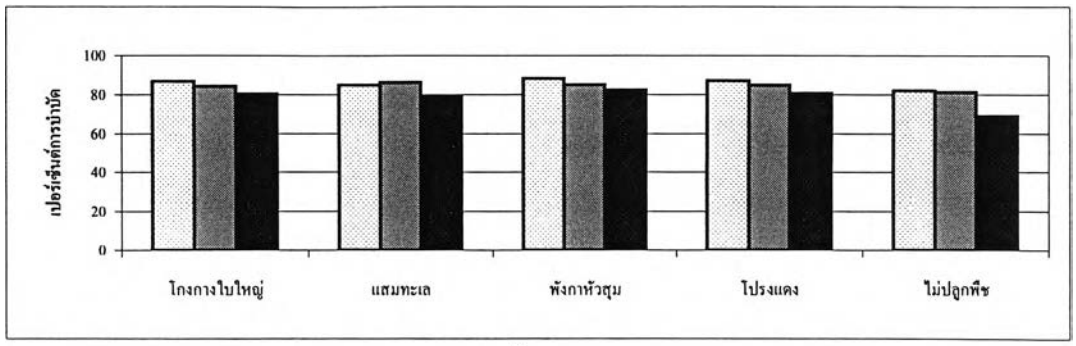
(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน



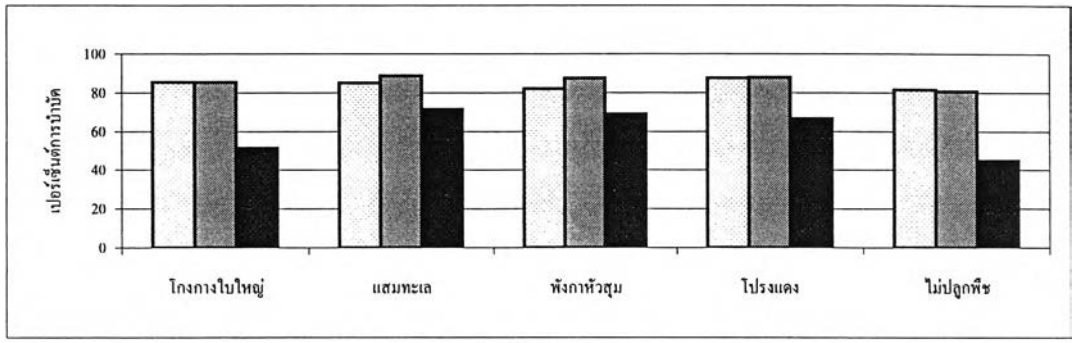
(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน



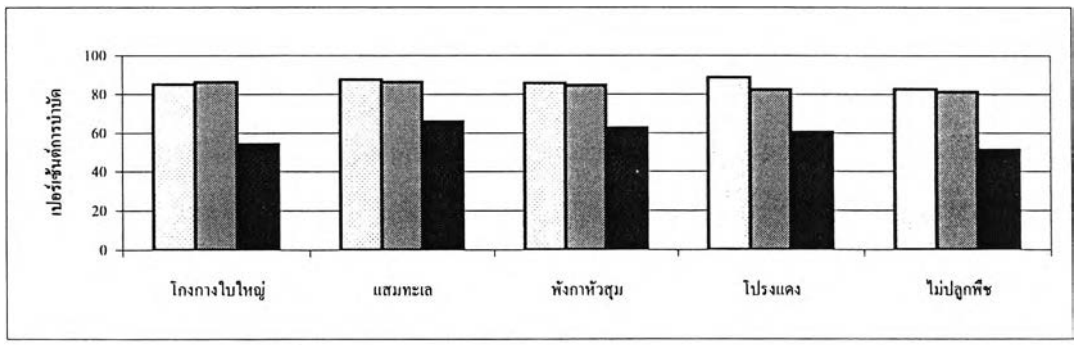
รูปที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเสียความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน



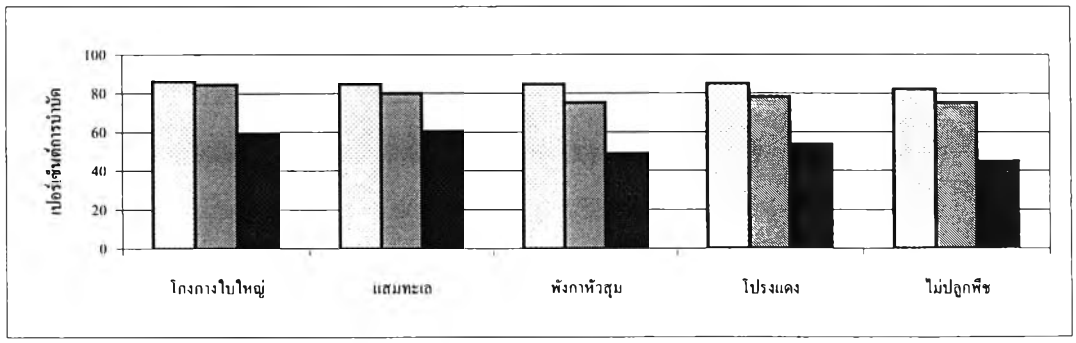
(ก) น้ำเสีย NW



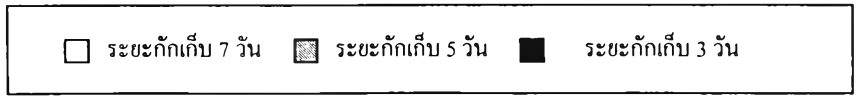
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเสียแต่ละความเข้มข้นในชุดทดลองที่ปลูกพืชต่างชนิด

8) แอมโมเนีย (ammonia-nitrogen; NH_3)

น้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลอง NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าเฉลี่ยแอมโมเนียอยู่ในช่วง 3.793 -16.364, 8.866-10.419, 15.179-25.528 และ 30.846-49.174 mg/l ตามลำดับ ส่วนน้ำที่ออกจากชุดทดลองมีค่าเฉลี่ยแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.452-1.788, 1.559-6.756, 2.383-11.656 และ 10.871-27.497 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ ผ16 ถึง ตารางที่ ผ18) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าน้ำที่เข้าสู่ชุดทดลองอย่างชัดเจน และจะเห็นได้ว่าปริมาณแอมโมเนียของน้ำที่เข้าสู่ชุดทดลองมีค่าผันแปรค่อนข้างสูงในแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง ทำให้เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียผันแปรตามไปด้วย

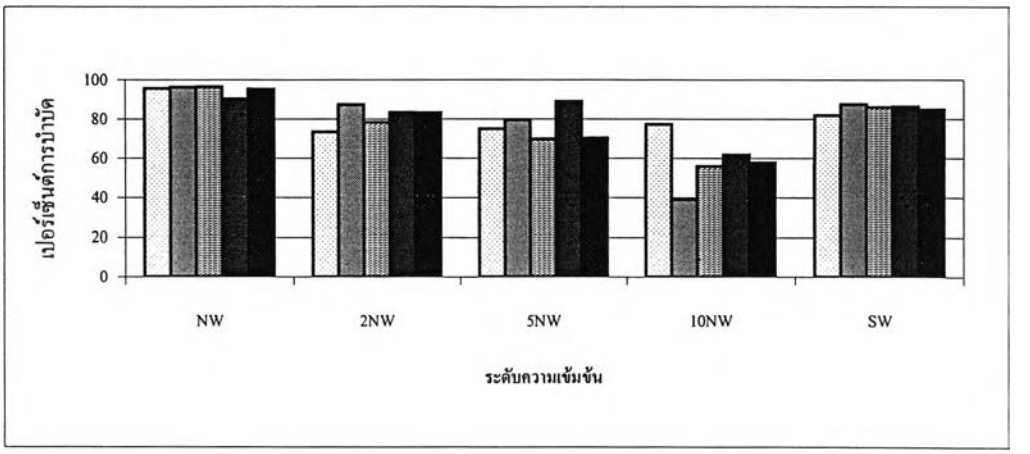
เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนีย โดยวิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้น NW และ 2NW ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มเป็น 5NW และ 10NW มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดงมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียอยู่ในช่วง 73.51-77.20, 38.98-79.54, 55.70-69.70 และ 61.78-88.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และชุดควบคุมไม่ปลูกพืช 57.77-70.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ผ19)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้น NW, 2NW และ 10NW ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 5NW มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ ผ20)

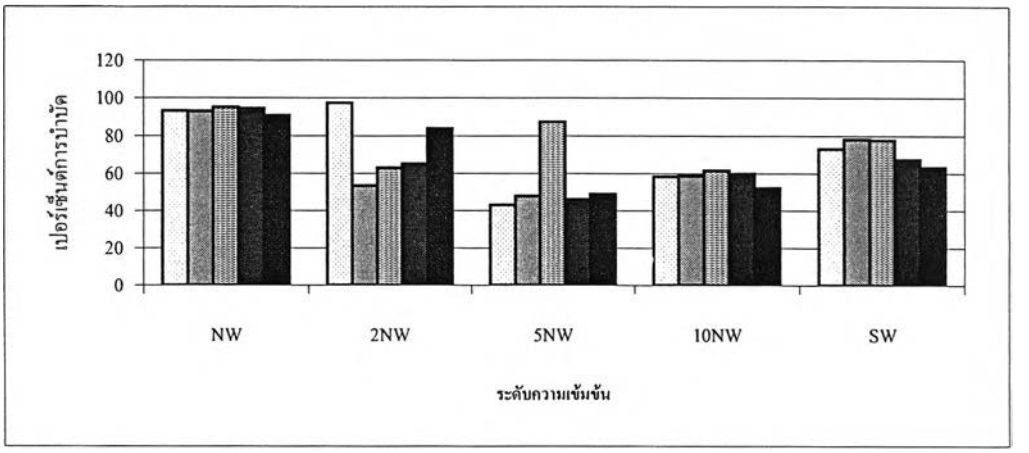
เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 3 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดงมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียอยู่ในช่วง 29.61-95.30, 43.67-93.74, 35.19-95.99 และ 32.78-87.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และชุดควบคุมไม่ปลูกพืช 13.84-91.51 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ผ21)

กระบวนการหลักในการบำบัดแอมโมเนียในพื้นที่ชุ่มน้ำ คือ กระบวนการไนตริฟิเคชั่น โดยเมื่อแอมโมเนียสัมผัสกับออกซิเจนในบริเวณชั้นน้ำ รอยต่อระหว่างผิวน้ำ หรือบริเวณรอบๆ รากพืช จะเกิดการออกซิเดชั่นเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรท และไนไตรท์ โดยอัตราของการเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน และความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำเสีย โดยเมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำเสียมีค่าสูง กระบวนการไนตริฟิเคชั่นอาจเกิดในอัตราที่ช้าลงหรือล้มเหลว ทั้งนี้เนื่องจากออกซิเจนถูกใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์จนไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาข้างต้น (Reed และ Brown,1995 อ้างถึงใน Gray และคณะ, 2000) นอกจากนี้แอมโมเนียในพื้นที่ชุ่มน้ำที่ลดลงอาจเกิดจากการระเหยของแอมโมเนีย และการนำไปใช้โดยพืช และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (Yang และคณะ, 2001)

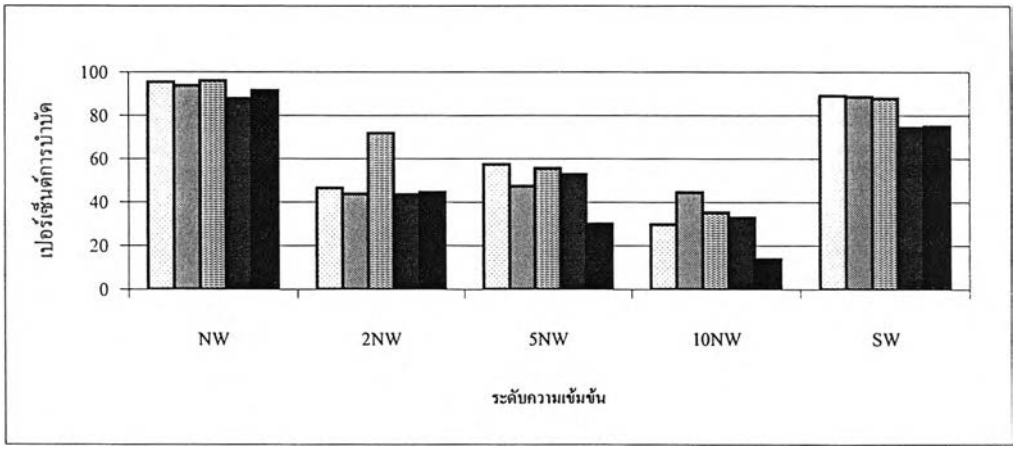
เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำนานขึ้นประสิทธิภาพในการบำบัดมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น (รูปที่ 4.5 และ รูปที่ 4.6) ทั้งนี้เป็นผลมาจากเมื่อระยะเวลากักเก็บนานขึ้นปริมาณออกซิเจนที่เติมสู่ระบบก็สูงขึ้นเนื่องจากระบบเป็นระบบเปิดทำให้มีการเติมออกซิเจนโดยกระแสลมได้ดี นอกจากนี้เมื่อกักเก็บน้ำไว้นานขึ้นทำให้พืชและสิ่งมีชีวิตในระบบก็สามารถดูดดึงแอมโมเนีย ไนเตรท และไนไตรท์ไปใช้ในการเจริญเติบโตได้เพิ่มขึ้น



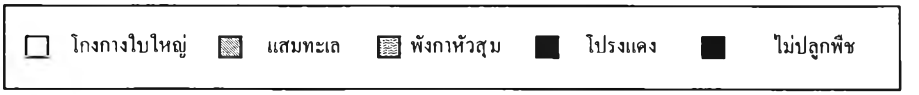
(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน



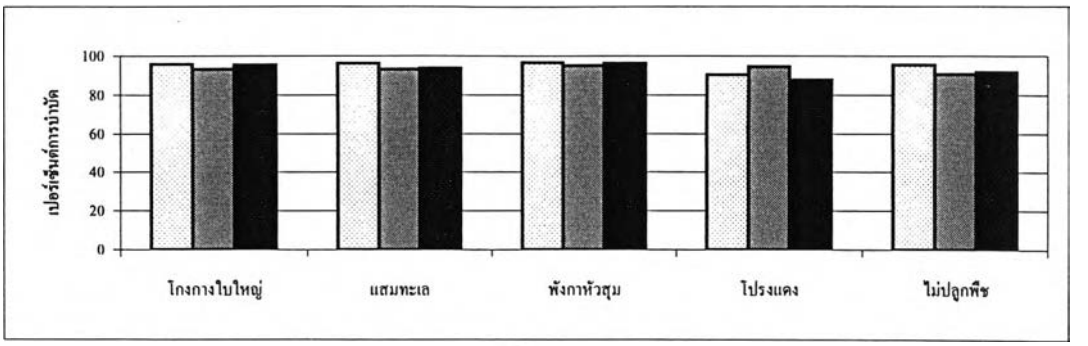
(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน



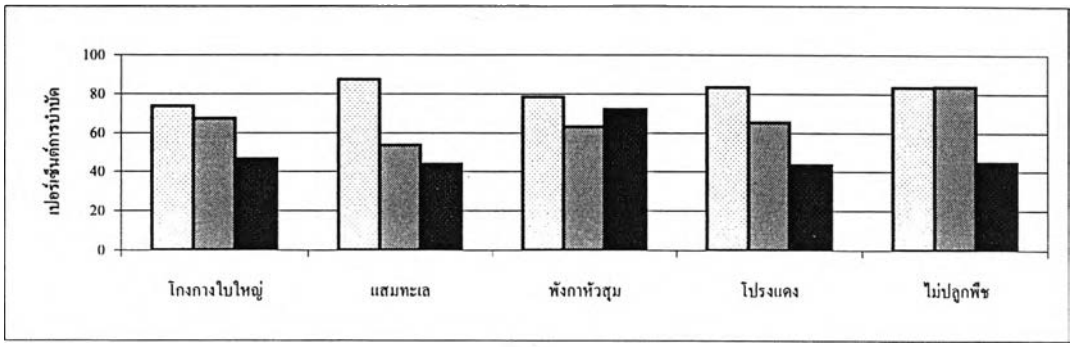
(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน



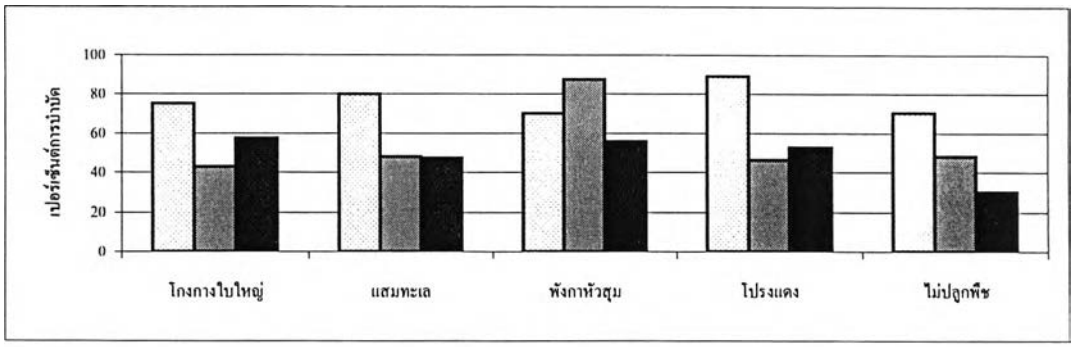
รูปที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียของน้ำเสียความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน



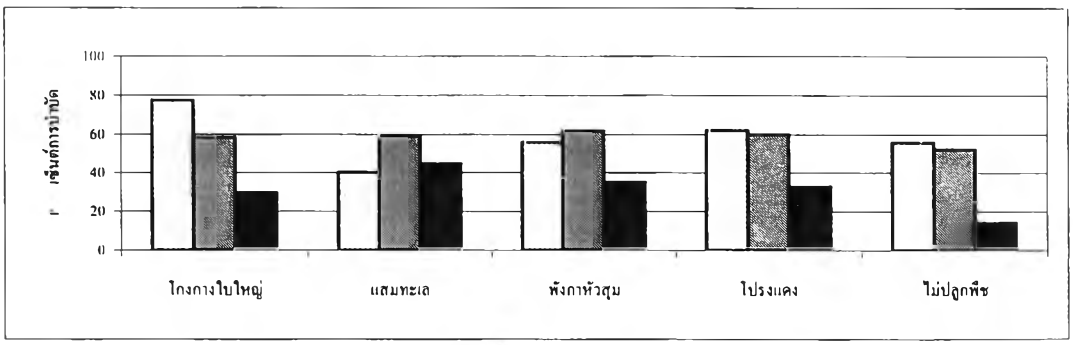
(ก) น้ำเสีย NW



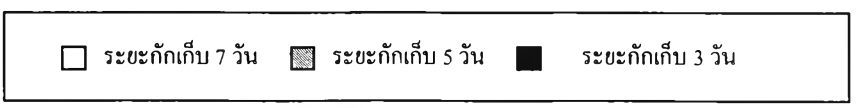
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์การบำบัดแอมโมเนียของน้ำเสียแต่ละความเข้มข้นในชุดทดลองที่ปลูกพืชต่างชนิด

9) ไนเตรท (nitrate-nitrogen; NO_3)

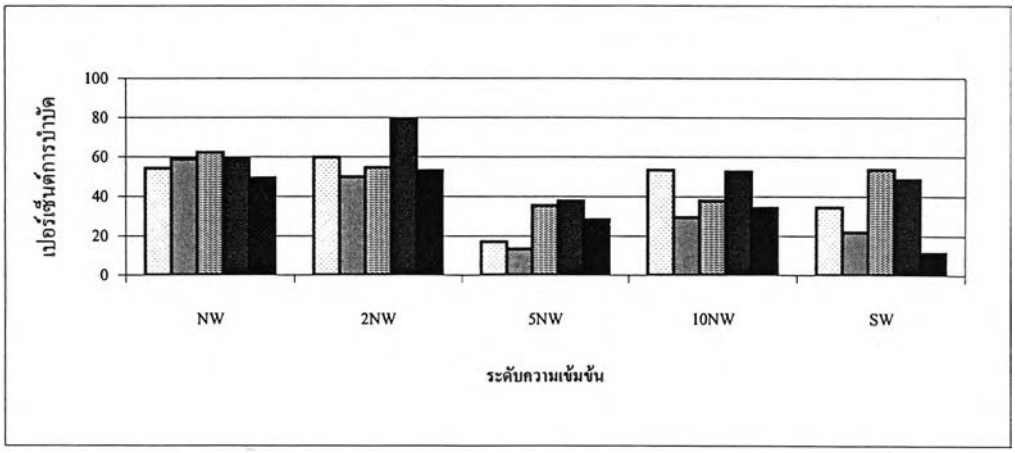
น้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลอง NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าเฉลี่ยไนเตรทอยู่ในช่วง 0.153-0.212, 0.704-0.905, 0.668-0.882 และ 0.782-0.946 mg/l ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำเสีย NW มีค่าไนเตรทต่ำกว่าน้ำเสีย 2NW, 5NW และ10NW มากทั้งนี้เนื่องมาจากน้ำเสีย NW มีค่าออกซิเจนละลาย 0.00 mg/l ดังนั้นกระบวนการไนตริฟิเคชั่นได้ไนเตรทจึงมีน้อย สำหรับน้ำที่ออกจากชุดทดลองมีค่าเฉลี่ยไนเตรทอยู่ในช่วง 0.047-0.223, 0.140-0.580, 0.416-0.597 และ 0.369-0.610 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ 4.31 ถึง ตารางที่ 4.33) ซึ่งค่าดังกล่าวต่ำกว่าน้ำที่เข้าสู่ชุดทดลอง นอกจากนี้พบว่าปริมาณไนเตรทของน้ำที่เข้าสู่ชุดทดลองมีค่าผันแปรในแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง ทำให้เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทผันแปรตามไปด้วยและยังพบว่าการทดลองที่ 1 ของระยะเวลากักเก็บ 7 วัน ไนเตรทของน้ำเข้าสู่ชุดทดลองมีค่าต่ำกว่าน้ำออก ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุจากในการทดลองครั้งที่ 1 ดินเลนที่ใช้ในการทดลองยังมีออกซิเจนอยู่ ทำให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนจึงไม่มีการใช้ไนเตรท ในทางตรงกันข้ามยังสามารถเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่นเปลี่ยนแอมโมเนีย และไนไตรท์ให้อยู่ในรูป ไนเตรท และในช่วงการทดลองนี้พืชอาจยังไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ดีนักจึงทำให้ปริมาณการดูดดึงไนเตรทไปใช้มีค่าต่ำ (ตารางที่ ผ22 ถึง ตารางที่ ผ24)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรท โดยวิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้น NW และ 2NW ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มเป็น5NW และ 10NW มีความแตกต่างระหว่างชนิดพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดงมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทอยู่ในช่วง 17.03-59.78, 13.33-58.79 , 35.26-62.23 และ 37.70-79.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และชุดควบคุมไม่ปลูกพืชมีค่า 28.18-52.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ ผ25)

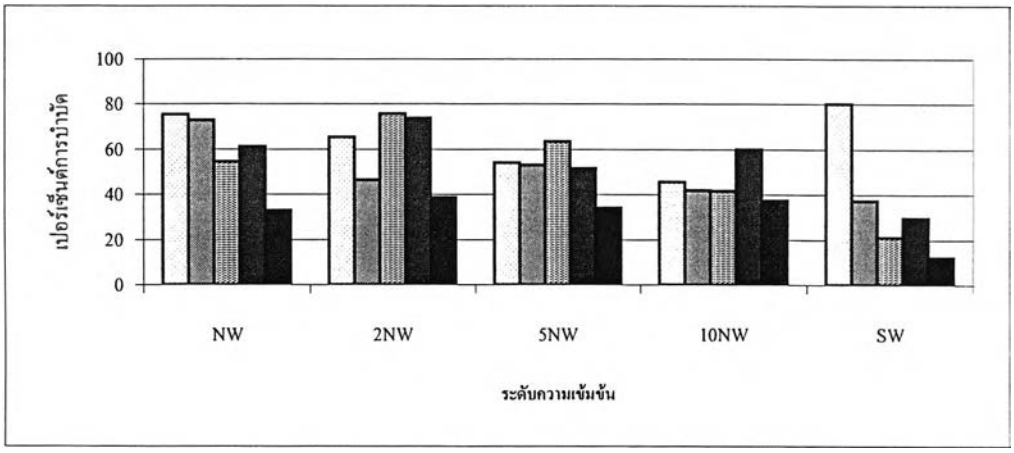
เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดงมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทอยู่ในช่วง 45.46-75.32, 41.91-72.81, 41.62-75.52 และ 51.62-73.65 ตามลำดับ และชุดควบคุมไม่ปลูกพืชมีค่า 32.97-38.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ ผ26)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 3 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 2NW ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ระดับความเข้มข้น NW, 5NW และ 10NW พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดงมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทอยู่ในช่วง 33.53-60.71, 31.06-38.49, 34.29-64.41, 34.84-37.88 และชุดควบคุมไม่ปลูกพืชมีค่า 29.62-35.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ ผ27)

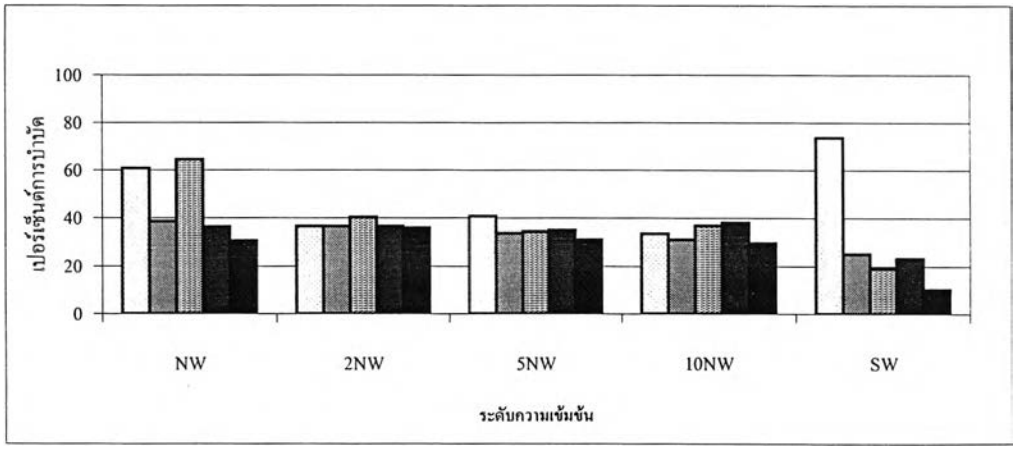
ไนเตรทสามารถบำบัดได้โดยการดูดดึงไปใช้โดยพืช และกระบวนการ ดีไนตริฟิเคชั่น (Boto, 1997; Mayo และ Mutamba, 2004) โดยเปลี่ยนรูปไปเป็นไนไตรท์ และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) หรือก๊าซไนโตรเจน (N_2) สูญเสียออกพื้นที่ชุ่มน้ำ (Gray และคณะ, 2000) โดยปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชั่น ได้แก่ สภาพไร้ออกซิเจน ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล อุณหภูมิ ชนิดของดิน ปริมาณดีไนตริฟายเออร์ ความเข้มข้นของไนเตรท และสภาพมีน้ำขัง (Vymazal, 1995 อ้างถึงในศุวศา กานตวนิชกูร, 2544) นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทสูงกว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน (รูปที่ 4.7 และ รูปที่ 4.8) เนื่องจากเมื่อกักเก็บน้ำไว้นานขึ้นทำให้พืชและสิ่งมีชีวิตในระบบก็สามารถดูดดึงแอมโมเนีย ไนเตรท และไนไตรท์ไปใช้ในการเจริญเติบโตได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของกฤติกา ทองสมบัติ (2546) ที่ทำการศึกษา การบำบัดน้ำเสียชุมชนขั้นที่ 3 โดยพื้นที่ชุ่มน้ำโกงกางใบใหญ่ โดยใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำ 5, 7 และ 10 วัน ตามลำดับ พบว่าที่ระยะเวลากักเก็บน้ำ 10 วัน มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทสูงกว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 7 และ 5 วัน ตามลำดับ



(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

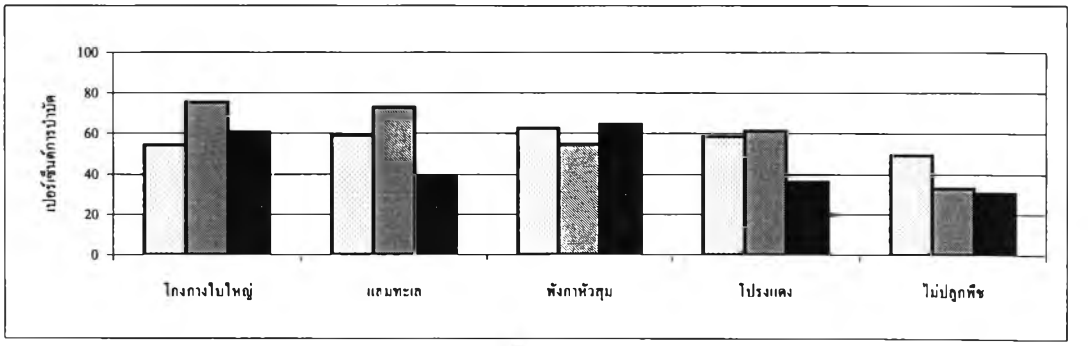


(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

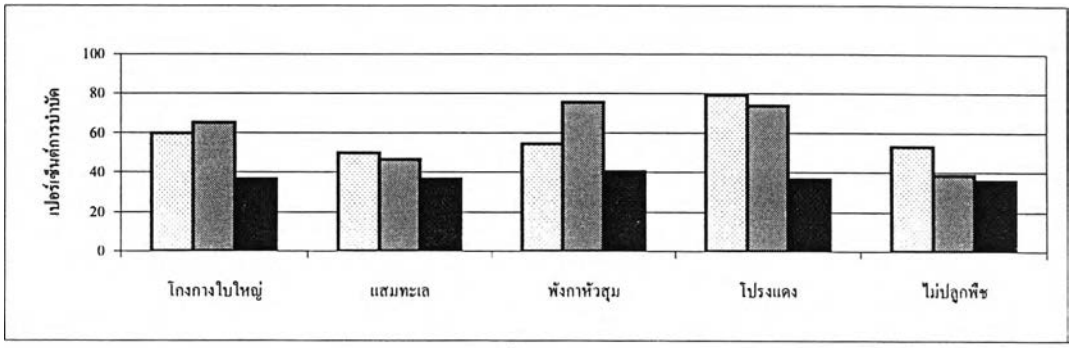


(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

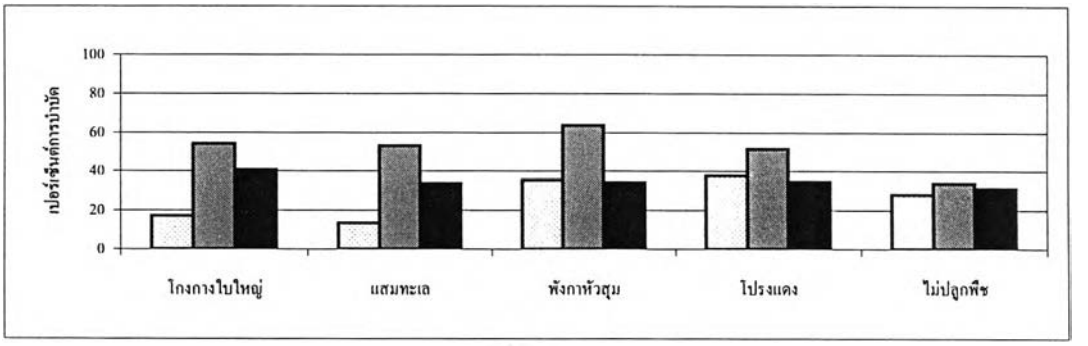
รูปที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน



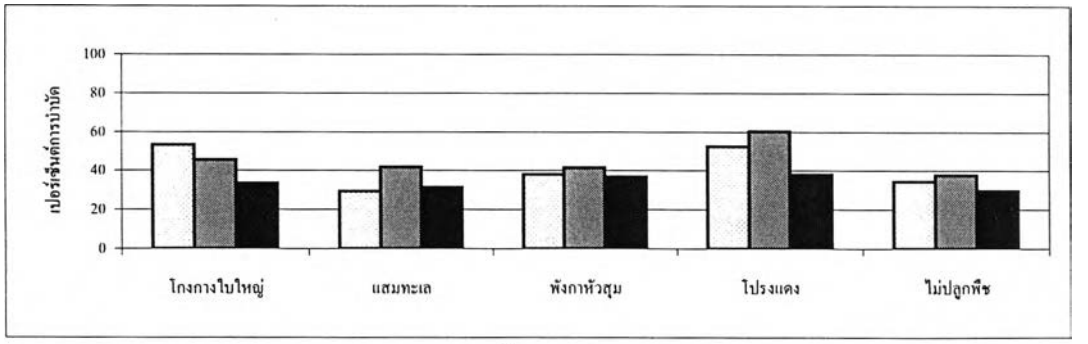
(ก) น้ำเสีย NW



(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย10 NW

รูปที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์การบำบัดไนเตรทของน้ำเสียแต่ละความเข้มข้นในชุดทดลองที่ปลูกพืชต่างชนิด

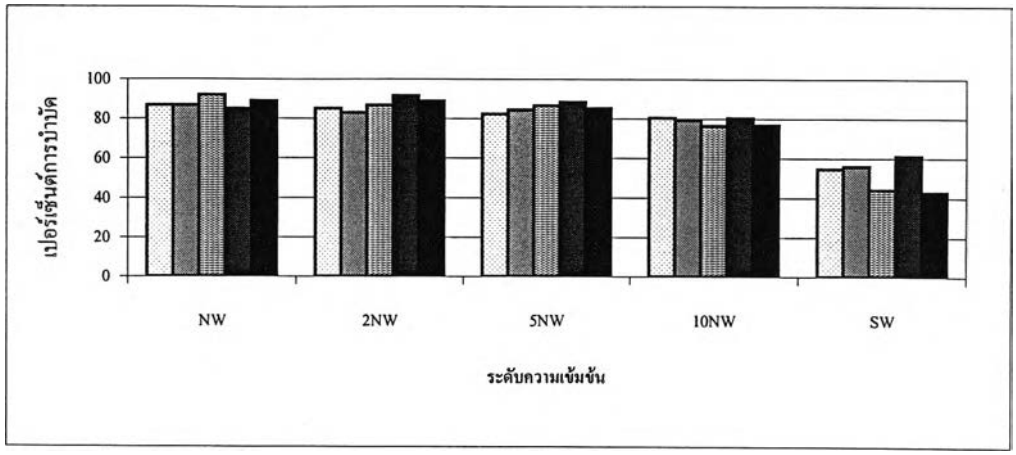
10) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus; TP)

น้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลอง NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 5.722-6.662, 6.749-9.814, 18.173-20.656 และ 41.126-46.888 mg/l ตามลำดับ ซึ่งน้ำเสีย 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ให้มีค่าเท่ากับ 8, 20 และ 40 mg/l ส่วนน้ำที่ออกจากชุดทดลองมีค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสทั้งหมดลดต่ำลงอยู่ในช่วง 0.406-1.330, 0.676-1.699, 2.384-3.744 และ 7.244-10.221 mg/l ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าน้ำที่เข้าสู่ชุดทดลอง (ตารางที่ ผ28 ถึง ตารางที่ ผ30)

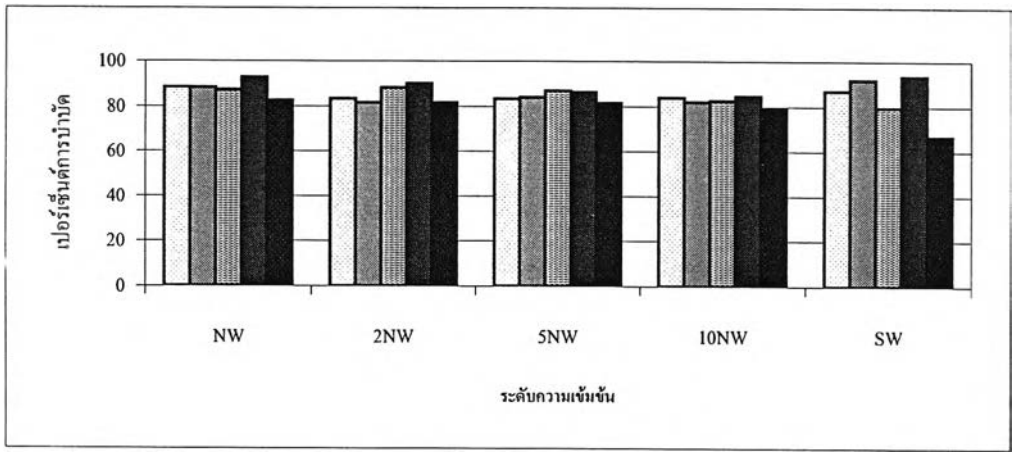
เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้พังกาหัวสุมดอกแดง และชุดควบคุมไม่ปลูกพืช โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำเสียสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดจะต่ำลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5NW และ 10NW ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ระดับความเข้มข้น NW และ 2NW มีความแตกต่างระหว่างชนิดพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 80.43-86.67, 79.14-86.64, 76.42-91.73 และ 80.32-91.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และชุดควบคุมไม่ปลูกพืชมีค่า 76.66-88.86 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ผ31)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 และ 3 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดมีแนวโน้มเช่นเดียวกับที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน คือ เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดจะต่ำลง และแม้ว่าจากการศึกษาจะไม่พบว่าพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่พบว่าชุดทดลองที่ปลูกพืชมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าชุดควบคุมไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ ผ32 ถึง ตารางที่ ผ33) ทั้งนี้เนื่องจากพืชสามารถนำฟอสฟอรัสในรูปออร์โธฟอสเฟตไปใช้ในการเจริญเติบโต โดยกระบวนการดูดซึม หรือการแพร่ผ่านน้ำในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน แต่ที่น่าสังเกต คือ แม้ว่าเปอร์เซ็นต์การบำบัดในชุดทดลองที่ปลูกพืชจะสูงกว่าชุดควบคุมไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าเปอร์เซ็นต์การบำบัดกลับมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากการบำบัดฟอสฟอรัสในพื้นที่ชุ่มน้ำ ดินเป็นปัจจัยสำคัญในการบำบัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาครั้งนี้ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินเลน ซึ่งคาดว่ามีแคลเซียม (Ca) ในปริมาณมาก หรือมีความเข้มข้นของอลูมิเนียม (Al) และเหล็ก (Fe) สูง ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับฟอสฟอรัสในพื้นชุ่มน้ำโดยฟอสฟอรัสจะตกตะกอนเคมีกับธาตุเหล่านี้ (Yang และคณะ, 2001; U.S.EPA., 2000 อ้างถึงใน Klomjek และ Nitisoravut, 2005) และเมื่อระยะเวลากักเก็บนานขึ้นประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสจะสูงขึ้น โดยพบว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 7 วันมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงกว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วันตามลำดับ (รูปที่ 4.9 และ รูปที่ 4.10) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ

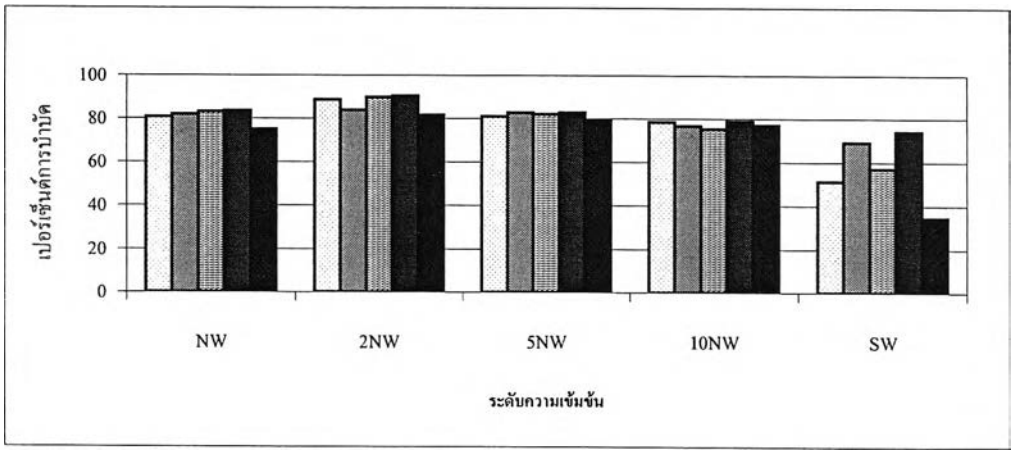
ระยะกักเก็บนานขึ้น ทำให้น้ำเสียจะสัมผัสกับดินได้นาน โดย Sansanayuth และคณะ (1996) ที่ทำการบำบัดน้ำทิ้งจากนากุ้ง โดยการสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ปลูกปรงทะเล โดยใช้การปล่อยน้ำแบบต่อเนื่อง พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 1, 2 และ 3 วัน เท่ากับ 43.8, 76.5 และ 66.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ กฤติกา ทองสมบัติ (2546) ที่ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียชุมชนขั้นที่สามโดยพื้นที่ชุ่มน้ำโกงกางใบใหญ่โดยใช้การปล่อยน้ำแบบกะ พบว่าที่ระยะเวลา กักเก็บ 10 วัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 7 และ 5 วัน ตามลำดับ



(ก) ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

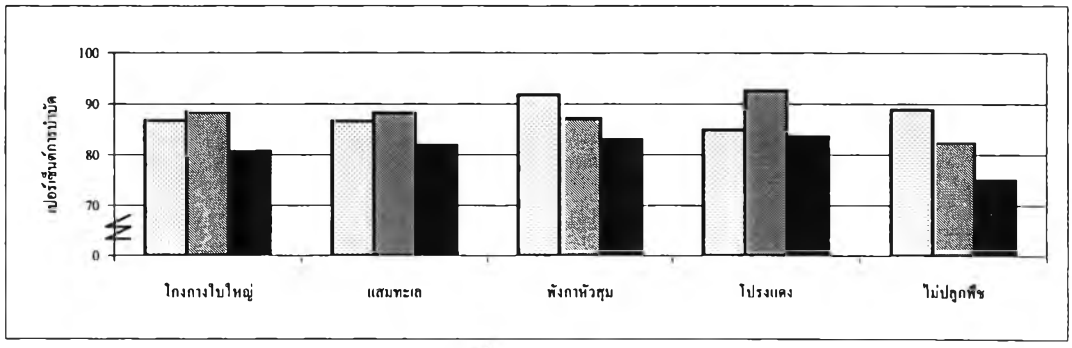


(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

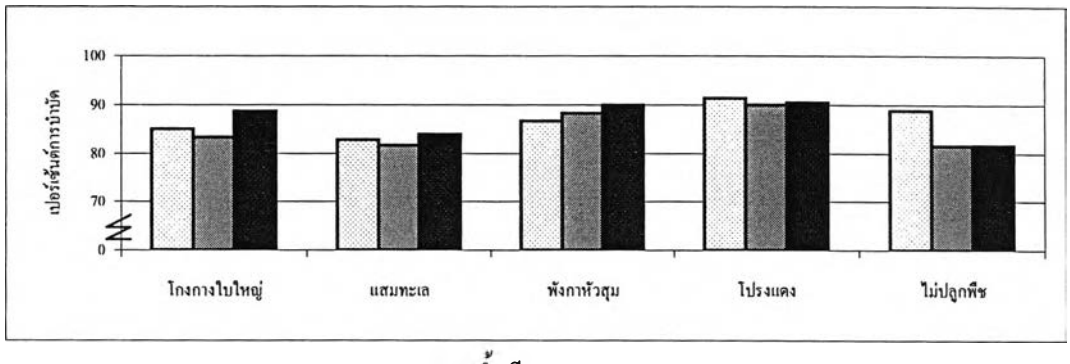


(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

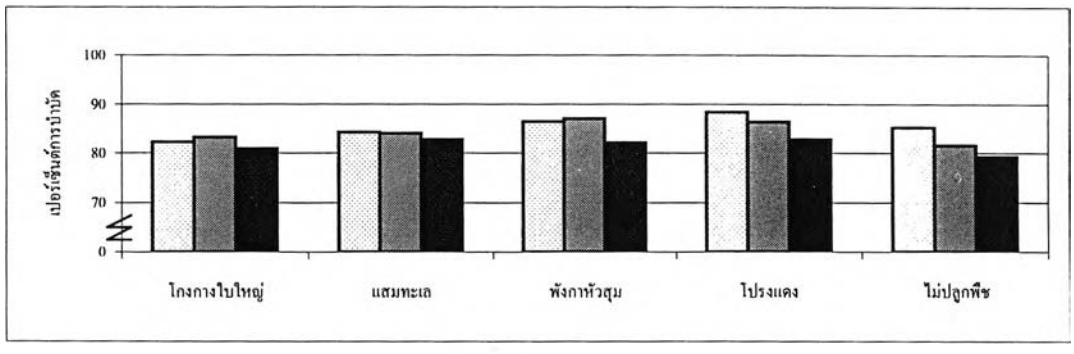
รูปที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเสียความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน



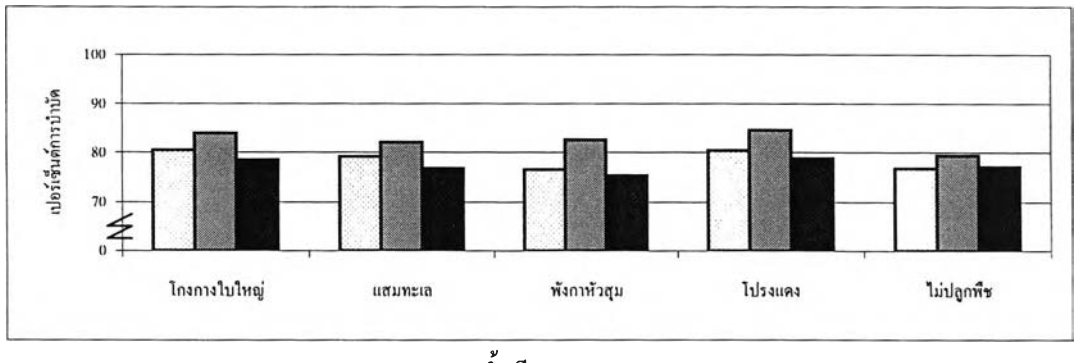
(ก) น้ำเสีย NW



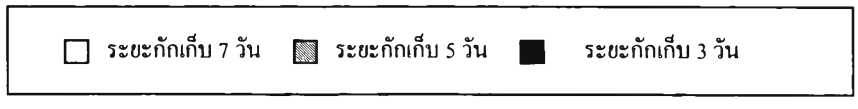
(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW



รูปที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์การบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำเสียแต่ละความเข้มข้นในชุดทดลองที่ปลูกพืชต่างชนิด

11) ออร์โธฟอสเฟต (ortho- phosphate; ortho-PO_4)

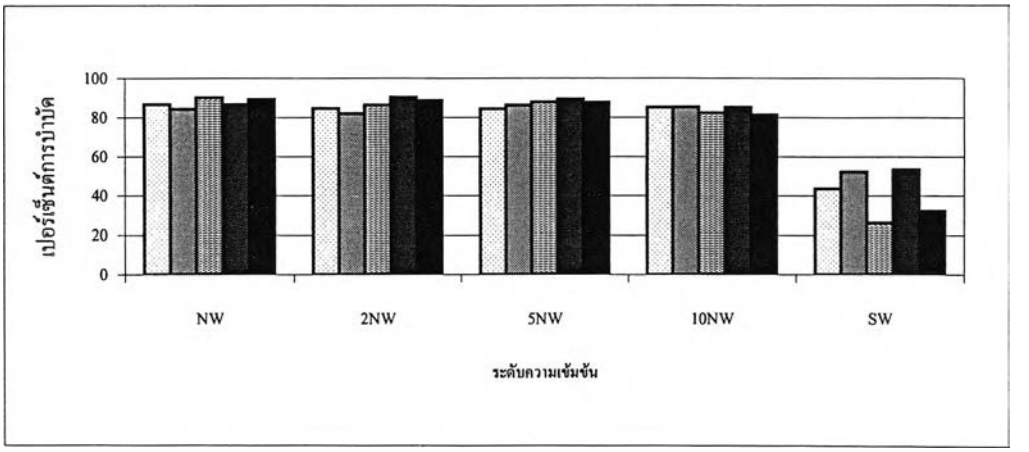
น้ำเสียที่เข้าสู่ชุดทดลอง NW, 2NW, 5NW และ 10NW มีค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟตอยู่ในช่วง 4.928-6.125, 6.156-9.013, 16.761-17.922 และ 38.207-39.645 mg/l ตามลำดับ ส่วนน้ำที่ออกจากชุดทดลอง มีค่าเฉลี่ยออร์โธฟอสเฟตต่ำลงอยู่ในช่วง 0.370-1.330, 0.600-1.699, 1.888-3.744 และ 5.651-10.221 mg/l ตามลำดับ (ตารางที่ ผ34 ถึง ตารางที่ ผ36)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตโดยวิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 5NW และ 10NW ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ระดับความเข้มข้น NW และ 2NW มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดงมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โฟอสเฟตอยู่ในช่วง 84.38-86.60, 81.95-85.22, 82.34-90.14 และ 85.15-90.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และชุดควบคุมไม่ปลูกพืชมีค่า 88.60-89.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ผ37)

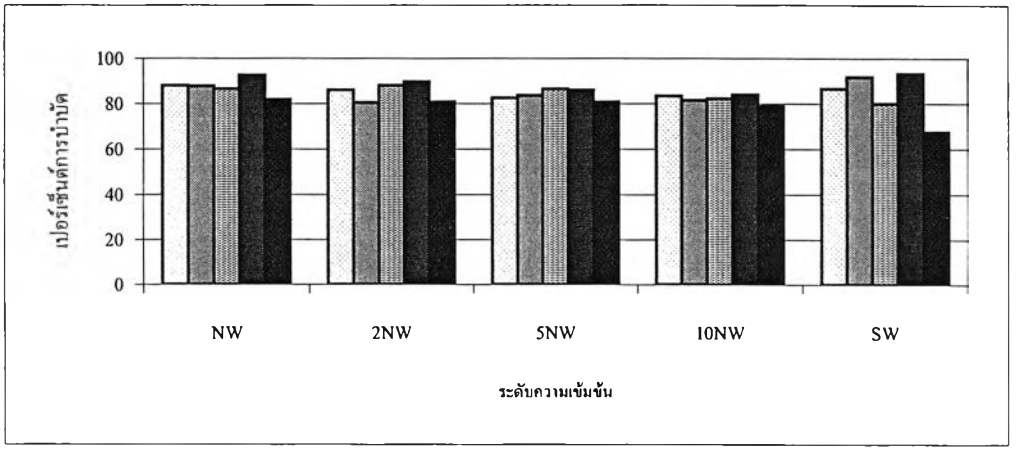
เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตสูงกว่าชุดควบคุมไม่ปลูกพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ ผ38)

เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 3 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล และชุดควบคุมไม่ปลูกพืช ขณะที่ชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้พังกาหัวสุมและโปรงแดง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างชนิดพืช พบว่าที่ระดับความเข้มข้น NW และ 5NW ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 2NW และ 10NW มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้มีเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตสูงกว่าชุดควบคุมไม่ปลูกพืช เช่นเดียวกับที่ระยะเวลากักเก็บน้ำเสีย 5 วัน (ตารางที่ ผ39) ทั้งนี้เนื่องจากพืชดูดดึงออร์โธฟอสเฟตไปใช้ประโยชน์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาด้านองค์ประกอบธาตุอาหารในพืชซึ่งพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในพืชเพิ่มขึ้นหลังจากสิ้นสุดการทดลอง อย่างไรก็ตาม ดินเป็นปัจจัยสำคัญในการบำบัดการบำบัดออร์โธฟอสเฟตโดยการแลกเปลี่ยนของออร์โธฟอสเฟตกับอนุภาคในชั้นน้ำ รวมทั้งกระบวนการดูดซับและการตกตะกอนทางเคมีกับดิน (Klomjek และ Nitisoravut, 2005)

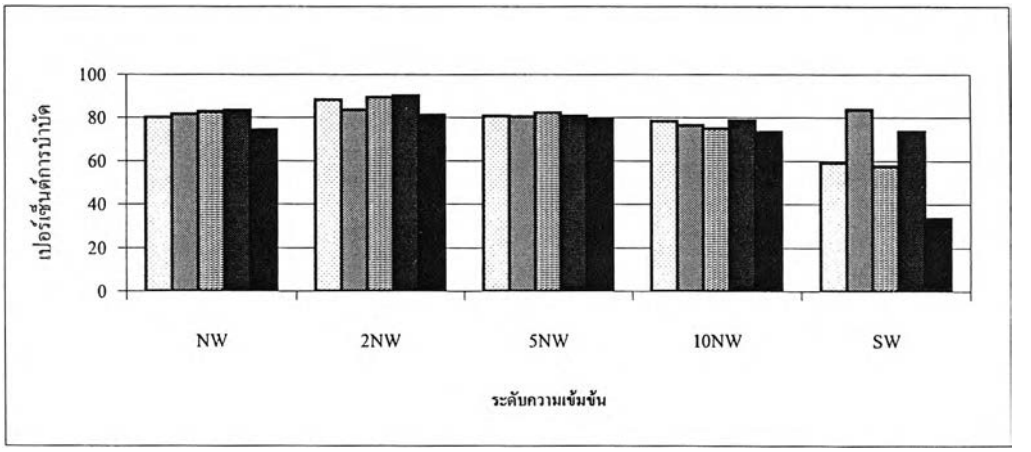
เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตที่ระยะเวลากักเก็บต่างกันพบว่าเมื่อระยะเวลากักเก็บนานขึ้นมีแนวโน้มว่าประสิทธิภาพในการบำบัดจะสูงขึ้นเช่นเดียวกับการบำบัดฟอสฟอรัสทั้งหมด (รูปที่ 4.11 และ รูปที่ 4.12)



(ก)ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน

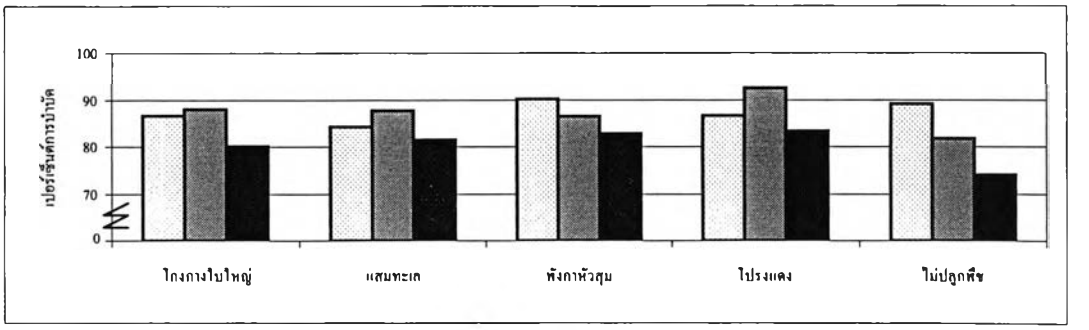


(ข) ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน

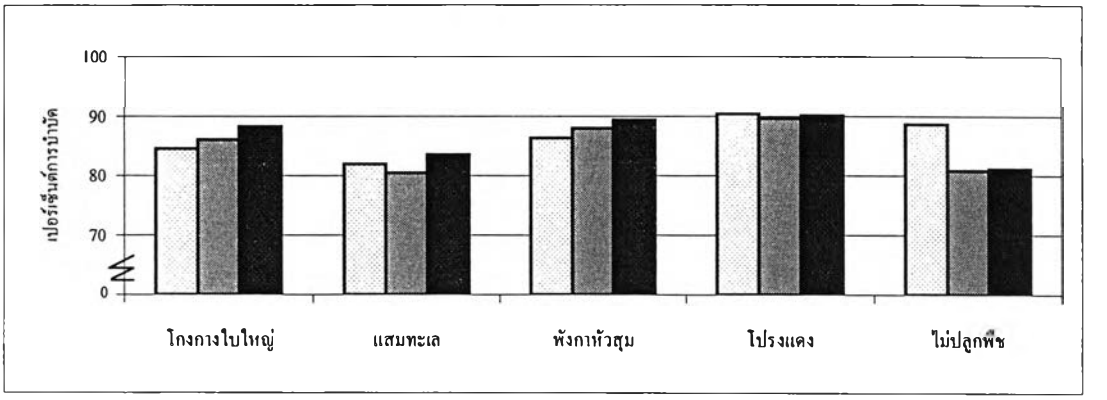


(ค) ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน

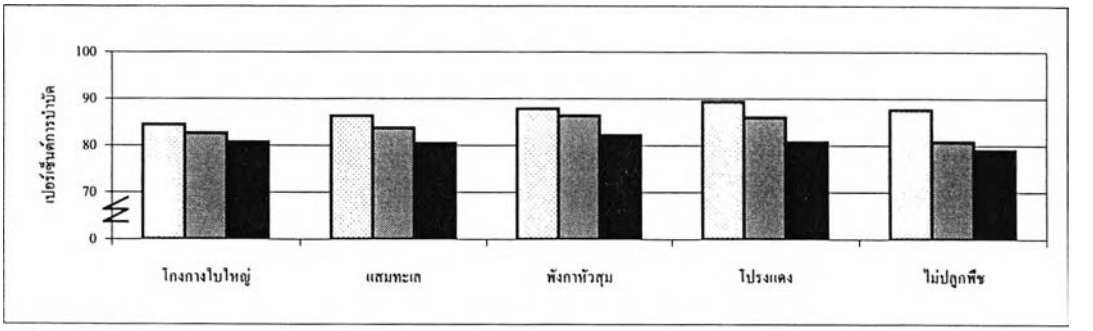
รูปที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน



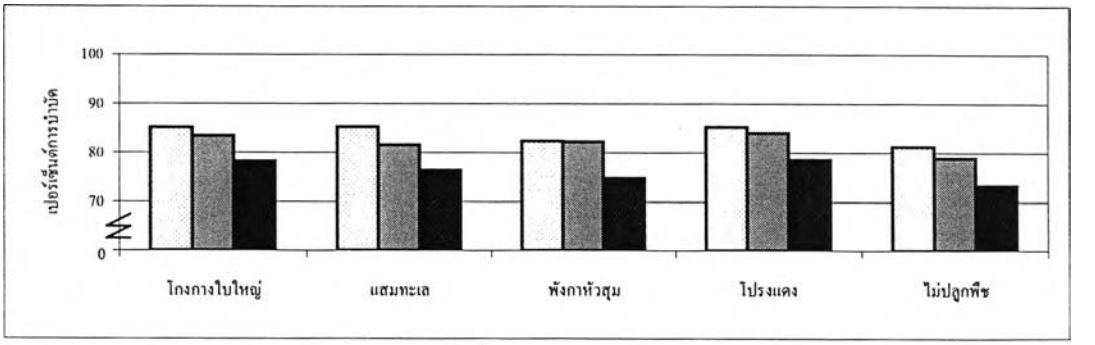
(ก) น้ำเสีย NW



(ข) น้ำเสีย 2NW



(ค) น้ำเสีย 5NW



(ง) น้ำเสีย 10NW

รูปที่ 4.12 เปอร์เซ็นต์การบำบัดออร์โธฟอสเฟตของน้ำเสียแต่ละความเข้มข้นในชุดทดลองที่ปลูกพืชต่างชนิด

4.2 ผลการศึกษาสมบัติของดิน

การศึกษาสมบัติของดิน จะทำการเก็บตัวอย่างดิน4 ครั้ง คือ ก่อนดำเนินการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1 (ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน), 2 (ภายหลังการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน) และ 3 (ภายหลังการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน) โดยสุ่มเก็บจากชุดทดลอง 3 จุดแล้วรวมเป็น 1 แล้วแบ่งตัวอย่างดินเป็น 2 ชั้น คือ ดินชั้นบน (ลึก 0-10 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (ลึก 10-20 เซนติเมตร)

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินจะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างดินซึ่งได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกัน และระหว่างก่อนและภายหลังการบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บต่างกัน two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หากพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของการสะสมธาตุอาหารของดินซึ่งได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกัน ระยะเวลากักเก็บต่างกัน และปลูกพืชต่างกัน โดยวิธี three-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

ก่อนการบำบัดน้ำเสียความเป็นกรด-ด่างของดินชั้นบนและดินชั้นล่างในชุดทดลองต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 8.15-8.77 และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน (รวม 3 ซ้ำ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเติมน้ำเสียแก่ชุดทดลองทำให้เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่นของแอมโมเนีย และอินทรีย์ไนโตรเจน การออกซิเดชั่นของซัลไฟด์ รวมทั้งผลิตภัณฑ์ของกรดที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Subbian และ Ramula, 1979 อ้างถึงใน Wong และคณะ, 1995) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tam และ Wong (1996) ซึ่งทำการศึกษาดินป่าชายเลนของสาธารณรัฐสังคมนิยมประชาชนจีน บริเวณเขตอนุรักษ์ธรรมชาติฟูเทียน และดินป่าชายเลนของเขตปกครองพิเศษฮ่องกง บริเวณซีเกียงโดยบรรจุลงในคอลัมน์บำบัดน้ำเสียที่มีความลึก 20 เซนติเมตร เมื่อมีการเติมน้ำเสียสังเคราะห์ พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดินลดลงในทุกชั้นดิน (0-1, 3-5, 5-10 และ มากกว่า 10 เซนติเมตร) สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่างของดินภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน และระยะเวลากักเก็บ 3 วัน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 4.16 และ ตารางที่ 4.17) ทั้งนี้เนื่องมาจากภายหลังการเก็บน้ำเสียและระบายน้ำเสียออกแล้วจะปล่อยให้แห้งนาน 4 วัน ทำให้ดินมีการระบายอากาศมีออกซิเจนเพียงพอต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้ซัลเฟตไม่ถูกรีดิวซ์เป็นซัลไฟด์ สังเกตได้จากการที่ดินไม่มีกลิ่นเหม็นของซัลไฟด์ และไม่มีสีดำคล้ำ

ดินในชุดทดลองทุกชุดมีสภาพเป็นด่าง ซึ่งแตกต่างจากดินป่าชายเลนโดยทั่วไปที่มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย ดังเช่นที่ Tam และ Wong (1996) ซึ่งทำการศึกษาดินป่าชายเลนของสาธารณรัฐสังคมนิยมประชาชนจีน บริเวณเขตอนุรักษ์ธรรมชาติฟูเทียน และดินป่าชายเลนของเขตปกครองพิเศษฮ่องกง บริเวณซีเกียง พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน เท่ากับ 6.43 และ 7.48 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ จิตต์ คงแสงไชย (2516) อ้างถึงใน เฉลิมชัย โชติกมาศ (2539) ที่ทำการศึกษาดินป่าชายเลนท้องที่จังหวัดพังงา พบว่ามีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 2.4-4.95 ทั้งนี้เพราะโดยทั่วไปดินป่าชายเลนธรรมชาติมีการท่วมขังของน้ำทะเลอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ดินป่าชายเลนมีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย แต่การเก็บตัวอย่างดินในขณะที่ดินแห้ง ดินจะเกิดการสัมผัสกับแสงและมีการเติมออกซิเจนสู่ดิน ทำให้เกิดการย่อยสลายของอินทรียวัตถุโดยกระบวนการไนตริฟิเคชั่นของแอมโมเนีย และอินทรีย์ไนโตรเจน การออกซิเดชั่นของซัลไฟด์เป็นกรดซัลฟูริก ทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด (Subbian และRamula, 1979 อ้างถึงใน Wong และคณะ, 1995) แต่สำหรับการทดลองครั้งนี้ภายหลังการเก็บน้ำเสียและระบายน้ำเสียออกแล้วจะปล่อยให้แห้งนาน 4 วัน ทำให้ดินมีการระบายอากาศ จึงไม่เกิดซัลไฟด์ขึ้นในชุดทดลอง นอกจากนี้หลังจากการปล่อยให้แห้งจะใส่น้ำทะเลลงในชุดทดลองและกักเก็บไว้นาน 3 วัน ทำให้ดินในชุดทดลองมีสภาพเป็นด่าง

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ความเป็นกรด-ด่าง			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{d}8.31\pm0.01^{b}$	$^{c}7.66\pm0.02^{c}$	$^{a}8.85\pm0.09^{a}$	$^{b}8.92\pm0.06^{a}$
	2NW	$^{b}8.47\pm0.02^{b}$	$^{d}7.43\pm0.05^{c}$	$^{a}8.88\pm0.08^{a}$	$^{c}8.80\pm0.05^{a}$
	5NW	$^{a}8.62\pm0.02^{b}$	$^{c}7.68\pm0.03^{c}$	$^{b}8.68\pm0.04^{a}$	$^{b}8.91\pm0.04^{a}$
	10NW	$^{c}8.39\pm0.02^{b}$	$^{b}7.84\pm0.06^{d}$	$^{a}8.85\pm0.07^{a}$	$^{d}8.12\pm0.04^{c}$
	SW	$^{b}8.45\pm0.01^{b}$	$^{a}8.46\pm0.01^{b}$	$^{c}8.46\pm0.02^{b}$	$^{a}9.10\pm0.04^{a}$
โคกกางใบใหญ่	NW	$^{a}8.46\pm0.02^{b}$	$^{c}7.45\pm0.03^{c}$	$^{a}8.75\pm0.07^{a}$	$^{a}8.91\pm0.16^{a}$
	2NW	$^{d}8.35\pm0.00^{c}$	$^{c}7.45\pm0.04^{d}$	$^{a}8.70\pm0.03^{b}$	$^{a}8.93\pm0.03^{a}$
	5NW	$^{b}8.43\pm0.00^{b}$	$^{d}7.26\pm0.08^{c}$	$^{a}8.85\pm0.16^{a}$	$^{a}8.76\pm0.07^{a}$
	10NW	$^{c}8.38\pm0.00^{b}$	$^{b}7.67\pm0.02^{d}$	$^{a}8.76\pm0.07^{a}$	$^{b}8.23\pm0.06^{c}$
	SW	$^{b}8.42\pm0.01^{b}$	$^{a}8.43\pm0.03^{b}$	$^{b}8.44\pm0.02^{b}$	$^{a}8.82\pm0.07^{a}$
แสมทะเล	NW	$^{a}8.45\pm0.00^{c}$	$^{b}7.60\pm0.03^{d}$	$^{a}8.88\pm0.05^{a}$	$^{b}8.76\pm0.04^{b}$
	2NW	$^{a}8.43\pm0.01^{b}$	$^{d}7.32\pm0.03^{c}$	$^{a}8.80\pm0.06^{a}$	$^{ab}8.83\pm0.06^{a}$
	5NW	$^{b}8.37\pm0.02^{b}$	$^{c}7.44\pm0.06^{c}$	$^{a}8.78\pm0.13^{a}$	$^{a}8.92\pm0.03^{a}$
	10NW	$^{a}8.42\pm0.01^{b}$	$^{b}7.54\pm0.05^{c}$	$^{a}8.76\pm0.09^{a}$	$^{c}8.65\pm0.07^{a}$
	SW	$^{c}8.15\pm0.02^{c}$	$^{a}8.18\pm0.04^{bc}$	$^{b}8.23\pm0.04^{b}$	$^{c}8.63\pm0.04^{a}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{a}8.60\pm0.01^{b}$	$^{c}7.52\pm0.03^{c}$	$^{b}8.69\pm0.03^{b}$	$^{a}9.19\pm0.15^{a}$
	2NW	$^{d}8.30\pm0.02^{b}$	$^{d}7.39\pm0.04^{c}$	$^{b}8.75\pm0.14^{a}$	$^{c}8.63\pm0.06^{a}$
	5NW	$^{b}8.41\pm0.00^{b}$	$^{b}7.69\pm0.03^{c}$	$^{b}8.78\pm0.04^{a}$	$^{b}8.84\pm0.06^{a}$
	10NW	$^{c}8.35\pm0.02^{b}$	$^{cd}7.47\pm0.05^{c}$	$^{a}8.91\pm0.04^{a}$	$^{a}9.05\pm0.15^{a}$
	SW	$^{b}8.40\pm0.02^{b}$	$^{a}8.35\pm0.07^{bc}$	$^{c}8.27\pm0.02^{c}$	$^{bc}8.82\pm0.04^{a}$
โปรงแดง	NW	$^{a}8.44\pm0.01^{b}$	$^{c}7.26\pm0.03^{c}$	$^{b}8.69\pm0.03^{a}$	$^{bc}8.65\pm0.05^{a}$
	2NW	$^{a}8.50\pm0.00^{b}$	$^{b}7.78\pm0.03^{c}$	$^{a}8.93\pm0.09^{a}$	$^{a}8.96\pm0.08^{a}$
	5NW	$^{b}8.52\pm0.01^{b}$	$^{c}7.62\pm0.03^{c}$	$^{a}b8.80\pm0.08^{a}$	$^{b}8.74\pm0.08^{a}$
	10NW	$^{b}8.45\pm0.02^{c}$	$^{d}7.41\pm0.06^{d}$	$^{a}8.93\pm0.09^{a}$	$^{b}8.78\pm0.06^{b}$
	SW	$^{b}8.43\pm0.02^{b}$	$^{a}8.42\pm0.05^{b}$	$^{c}8.38\pm0.04^{b}$	$^{c}8.58\pm0.04^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของดินชั้นบน (0-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ความเป็นกรด-ด่าง			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{b}8.39\pm0.02^{c}$	$^{bc}7.75\pm0.03^{d}$	$^{a}8.84\pm0.06^{a}$	$^{ab}8.71\pm0.06^{b}$
	2NW	$^{d}8.26\pm0.02^{c}$	$^{d}7.42\pm0.02^{d}$	$^{a}8.83\pm0.09^{a}$	$^{b}8.69\pm0.03^{b}$
	5NW	$^{a}8.46\pm0.02^{c}$	$^{b}7.76\pm0.07^{d}$	$^{b}8.65\pm0.07^{b}$	$^{a}8.80\pm0.06^{a}$
	10NW	$^{c}8.33\pm0.00^{b}$	$^{c}7.68\pm0.04^{d}$	$^{b}8.71\pm0.03^{a}$	$^{c}8.05\pm0.05^{c}$
	SW	$^{a}8.45\pm0.01^{b}$	$^{a}8.45\pm0.03^{b}$	$^{c}8.44\pm0.02^{b}$	$^{ab}8.77\pm0.07^{a}$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{a}8.50\pm0.02^{c}$	$^{b}7.75\pm0.04^{d}$	$^{a}8.93\pm0.02^{a}$	$^{a}8.68\pm0.04^{b}$
	2NW	$^{c}8.42\pm0.02^{b}$	$^{d}7.43\pm0.03^{c}$	$^{b}8.72\pm0.03^{a}$	$^{b}8.41\pm0.02^{b}$
	5NW	$^{bc}8.45\pm0.02^{b}$	$^{c}7.61\pm0.03^{c}$	$^{c}8.61\pm0.06^{a}$	$^{a}8.65\pm0.05^{a}$
	10NW	$^{b}8.45\pm0.01^{b}$	$^{d}7.49\pm0.07^{d}$	$^{bc}8.64\pm0.05^{a}$	$^{c}8.11\pm0.02^{c}$
	SW	$^{bc}8.43\pm0.00$	$^{a}8.46\pm0.02$	$^{d}8.42\pm0.01$	$^{b}8.47\pm0.04$
แสมทะเล	NW	$^{a}8.62\pm0.01^{b}$	$^{c}7.43\pm0.04^{c}$	$^{b}8.74\pm0.04^{a}$	$^{ab}8.65\pm0.04^{b}$
	2NW	$^{b}8.45\pm0.03^{c}$	$^{c}7.42\pm0.04^{d}$	$^{a}8.91\pm0.06^{a}$	$^{ab}8.67\pm0.03^{b}$
	5NW	$^{c}8.24\pm0.02^{c}$	$^{b}7.56\pm0.04^{d}$	$^{ab}8.86\pm0.12^{a}$	$^{b}8.58\pm0.05^{b}$
	10NW	$^{b}8.47\pm0.02^{b}$	$^{b}7.62\pm0.04^{c}$	$^{b}8.75\pm0.09^{a}$	$^{a}8.77\pm0.13^{a}$
	SW	$^{c}8.25\pm0.00^{b}$	$^{a}8.29\pm0.03^{b}$	$^{c}8.26\pm0.05^{b}$	$^{c}8.43\pm0.04^{a}$
พังกาหัวสุม	NW	$^{a}8.77\pm0.01^{a}$	$^{c}7.46\pm0.02^{b}$	$^{a}8.84\pm0.06^{a}$	$^{a}8.83\pm0.07^{a}$
	2NW	$^{c}8.27\pm0.00^{c}$	$^{b}7.44\pm0.03^{d}$	$^{b}8.65\pm0.11^{a}$	$^{d}8.50\pm0.03^{b}$
	5NW	$^{b}8.47\pm0.02^{b}$	$^{b}7.59\pm0.04^{c}$	$^{b}8.59\pm0.04^{a}$	$^{bc}8.65\pm0.10^{a}$
	10NW	$^{d}8.36\pm0.01^{b}$	$^{b}7.65\pm0.03^{c}$	$^{b}8.70\pm0.03^{a}$	$^{b}8.69\pm0.04^{a}$
	SW	$^{c}8.43\pm0.03^{b}$	$^{a}8.43\pm0.04^{b}$	$^{c}8.37\pm0.02^{b}$	$^{cd}8.57\pm0.04^{a}$
โปรงแดง	NW	8.44 ± 0.00	6.56 ± 1.78	$^{c}8.64\pm0.05$	$^{bc}8.53\pm0.04$
	2NW	8.46 ± 0.02^{c}	7.70 ± 0.04^{d}	$^{a}9.00\pm0.09^{a}$	$^{a}8.86\pm0.09^{b}$
	5NW	8.44 ± 0.01^{b}	7.60 ± 0.06^{c}	$^{c}8.63\pm0.04^{a}$	$^{b}8.55\pm0.06^{a}$
	10NW	8.46 ± 0.01^{b}	7.49 ± 0.02^{c}	$^{b}8.82\pm0.05^{a}$	$^{c}8.42\pm0.06^{b}$
	SW	8.43 ± 0.02^{b}	8.43 ± 0.04^{b}	$^{d}8.42\pm0.02^{b}$	$^{b}8.60\pm0.02^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ความเค็มของดิน (salinity)

ก่อนการบำบัดน้ำเสียความเค็มของดินชั้นบนและดินชั้นล่างในชุดทดลองต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 2.87-4.30 และ 2.83-4.13 psu ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน ความเค็มของดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วง 1.63-2.53, 1.43-1.90 และ 1.00-1.80 psu ตามลำดับ สำหรับความเค็มของดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง 1.93-3.10, 1.67-2.70 และ 1.73-3.57 psu ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างความเค็มระหว่างความเข้มข้น และระยะเวลากักเก็บโดยวิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยภายหลังการบำบัดน้ำเสียในแต่ละระยะเวลากักเก็บ ความเค็มของดินในชุดทดลองลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากการเติมน้ำเสียที่มีความเค็มต่ำจะทำให้เกลือในดินละลายออกมา โดยน้ำจะชะเกลือจากดินชั้นบนลงสู่ดินชั้นล่าง และออกจากชุดทดลองในรูปเกลือที่ละลายน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองด้านคุณภาพน้ำที่พบว่าน้ำที่ออกจากชุดทดลองมีค่าความเค็มสูงกว่าน้ำที่เข้าสู่ชุดทดลอง และนอกจากนี้ยังพบว่าดินชั้นล่างมีความเค็มมากกว่าดินชั้นบน สำหรับชุดควบคุมน้ำทะเล เมื่อเปรียบเทียบความเค็มระหว่างระยะเวลากักเก็บ มีแนวโน้มว่าภายหลังการทดลองในแต่ละระยะกักเก็บความเค็มจะสูงขึ้น (ตารางที่ 4.18 และ ตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยความเค็มของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ความเค็ม (psu)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{bc}3.23\pm0.06^{a}$	$^{b}1.87\pm0.06^{b}$	$^{bc}1.60\pm0.20^{b}$	$^{c}1.20\pm0.30^{c}$
	2NW	$^{a}3.63\pm0.06^{a}$	$^{b}1.90\pm0.10^{b}$	$^{b}1.73\pm0.11^{b}$	$^{bc}1.43\pm0.15^{c}$
	5NW	$^{c}3.13\pm0.11^{a}$	$^{b}1.67\pm0.21^{b}$	$^{b}1.77\pm0.11^{b}$	$^{c}1.23\pm0.15^{c}$
	10NW	$^{ab}3.47\pm0.25^{a}$	$^{b}1.73\pm0.06^{b}$	$^{c}1.43\pm0.15^{b}$	$^{b}1.73\pm0.06^{c}$
	SW	$^{abc}3.40\pm0.17$	$^{a}3.40\pm0.226$	$^{a}3.60\pm0.10$	$^{a}3.80\pm0.26$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{b}3.23\pm0.06^{a}$	$^{bc}2.00\pm0.10^{b}$	$^{b}1.47\pm0.11^{c}$	$^{b}1.33\pm0.11^{c}$
	2NW	$^{b}3.30\pm0.10^{a}$	$^{b}2.13\pm0.11^{b}$	$^{b}1.73\pm0.06^{c}$	$^{b}1.57\pm0.11^{c}$
	5NW	$^{b}3.70\pm0.53^{a}$	$^{c}1.80\pm0.10^{b}$	$^{b}1.77\pm0.06^{b}$	$^{b}1.67\pm0.15^{b}$
	10NW	$^{a}4.30\pm0.00^{a}$	$^{c}1.83\pm0.11^{b}$	$^{b}1.57\pm0.15^{c}$	$^{b}1.40\pm0.00^{c}$
	SW	$^{b}3.50\pm0.26$	$^{a}3.43\pm0.11$	$^{a}3.63\pm0.35$	$^{a}3.90\pm0.40$
แสมทะเล	NW	$^{c}3.23\pm0.56^{a}$	$^{c}1.87\pm0.06^{b}$	$^{cd}1.67\pm0.06^{c}$	$^{c}1.40\pm0.17^{d}$
	2NW	$^{c}3.10\pm0.00^{a}$	$^{c}1.97\pm0.06^{b}$	$^{bc}1.83\pm0.11^{b}$	$^{c}1.13\pm0.25^{c}$
	5NW	$^{a}3.83\pm0.11^{a}$	$^{b}2.53\pm0.21^{b}$	$^{d}1.53\pm0.06^{c}$	$^{c}1.37\pm0.06^{c}$
	10NW	$^{b}3.57\pm0.11^{a}$	$^{b}2.40\pm0.20^{b}$	$^{b}2.00\pm0.10^{c}$	$^{b}1.80\pm0.10^{c}$
	SW	$^{c}3.27\pm0.21$	$^{a}3.43\pm0.21$	$^{a}3.43\pm0.21$	$^{a}3.77\pm0.11$
พังกาหัวสุม	NW	$^{c}3.17\pm0.23^{a}$	$^{c}1.97\pm0.15^{b}$	$^{c}1.57\pm0.11^{c}$	$^{cd}1.10\pm0.20^{d}$
	2NW	$^{a}4.27\pm0.21^{a}$	$^{b}2.23\pm0.06^{b}$	$^{c}1.50\pm0.10^{c}$	$^{bc}1.47\pm0.11^{c}$
	5NW	$^{c}3.13\pm0.11^{a}$	$^{b}2.27\pm0.11^{b}$	$^{b}1.90\pm0.20^{c}$	$^{b}1.80\pm0.10^{c}$
	10NW	$^{c}3.10\pm0.10^{a}$	$^{c}1.63\pm0.15^{b}$	$^{c}1.43\pm0.06^{b}$	$^{d}1.00\pm0.36^{c}$
	SW	$^{b}3.70\pm0.20$	$^{a}3.50\pm0.20$	$^{a}3.50\pm0.20$	$^{a}3.77\pm0.21$
โปรงแดง	NW	$^{a}3.40\pm0.10^{a}$	$^{bc}1.70\pm0.10^{b}$	$^{c}1.50\pm0.10^{c}$	$^{cd}1.37\pm0.11^{c}$
	2NW	$^{a}3.40\pm0.10^{a}$	$^{c}1.63\pm0.30^{b}$	$^{c}1.40\pm0.00^{bc}$	$^{d}1.27\pm0.11^{c}$
	5NW	$^{b}2.87\pm0.11^{a}$	$^{b}1.97\pm0.11^{b}$	$^{b}1.77\pm0.06^{c}$	$^{bc}1.53\pm0.11^{d}$
	10NW	$^{a}3.53\pm0.05^{a}$	$^{b}1.97\pm0.06^{b}$	$^{b}1.77\pm0.56^{c}$	$^{b}1.60\pm0.10^{d}$
	SW	$^{a}3.40\pm0.26^{c}$	$^{a}3.57\pm0.11^{bc}$	$^{a}3.80\pm0.26^{ab}$	$^{a}3.97\pm0.06^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยความเค็มของดินชั้นล่าง (0-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ความเค็ม (psu)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{b}3.13\pm0.11^{a}$	$^{b}2.07\pm0.15^{c}$	$^{c}1.83\pm0.11^{c}$	$^{b}2.53\pm0.21^{b}$
	2NW	$^{b}3.23\pm0.11^{a}$	$^{b}2.17\pm0.11^{b}$	$^{bc}2.03\pm0.15^{b}$	$^{c}1.93\pm0.11^{b}$
	5NW	$^{b}3.23\pm0.11^{a}$	$^{b}2.20\pm0.10^{b}$	$^{b}2.17\pm0.15^{b}$	$^{c}1.93\pm0.25^{b}$
	10NW	$^{b}3.03\pm0.11^{a}$	$^{b}2.17\pm0.06^{c}$	$^{b}2.23\pm0.06^{c}$	$^{b}2.60\pm0.30^{b}$
	SW	$^{a}3.53\pm0.06$	$^{a}3.70\pm0.20$	$^{a}3.90\pm0.20$	$^{a}3.87\pm0.40$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{b}3.00\pm0.10^{a}$	$^{c}2.20\pm0.10^{b}$	$^{c}1.87\pm0.11^{b}$	$^{c}2.33\pm0.11^{b}$
	2NW	$^{b}3.00\pm0.10^{a}$	$^{c}2.23\pm0.21^{c}$	$^{c}1.87\pm0.06^{d}$	$^{bc}2.63\pm0.21^{b}$
	5NW	$^{b}3.83\pm0.11$	$^{c}2.10\pm0.17$	$^{c}2.07\pm0.11$	$^{c}2.13\pm0.23$
	10NW	$^{a}4.10\pm0.10^{a}$	$^{b}3.00\pm0.10^{b}$	$^{b}2.60\pm0.26^{c}$	$^{b}3.17\pm0.21^{b}$
	SW	$^{b}3.50\pm0.20^{b}$	$^{a}3.67\pm0.06^{b}$	$^{a}3.67\pm0.06^{b}$	$^{a}5.27\pm0.85^{a}$
แสมทะเล	NW	$^{b}3.60\pm0.20^{a}$	$^{d}2.27\pm0.06^{b}$	$^{d}2.13\pm0.11^{c}$	$^{c}2.70\pm0.10^{c}$
	2NW	$^{c}3.10\pm0.10^{a}$	$^{c}2.83\pm0.11^{b}$	$^{d}2.10\pm0.10^{c}$	$^{d}1.73\pm0.21^{d}$
	5NW	$^{a}4.13\pm0.25^{a}$	$^{a}3.50\pm0.10^{b}$	$^{c}2.43\pm0.15^{b}$	$^{b}3.43\pm0.30^{c}$
	10NW	$^{b}3.83\pm0.11^{a}$	$^{b}3.10\pm0.10^{b}$	$^{b}2.70\pm0.10^{c}$	$^{c}2.67\pm0.06^{c}$
	SW	$^{b}3.77\pm0.21$	$^{a}3.63\pm0.23$	$^{a}3.67\pm0.21$	$^{a}4.03\pm0.1.5$
พังกาหัวสุม	NW	$^{c}3.20\pm0.10^{a}$	$^{c}2.23\pm0.06^{b}$	$^{d}1.67\pm0.21^{c}$	$^{c}2.20\pm0.10^{b}$
	2NW	$^{a}4.13\pm0.06^{a}$	$^{c}2.37\pm0.15^{b}$	$^{cd}2.00\pm0.10^{b}$	$^{ab}3.57\pm0.64^{a}$
	5NW	$^{d}2.83\pm0.06^{b}$	$^{b}2.77\pm0.15^{bc}$	$^{b}2.47\pm0.21^{c}$	$^{b}3.27\pm0.25^{a}$
	10NW	$^{c}3.20\pm0.10^{a}$	$^{c}2.17\pm0.15^{b}$	$^{bc}2.27\pm0.25^{b}$	$^{c}2.03\pm0.06^{b}$
	SW	$^{b}3.43\pm0.11^{c}$	$^{a}3.73\pm0.15^{b}$	$^{a}3.73\pm0.15^{b}$	$^{a}4.07\pm0.06^{a}$
โปรงแดง	NW	$^{a}3.57\pm0.15^{a}$	$^{c}1.93\pm0.15^{b}$	$^{cd}1.90\pm0.10^{b}$	$^{c}1.93\pm0.06^{b}$
	2NW	$^{b}3.23\pm0.11^{a}$	$^{c}2.20\pm0.10^{b}$	$^{d}1.67\pm0.15^{c}$	$^{d}1.67\pm0.11^{c}$
	5NW	$^{c}2.93\pm0.06^{a}$	$^{b}2.60\pm0.17^{b}$	$^{c}2.03\pm0.15^{c}$	$^{c}2.07\pm0.15^{c}$
	10NW	$^{a}3.60\pm0.10^{a}$	$^{b}2.77\pm0.06^{b}$	$^{c}2.43\pm0.15^{c}$	$^{b}2.83\pm0.06^{b}$
	SW	$^{a}3.70\pm0.20^{b}$	$^{a}3.73\pm0.23^{b}$	$^{a}3.77\pm0.21^{b}$	$^{a}4.37\pm0.06^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) การนำไฟฟ้าของดิน (conductivity)

ก่อนการบำบัดน้ำเสียการนำไฟฟ้าของดินชั้นบนและดินชั้นล่างในชุดทดลองต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 5.54-8.23 และ 5.48-8.56 mS/cm ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน การนำไฟฟ้าของดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วง 3.36-4.98, 2.90-4.04 และ 1.98-3.71 mS/cm ตามลำดับ สำหรับการนำไฟฟ้าของดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง 4.21-6.65, 3.34-5.30 และ 3.38-6.82 mS/cm ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างการนำไฟฟ้าระหว่างความเข้มข้น และระยะเวลากักเก็บโดยวิธี two-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยภายหลังการทดลองในแต่ละระยะเวลากักเก็บ การนำไฟฟ้าของดินในชุดทดลองส่วนใหญ่ลดลง เนื่องจากการนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับปริมาณของเกลือในดิน ถ้าหากมีเกลือในดินสูง การนำไฟฟ้าจะสูง และถ้าปริมาณเกลือในดินลดลง การนำไฟฟ้าก็จะลดลงด้วย (U.S. Salinity Laboratory Statt, 1954 อ้างถึงในกฤติกา ทองสมบัติ, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในการทดลองครั้งนี้ที่พบว่าความเค็มของดินก่อนการทดลองบำบัดน้ำเสียมีค่าสูงกว่าภายหลังการทดลอง ดังนั้นการนำไฟฟ้าก่อนการทดลองจึงสูงกว่าภายหลังการทดลองด้วย รวมทั้งการที่ดินชั้นล่างมีการนำไฟฟ้าสูงกว่าดินชั้นบน สำหรับชุดควบคุมน้ำทะเล เมื่อเปรียบเทียบการนำไฟฟ้าระหว่างระยะเวลากักเก็บ มีแนวโน้มว่าภายหลังการทดลองในแต่ละระยะเวลากักเก็บการนำไฟฟ้าจะสูงขึ้น (ตารางที่ 4.20 และ ตารางที่ 4.21)

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	การนำไฟฟ้า (mS/cm)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	6.27 ± 0.04^{a}	$^{b}3.75\pm0.13^{b}$	$^{bc}3.21\pm0.43^{b}$	$^{c}2.42\pm0.59^{c}$
	2NW	6.85 ± 0.09^{a}	$^{b}3.80\pm0.32^{b}$	$^{b}3.56\pm0.12^{b}$	$^{bc}2.98\pm0.28^{c}$
	5NW	6.12 ± 0.12^{a}	$^{b}3.53\pm0.13^{b}$	$^{b}3.69\pm0.18^{b}$	$^{c}2.54\pm0.24^{c}$
	10NW	6.70 ± 0.49^{a}	$^{b}3.36\pm0.11^{b}$	$^{c}2.97\pm0.34^{b}$	$^{b}3.55\pm0.05^{b}$
	SW	6.54 ± 0.38	$^{a}6.52\pm0.50$	$^{a}6.90\pm0.18$	$^{a}7.15\pm0.37$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{c}6.14\pm0.13^{a}$	$^{bc}4.04\pm0.14^{b}$	$^{b}3.01\pm0.22^{c}$	$^{c}2.68\pm0.27^{c}$
	2NW	$^{bc}6.32\pm0.18^{a}$	$^{b}4.33\pm0.23^{b}$	$^{b}3.29\pm0.10^{c}$	$^{bc}3.27\pm0.20^{c}$
	5NW	$^{b}7.12\pm0.86^{a}$	$^{c}3.71\pm0.22^{b}$	$^{b}3.62\pm0.12^{b}$	$^{b}3.46\pm0.27^{b}$
	10NW	$^{a}8.12\pm0.01^{a}$	$^{c}3.75\pm0.20^{b}$	$^{b}3.37\pm0.30^{c}$	$^{bc}2.90\pm0.17^{d}$
	SW	$^{bc}6.72\pm0.51$	$^{a}6.54\pm0.25$	$^{a}6.94\pm0.68$	$^{a}7.46\pm0.67$
แสมทะเล	NW	$^{c}6.28\pm0.06^{a}$	$^{c}3.82\pm0.14^{b}$	$^{cd}3.44\pm0.10^{b}$	$^{c}2.91\pm0.41^{c}$
	2NW	$^{c}6.06\pm0.05^{a}$	$^{c}4.01\pm0.13^{b}$	$^{bc}3.72\pm0.19^{b}$	$^{c}2.39\pm0.57^{c}$
	5NW	$^{a}7.39\pm0.22^{a}$	$^{b}4.98\pm0.36^{b}$	$^{d}3.10\pm0.14^{c}$	$^{c}2.84\pm0.16^{c}$
	10NW	$^{b}6.88\pm0.08^{a}$	$^{b}4.79\pm0.15^{b}$	$^{b}4.04\pm0.06^{c}$	$^{b}3.71\pm0.22^{d}$
	SW	$^{c}6.32\pm0.41$	$^{a}6.51\pm0.40$	$^{a}6.51\pm0.40$	$^{a}7.24\pm0.26$
พังกาหัวสุม	NW	$^{c}6.05\pm0.38^{a}$	$^{c}3.96\pm0.26^{b}$	$^{c}3.19\pm0.29^{c}$	$^{d}2.35\pm0.46^{d}$
	2NW	$^{a}8.23\pm0.36^{a}$	$^{b}4.65\pm0.08^{b}$	$^{c}3.03\pm0.21^{c}$	$^{bc}3.05\pm0.33^{c}$
	5NW	$^{c}6.07\pm0.15^{a}$	$^{b}4.55\pm0.19^{b}$	$^{b}3.81\pm0.24^{c}$	$^{b}3.58\pm0.40^{c}$
	10NW	$^{c}5.99\pm0.18^{a}$	$^{d}3.47\pm0.23^{b}$	$^{c}2.96\pm0.18^{b}$	$^{cd}1.98\pm0.69^{c}$
	SW	$^{b}7.16\pm0.39$	$^{a}6.72\pm0.38$	$^{a}6.72\pm0.38$	$^{a}7.23\pm0.38$
โปรงแดง	NW	$^{a}6.53\pm0.27^{a}$	$^{bc}3.52\pm0.14^{b}$	$^{bc}3.29\pm0.29^{bc}$	$^{bc}2.90\pm0.23^{c}$
	2NW	$^{a}6.54\pm0.20^{a}$	$^{c}3.44\pm0.59^{b}$	$^{c}2.90\pm0.17^{bc}$	$^{c}2.58\pm0.33^{c}$
	5NW	$^{b}5.54\pm0.28^{a}$	$^{bc}3.87\pm0.23^{b}$	$^{b}3.60\pm0.09^{bc}$	$^{bc}3.13\pm0.36^{c}$
	10NW	$^{a}6.83\pm0.09^{a}$	$^{b}4.08\pm0.13^{b}$	$^{b}3.50\pm0.06^{c}$	$^{b}3.28\pm0.37^{c}$
	SW	$^{a}6.52\pm0.50^{b}$	$^{a}6.87\pm0.18a^{b}$	$^{a}7.25\pm0.45^{a}$	$^{a}7.48\pm0.17^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	การนำไฟฟ้า (mS/cm			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	$^{b}6.10\pm0.12^{a}$	$^{b}4.21\pm0.33^{c}$	$^{c}3.56\pm0.31^{d}$	$^{bc}4.91\pm0.42^{b}$
	2NW	$^{b}6.22\pm0.19^{a}$	$^{b}4.28\pm0.19^{b}$	$^{b}4.13\pm0.30^{b}$	$^{c}3.89\pm0.39^{b}$
	5NW	$^{b}6.27\pm0.12^{a}$	$^{b}4.40\pm0.18^{b}$	$^{b}4.54\pm0.28^{b}$	$^{c}3.90\pm0.62^{b}$
	10NW	$^{b}5.98\pm0.29^{a}$	$^{b}4.31\pm0.30^{c}$	$^{b}4.62\pm0.21^{bc}$	$^{b}5.06\pm0.50^{b}$
	SW	$^{a}6.82\pm0.07$	$^{a}7.14\pm0.38$	$^{a}7.48\pm0.37$	$^{a}7.38\pm0.81$
โกงกางใบใหญ่	NW	$^{b}5.85\pm0.25^{a}$	$^{c}4.39\pm0.15^{b}$	$^{c}3.83\pm0.39^{c}$	$^{c}4.62\pm0.17^{b}$
	2NW	$^{b}5.83\pm0.21^{a}$	$^{c}4.43\pm0.29^{c}$	$^{c}3.82\pm0.14^{d}$	$^{bc}4.96\pm0.31^{b}$
	5NW	$^{b}7.40\pm0.22^{a}$	$^{c}4.28\pm0.23^{b}$	$^{c}4.27\pm0.21^{b}$	$^{c}4.33\pm0.32^{b}$
	10NW	$^{a}8.58\pm0.16^{a}$	$^{b}5.96\pm0.07^{b}$	$^{b}5.19\pm0.60^{c}$	$^{b}6.18\pm0.41^{b}$
	SW	$^{a}6.35\pm0.36^{b}$	$^{a}7.56\pm0.10^{b}$	$^{a}7.56\pm0.10^{b}$	$^{a}9.95\pm5.59^{a}$
แสมทะเล	NW	$^{c}6.58\pm0.19^{a}$	$^{c}4.66\pm0.17^{c}$	$^{cd}4.40\pm0.26^{c}$	$^{c}5.19\pm0.24^{b}$
	2NW	$^{d}6.01\pm0.22^{a}$	$^{b}5.64\pm0.32^{a}$	$^{d}4.09\pm0.30^{b}$	$^{d}3.45\pm0.39^{c}$
	5NW	$^{a}7.86\pm0.32^{a}$	$^{a}6.65\pm0.17^{b}$	$^{bc}4.83\pm0.14^{c}$	$^{b}6.53\pm0.42^{b}$
	10NW	$^{b}7.29\pm0.25^{a}$	$^{b}6.05\pm0.21^{b}$	$^{b}5.30\pm0.39^{c}$	$^{c}5.14\pm0.17^{c}$
	SW	$^{b}7.24\pm0.39$	$^{a}6.97\pm0.52$	$^{a}6.96\pm0.53$	$^{a}7.93\pm0.71$
พังกาหัวสุม	NW	$^{b}6.22\pm0.13^{a}$	$^{c}4.65\pm0.17^{b}$	$^{d}3.42\pm0.59^{b}$	$^{c}4.38\pm0.34^{c}$
	2NW	$^{a}8.10\pm0.34^{a}$	$^{c}4.74\pm0.28^{c}$	$^{cd}4.05\pm0.09^{c}$	$^{ab}6.82\pm1.13^{b}$
	5NW	$^{c}5.48\pm0.13^{b}$	$^{b}5.27\pm0.35^{b}$	$^{b}4.90\pm0.35^{b}$	$^{b}6.41\pm0.34^{a}$
	10NW	$^{b}6.19\pm0.12^{a}$	$^{c}4.28\pm0.31^{b}$	$^{bc}4.63\pm0.43^{b}$	$^{c}4.10\pm0.13^{b}$
	SW	$^{b}6.44\pm0.18^{c}$	$^{a}7.09\pm0.24^{b}$	$^{a}7.09\pm0.24^{b}$	$^{a}7.66\pm0.23^{a}$
โปรงแดง	NW	$^{a}6.76\pm0.27^{a}$	$^{c}3.94\pm0.28^{b}$	$^{c}3.97\pm0.26^{b}$	$^{c}3.99\pm0.33^{b}$
	2NW	$^{b}6.21\pm0.18^{a}$	$^{b}4.66\pm0.20^{b}$	$^{d}3.34\pm0.37^{c}$	$^{d}3.38\pm0.30^{c}$
	5NW	$^{c}5.69\pm0.10^{a}$	$^{b}5.07\pm0.33^{b}$	$^{bc}4.28\pm0.30^{c}$	$^{c}4.16\pm0.28^{c}$
	10NW	$^{a}6.86\pm0.26^{a}$	$^{b}5.20\pm0.24^{b}$	$^{b}4.76\pm0.15^{c}$	$^{b}5.45\pm0.12^{b}$
	SW	$^{a}7.14\pm0.38^{b}$	$^{a}7.15\pm0.41^{b}$	$^{a}7.13\pm0.44^{c}$	$^{a}8.17\pm0.04^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4) ปริมาณขนาดอนุภาคดินและประเภทเนื้อดิน (Particle size distribution and soil texture)

ดินในชุดทดลองส่วนใหญ่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว โดยมีปริมาณขนาดอนุภาคของดินคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) อยู่ในช่วง 10-20, 34-52, 36-62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน ในดินชั้นบน พบว่าชุดทดลองส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงประเภทเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง แต่ภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน พบว่าชุดทดลองส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อดิน สำหรับดินชั้นล่างพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงประเภทเนื้อดินเป็นไปในทิศทางเดียวกับดินชั้นบน โดยการเปลี่ยนแปลงประเภทเนื้อดินเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณขนาดอนุภาคของดิน ซึ่งมีค่าค่อนข้างผันแปร ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้ชุดทดลองบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นโดยการตกตะกอนดักกรวดทรายแล้ว ทำให้มีเพียงสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งขนาดเล็กเท่านั้นที่เข้าสู่ชุดทดลอง และการบำบัดสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งในพื้นที่ชุ่มน้ำ คือ การตกตะกอน จึงส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณขนาดอนุภาคดินในส่วนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ทรายแป้งและดินเหนียวในชุดทดลองเป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 4.22 ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ก่อนการทดลอง			ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน			ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน			ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน		
		%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay
		เนื้อดิน			เนื้อดิน			เนื้อดิน			เนื้อดิน		
ไม่ปลูกพืช	NW	12	38	51	18	36	46	16	44	40	16	44	40
		ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay		
	2NW	10	46	44	14	42	44	14	46	44	18	40	42
		silty clay			silty clay			silty clay			silty clay		
	5NW	10	38	52	10	48	42	16	46	38	16	42	40
		ดินเหนียว (clay)			silty clay loam			silty clay			silty clay		
	10NW	16	42	42	20	44	36	20	36	44	18	42	40
		silty clay			silty clay			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)		
	SW	16	36	48	20	40	40	16	44	40	18	42	40
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			silty clay		
โกงกางใบใหญ่	NW	14	40	47	12	42	46	18	42	40	20	34	46
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
	2NW	10	40	50	18	34	48	14	44	42	18	42	40
		ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay		
	5NW	16	44	40	14	46	40	18	42	40	18	42	40
		silty clay			silty clay			silty clay			silty clay		
	10NW	20	36	44	20	40	40	14	44	42	16	46	38
		ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay loam		
	SW	16	38	46	14	44	42	18	40	42	20	34	46
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
แสมทะเล	NW	16	38	47	20	36	44	16	42	42	14	40	46
		ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay		
	2NW	12	38	50	16	42	42	16	40	44	20	36	44
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
	5NW	14	42	44	14	38	48	16	42	42	14	48	38
		silty clay			silty clay loam			silty clay			Silty clay loam		
	10NW	12	46	42	22	42	36	22	36	42	16	44	40
		silty clay			clay loam			ดินเหนียว (clay)			silty clay		
	SW	16	40	44	18	36	46	18	40	42	12	48	40
		silty clay			ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay		

ตารางที่ 4.22 (ต่อ) ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ก่อนการทดลอง			ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน			ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน			ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน		
		%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay
		เนื้อดิน			เนื้อดิน			เนื้อดิน			เนื้อดิน		
พังกาหัวสุม	NW	12	40	48	18	40	42	20	38	42	16	36	48
		ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)		
	2NW	12	40	48	20	36	46	16	40	44	12	46	44
		ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay		
	5NW	14	42	44	14	42	44	18	40	42	18	44	38
		silty clay			ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay loam		
	10NW	16	40	44	24	38	38	16	46	38	20	36	44
		silty clay			clay loam			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
	SW	16	40	44	22	34	44	18	38	44	16	44	40
		silty clay			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay		
โปรงแดง	NW	14	40	46	16	44	40	12	44	44	20	38	42
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
	2NW	16	38	48	18	40	42	18	40	42	14	40	46
		ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay		
	5NW	12	44	44	18	40	42	16	46	38	16	44	40
		silty clay			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay		
	10NW	16	38	48	16	44	40	16	44	40	16	46	38
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			silty clay loam		
	SW	16	40	44	14	42	44	20	36	44	14	42	44
		silty clay			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay		

หมายเหตุ silty clay คือ ดินเหนียวปนทรายแป้ง

silty clay loam คือ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง

ตารางที่ 4.23 ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ก่อนการทดลอง			ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน			ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน			ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน		
		%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay
		เนื้อดิน			เนื้อดิน			เนื้อดิน			เนื้อดิน		
ไม่ปลูกพืช	NW	16	44	40	16	44	40	16	44	40	18	40	42
		silty clay			silty clay			silty clay			silty clay		
	2NW	12	52	36	18	48	34	18	42	40	18	40	42
		silty clay loam			silty clay loam			silty clay			silty clay		
	5NW	14	40	46	18	40	42	18	40	42	14	46	44
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
	10NW	18	34	48	10	58	32	16	42	42	16	40	44
		ดินเหนียว (clay)			silty clay loam			silty clay			silty clay		
	SW	12	44	44	14	46	40	16	44	40	16	38	46
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
โกงกางใบใหญ่	NW	16	48	36	16	44	40	22	38	40	22	36	42
		silty clay loam			silty clay			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)		
	2NW	14	44	42	16	48	36	20	38	42	20	32	48
		silty clay			silty clay loam			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)		
	5NW	18	40	42	18	44	38	16	38	46	16	44	40
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			ดินเหนียว (clay)			Silty clay		
	10NW	12	44	44	12	48	40	18	38	44	18	36	46
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)		
	SW	14	46	40	12	52	36	18	40	42	18	36	46
		silty clay			silty clay loam			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
แสมทะเล	NW	18	44	38	14	42	44	16	38	46	16	40	44
		silty clay loam			silty clay			ดินเหนียว (clay)			silty clay		
	2NW	20	44	36	12	48	40	20	40	40	20	34	46
		silty clay loam			silty clay loam			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
	5NW	20	36	44	20	34	46	18	40	42	18	40	42
		ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay		
	10NW	16	44	40	16	50	34	14	42	44	14	40	46
		silty clay			silty clay loam			silty clay			silty clay		
	SW	18	44	38	18	48	34	18	34	48	18	38	44
		silty clay loam			silty clay loam			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)		

ตารางที่ 4.23 (ต่อ) ปริมาณขนาดอนุภาคดินและเนื้อดินของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ก่อนการทดลอง			ภายหลังระยะกักเก็บ 7 วัน			ภายหลังระยะกักเก็บ 5 วัน			ภายหลังระยะกักเก็บ 3 วัน		
		%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay	%sand	%silt	%clay
		เนื้อดิน			เนื้อดิน			เนื้อดิน			เนื้อดิน		
พังกาหัวสุม	NW	18	36	46	16	42	42	18	38	44	18	42	40
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			ดินเหนียว (clay)			silty clay		
	2NW	10	42	48	16	42	42	16	42	42	22	38	40
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
	5NW	22	40	48	16	44	40	14	42	44	14	44	42
		silty clay loam			silty clay			silty clay			silty clay		
	10NW	16	38	46	16	46	38	12	48	40	12	44	44
		ดินเหนียว (clay)			silty clay loam			silty clay			silty clay		
	SW	16	48	36	14	46	40	14	42	44	14	42	44
		silty clay loam			silty clay			silty clay			silty clay		
โปรงแดง	NW	14	42	44	18	48	34	22	36	42	22	36	42
		ดินเหนียว (clay)			silty clay loam			ดินเหนียว (clay)			ดินเหนียว (clay)		
	2NW	14	48	38	12	56	32	16	40	44	16	40	44
		silty clay loam			silty clay loam			silty clay			silty clay		
	5NW	14	44	42	16	50	34	16	44	40	20	36	44
		ดินเหนียว (clay)			silty clay loam			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
	10NW	20	38	42	20	44	36	14	40	46	20	38	42
		ดินเหนียว (clay)			silty clay loam			silty clay			ดินเหนียว (clay)		
	SW	14	42	44	16	42	42	14	44	42	14	44	42
		ดินเหนียว (clay)			silty clay			silty clay			silty clay		

หมายเหตุ silty clay คือ ดินเหนียวปนทรายแป้ง

silty clay loam คือ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง

5) อินทรียวัตุในดิน (organic matter; OM)

ก่อนการบำบัดน้ำเสียปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นบนและดินชั้นล่างในชุดทดลองต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 2.184-3.295 และ 1.882-2.989 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน ปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วง 2.479-4.073, 2.694-4.624 และ 2.850-5.004 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง 1.963-3.063, 2.013-3.106 และ 2.054-3.164 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าภายหลังการทดลองในแต่ละระยะเวลากักเก็บมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย และระยะเวลากักเก็บ (ตารางที่ ผ40 และ ตารางที่ ผ41) ดังนั้นจึงทำการศึกษาการสะสมอินทรียวัตถุในดิน โดยทำการเปรียบเทียบการสะสมอินทรียวัตถุในดินระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่าในดินชั้นบนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย โดยพบว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่ระดับความเข้มข้นสูงจะมีการสะสมอินทรียวัตถุสูงกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (ตารางที่ 4.24) ในขณะที่ดินชั้นล่าง เมื่อทำการเปรียบเทียบการสะสมอินทรียวัตถุในดินระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.25) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lacerda และคณะ (1995) ที่ทำการศึกษาปริมาณอินทรียวัตถุในดินป่าชายเลนทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศบราซิล ที่มีพันธุ์ไม้สกุลแสม (*Avicennia schaverian*) ขึ้นปกคลุมอยู่โดยทำการแบ่งดินออกเป็น 3 ชั้น คือ 1-5, 5-10 และ 10-15 เซนติเมตร พบว่าดินชั้นบนมีปริมาณอินทรียวัตุสูงสุด คือ 6.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดินชั้น 5-10 และ 10-15 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุรองลงมาคือ 3.8 และ 3.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยการสะสมอินทรียวัตถุของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	อินทรียวัตถุ (%)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	3.090±0.145	^{bc}0.249±0.229	^{ab}0.226±0.190	^{bc}0.211±0.100
	2NW	2.525±0.224	^{ab}0.645±0.194	^{a}0.580±0.125	^{a}0.502±0.221
	5NW	2.557±0.216	^{abc}0.530±0.281	^{a}0.551±0.388	^{abc}0.302±0.109
	10NW	3.022±0.336	^{a}0.771±0.296	^{a}0.583±0.142	^{ab}0.455±0.161
	SW	2.290±0.085	^{c}0.101±0.057	^{b}0.078±0.084	^{c}0.056±0.032
โกงกางใบใหญ่	NW	2.560±0.201	^{b}0.174±0.207	0.119±0.034	^{cd}0.078±0.049
	2NW	2.226±0.089	^{ab}0.387±0.076	0.391±0.113	^{bc}0.281±0.138
	5NW	2.206±0.118	^{ab}0.406±0.321	0.474±0.494	^{a}0.726±0.179
	10NW	3.295±0.179	^{a}0.779±0.255	0.551±0.063	^{b}0.379±0.121
	SW	2.459±0.290	^{b}0.096±0.046	0.098±0.086	^{d}0.049±0.030
แสมทะเล	NW	2.203±0.134	^{b}0.275±0.244	^{b}0.216±0.051	^{b}0.174±0.116
	2NW	2.779±0.480	^{b}0.198±0.272	^{b}0.181±0.107	^{b}0.191±0.101
	5NW	2.394±0.393	^{a}0.645±0.010	^{a}0.551±0.247	^{a}0.456±0.050
	10NW	2.632±0.158	^{a}0.715±0.116	^{a}0.729±0.258	^{a}0.622±0.148
	SW	2.633±0.303	^{b}0.252±0.049	^{b}0.049±0.052	^{b}0.046±0.030
พังกาหัวสุม	NW	2.241±0.111	^{bc}0.301±0.197	^{cd}0.174±0.064	0.133±0.088
	2NW	2.692±0.209	^{ab}0.424±0.127	^{c}0.346±0.198	0.312±0.214
	5NW	2.184±0.178	^{ab}0.561±0.025	^{a}0.937±0.096	0.375±0.364
	10NW	2.707±0.116	^{a}0.681±0.267	^{b}0.591±0.156	0.469±0.088
	SW	2.148±0.138	^{c}0.107±0.043	^{d}0.063±0.081	0.023±0.040
โปรงแดง	NW	2.365±0.363	^{c}0.357±0.096	^{b}0.262±0.120	^{b}0.202±0.110
	2NW	2.683±0.214	^{bc}0.426±0.093	^{b}0.275±0.233	^{b}0.223±0.056
	5NW	2.463±0.239	^{a}0.654±0.078	^{a}0.602±0.118	^{a}0.503±0.109
	10NW	2.897±0.152	^{ab}0.621±0.203	^{a}0.609±0.112	^{a}0.559±0.158
	SW	2.169±0.174	^{d}0.072±0.026	^{b}0.101±0.010	^{b}0.080±0.086

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยการสะสมอินทรียวัตถุของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	อินทรียวัตถุ (%)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	2.666±0.180	0.105±0.305	0.074±0.088	0.037±0.056
	2NW	2.344±0.165	0.110±0.177	0.092±0.097	0.068±0.042
	5NW	2.282±0.149	0.063±0.060	0.079±0.097	0.067±0.041
	10NW	2.989±0.143	0.074±0.063	0.043±0.077	0.058±0.021
	SW	2.447±0.175	0.020±0.024	0.016±0.016	0.059±0.039
โกงกางใบใหญ่	NW	2.245±0.128	0.051±0.072	0.044±0.028	0.067±0.078
	2NW	2.458±0.125	0.059±0.110	0.052±0.065	0.048±0.063
	5NW	2.091±0.396	0.046±0.061	0.065±0.044	0.071±0.036
	10NW	2.431±0.103	0.059±0.040	0.028±0.018	0.018±0.010
	SW	2.314±0.149	0.030±0.034	0.047±0.051	0.044±0.010
แสมทะเล	NW	2.314±0.160	0.034±0.044	0.065±0.070	0.059±0.079
	2NW	2.593±0.130	0.022±0.43	0.037±0.012	0.031±0.047
	5NW	2.298±0.380	0.049±0.136	0.060±0.067	0.053±0.065
	10NW	2.193±0.099	0.056±0.122	0.067±0.071	0.025±0.039
	SW	2.231±0.155	0.022±0.033	0.063±0.144	0.040±0.038
พังกาหัวสุม	NW	1.882±0.140	0.081±0.090	0.050±0.042	0.040±0.092
	2NW	2.785±0.227	0.007±0.036	0.013±0.018	0.018±0.088
	5NW	2.110±0.258	0.056±0.279	0.037±0.056	0.040±0.064
	10NW	2.624±0.162	0.041±0.038	0.081±0.041	0.059±0.007
	SW	2.258±0.154	0.044±0.085	0.048±0.036	0.117±0.120
โปรงแดง	NW	2.569±0.641	0.048±0.029	0.030±0.026	0.031±0.060
	2NW	2.551±0.165	0.042±0.091	0.092±0.079	0.021±0.046
	5NW	2.148±0.115	0.042±0.028	0.062±0.037	0.066±0.068
	10NW	2.729±0.189	0.047±0.068	0.055±0.082	0.037±0.026
	SW	2.210±0.165	0.029±0.116	0.066±0.035	0.044±0.052

6) ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total nitrogen; TN)

ก่อนการบำบัดน้ำเสียปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนและดินชั้นล่างในชุดทดลองต่างๆมีค่าอยู่ในช่วง 0.538-0.722 และ 0.527-0.667 mg/g dry weight ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วง 0.913-1.419, 1.120-1.583 และ 1.209-1.697 mg/g dry weight ตามลำดับ สำหรับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.702-1.207, 0.847-1.292 และ 0.950-1.316 mg/g dry weight ตามลำดับ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าภายหลังการทดลองในแต่ละระยะเวลากักเก็บมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย และระยะเวลากักเก็บ (ตารางที่ ผ42 และ ตารางที่ ผ43) เมื่อเปรียบเทียบการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บในดินชั้นบนมีความแตกต่างของการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียที่ชุดทดลองได้รับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าค่อนข้างผันแปร แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้นการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดินจะสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้มีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่าชุดควบคุมไม่ปลูกพืช เนื่องจากการบำบัดไนโตรเจนในพื้นที่ชุ่มน้ำเกิดจากกระบวนการไนตริฟิเคชั่น กระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น และการดูดดึงไปใช้ประโยชน์โดยพืช (Gray และคณะ, 2000) โดยพืชจะนำไนโตรเจนไปใช้ในการเจริญเติบโต และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด รองลงมาคือภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.26) สำหรับดินชั้นล่างเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดินระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียที่ให้กับชุดทดลอง ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีทิศทางเดียวกับดินชั้นบน (ตารางที่ 4.27) และยังพบว่าดินชั้นบนมีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าดินชั้นล่าง แสดงว่าอนุภาคดินเหนียวดูดซับไนโตรเจนไว้ที่ดินด้านบน บ่งชี้ว่าดินมีความสามารถในการกักเก็บไนโตรเจนได้สูง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Chu และคณะ (1998) ที่ทำการระบายน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ 3 ระดับความเข้มข้น คือ ความเข้มข้นปกติ (NW) ความเข้มข้น 5 เท่า และ 25 เท่า ของความเข้มข้นปกติลงในดินป่าชายเลนที่บรรจุในคอลัมน์บำบัดน้ำเสีย เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่าดินชั้นบน (1-1.5 เซนติเมตร) ของทุกชุดทดลอง มีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าดินชั้นล่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียความเข้มข้น 25 เท่า มีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.660±0.036	$^{\text{ก}}{}^{\text{c}}$0.349±0.036$^{\text{a}}$	$^{\text{a}}$0.141±0.029$^{\text{b}}$	$^{\text{b}}$0.077±0.011$^{\text{c}}$
	2NW	0.722±0.055	$^{\text{ก}}{}^{\text{b}}$0.684±0.046$^{\text{a}}$	$^{\text{ข}}{}^{\text{a}}$0.165±0.072$^{\text{b}}$	$^{\text{a}}$0.151±0.015$^{\text{b}}$
	5NW	0.657±0.036	$^{\text{ก}}{}^{\text{a}}$0.762±0.013$^{\text{a}}$	$^{\text{a}}$0.163±0.069$^{\text{b}}$	$^{\text{ab}}$0.114±0.062$^{\text{b}}$
	10NW	0.686±0.024	$^{\text{ก}}{}^{\text{b}}$0.643±0.020$^{\text{a}}$	$^{\text{a}}$0.200±0.021$^{\text{b}}$	$^{\text{a}}$0.144±0.035$^{\text{c}}$
	SW	0.674±0.025	$^{\text{ข}}{}^{\text{d}}$0.010±0.021	$^{\text{b}}$0.010±0.010	$^{\text{c}}$0.012±0.006
โกงกางใบใหญ่	NW	0.649±0.024	$^{\text{ก}}{}^{\text{a}}$0.295±0.012$^{\text{a}}$	$^{\text{b}}$0.124±0.021$^{\text{b}}$	0.079±0.008$^{\text{c}}$
	2NW	0.598±0.029	$^{\text{ง}}{}^{\text{a}}$0.315±0.035$^{\text{a}}$	$^{\text{ก}}{}^{\text{a}}$0.494±0.111$^{\text{a}}$	0.078±0.139$^{\text{b}}$
	5NW	0.668±0.031	$^{\text{ง}}{}^{\text{a}}$0.309±0.048$^{\text{a}}$	$^{\text{b}}$0.143±0.038$^{\text{b}}$	0.089±0.035$^{\text{b}}$
	10NW	0.662±0.021	$^{\text{ก}}{}^{\text{a}}$0.346±0.036$^{\text{a}}$	$^{\text{b}}$0.133±0.017$^{\text{b}}$	0.079±0.057$^{\text{b}}$
	SW	0.570±0.021	$^{\text{ก}}{}^{\text{b}}$0.064±0.014$^{\text{a}}$	$^{\text{c}}$0.005±0.009$^{\text{b}}$	0.009±0.009$^{\text{b}}$
แสมทะเล	NW	0.603±0.036	$^{\text{ข}}{}^{\text{bc}}$0.460±0.040$^{\text{a}}$	$^{\text{c}}$0.092±0.043$^{\text{b}}$	0.079±0.032$^{\text{b}}$
	2NW	0.657±0.052	$^{\text{ข}}{}^{\text{b}}$0.510±0.046$^{\text{a}}$	$^{\text{ข}}{}^{\text{a}}$0.247±0.040$^{\text{b}}$	0.108±0.058$^{\text{c}}$
	5NW	0.673±0.024	$^{\text{ก}}{}^{\text{c}}$0.443±0.016$^{\text{a}}$	$^{\text{bc}}$0.157±0.031$^{\text{b}}$	0.128±0.038$^{\text{b}}$
	10NW	0.681±0.039	$^{\text{ข}}{}^{\text{a}}$0.578±0.043$^{\text{a}}$	$^{\text{ab}}$0.221±0.068$^{\text{b}}$	0.146±0.086$^{\text{b}}$
	SW	0.628±0.025	$^{\text{ข}}{}^{\text{d}}$0.018±0.013	$^{\text{d}}$0.007±0.01^{5}	0.006±0.012
พังกาหัวสุม	NW	0.634±0.034	$^{\text{ก}}{}^{\text{d}}$0.358±0.027$^{\text{a}}$	$^{\text{a}}$0.198±0.022$^{\text{b}}$	$^{\text{bc}}$0.071±0.067$^{\text{c}}$
	2NW	0.591±0.019	$^{\text{ก}}{}^{\text{c}}$0.428±0.030$^{\text{a}}$	$^{\text{ab}}$0.175±0.031$^{\text{b}}$	$^{\text{bc}}$0.099±0.023$^{\text{c}}$
	5NW	0.644±0.024	$^{\text{ข}}{}^{\text{b}}$0.543±0.041$^{\text{a}}$	$^{\text{ข}}{}^{\text{b}}$0.124±0.043$^{\text{b}}$	$^{\text{ab}}$0.123±0.014$^{\text{b}}$
	10NW	0.538±0.018	$^{\text{ก}}{}^{\text{a}}$0.651±0.024$^{\text{a}}$	$^{\text{ab}}$0.174±0.038$^{\text{b}}$	$^{\text{a}}$0.116±0.047$^{\text{b}}$
	SW	0.635±0.027	$^{\text{ข}}{}^{\text{c}}$0.027±0.021	$^{\text{c}}$0.012±0.014	$^{\text{c}}$0.005±0.006
โปรงแดง	NW	0.590±0.024	$^{\text{ก}}{}^{\text{a}}$0.713±0.077$^{\text{a}}$	$^{\text{bc}}$0.096±0.085$^{\text{b}}$	$^{\text{b}}$0.079±0.025$^{\text{b}}$
	2NW	0.560±0.018	$^{\text{ข}}{}^{\text{bc}}$0.444±0.035$^{\text{a}}$	$^{\text{ข}}{}^{\text{a}}$0.290±0.058$^{\text{b}}$	$^{\text{a}}$0.143±0.022$^{\text{c}}$
	5NW	0.709±0.045	$^{\text{ก}}{}^{\text{c}}$0.471±0.022$^{\text{a}}$	$^{\text{b}}$0.144±0.021$^{\text{b}}$	$^{\text{a}}$0.193±0.005$^{\text{b}}$
	10NW	0.590±0.030	$^{\text{ข}}{}^{\text{b}}$0.582±0.036$^{\text{a}}$	$^{\text{b}}$0.146±0.045$^{\text{b}}$	$^{\text{a}}$0.128±0.020$^{\text{b}}$
	SW	0.630±0.013	$^{\text{ข}}{}^{\text{d}}$0.006±0.019	$^{\text{c}}$0.007±0.014	$^{\text{c}}$0.005±0.010

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.27 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.557±0.026	^{nb}0.442±0.051^{a}	^{b}0.055±0.025^{b}	0.044±0.035^{b}
	2NW	0.571±0.015	^{na}0.636±0.040^{a}	^{b}0.085±0.018^{b}	^{v}0.024±0.021^{c}
	5NW	0.628±0.033	^{nb}0.416±0.036^{a}	^{na}0.167±0.026^{b}	^{v}0.020±0.033^{c}
	10NW	0.552±0.021	^{vb}0.402±0.021^{a}	^{b}0.074±0.011^{b}	^{nv}0.076±0.054^{b}
	SW	0.603±0.029	^{c}0.028±0.034	^{c}0.005±0.021	0.012±0.004
โคกกางใบใหญ่	NW	0.643±0.044	^{na}0.272±0.035^{a}	^{bc}0.040±0.022^{b}	0.032±0.028^{b}
	2NW	0.554±0.027	^{na}0.326±0.015^{a}	^{b}0.079±0.010^{b}	^{n}0.089±0.031^{b}
	5NW	0.622±0.024	^{nb}0.081±0.051	^{na}0.144±0.051	^{n}0.104±0.019
	10NW	0.667±0.029	^{na}0.299±0.025^{a}	^{b}0.061±0.010^{b}	^{v}0.047±0.030^{b}
	SW	0.631±0.012	^{c}0.007±0.018	^{c}0.005±0.001	0.007±0.010
แสมทะเล	NW	0.562±0.015	^{nb}0.477±0.018^{a}	^{b}0.039±0.022^{b}	^{bc}0.036±0.021^{b}
	2NW	0.621±0.021	^{va}0.529±0.012^{a}	^{b}0.047±0.030^{b}	^{vc}0.011±0.024^{b}
	5NW	0.622±0.019	^{nc}0.385±0.034^{a}	^{vb}0.043±0.037^{b}	^{nvb}0.062±0.011^{b}
	10NW	0.635±0.028	nd0.319±0.032^{a}	^{a}0.104±0.023^{b}	^{na}0.138±0.031^{b}
	SW	0.638±0.007	^{c}0.002±0.009	^{b}-0.002±0.006	^{c}0.009±0.008
พังกาหัวสุม	NW	0.603±0.030	^{vb}0.351±0.040^{a}	0.076±0.019^{b}	^{bc}0.025±0.045^{b}
	2NW	0.547±0.014	^{va}0.461±0.046^{a}	0.065±0.032^{b}	^{vbc}0.022±0.019^{b}
	5NW	0.543±0.027	^{vc}0.263±0.021^{a}	^{nv}0.071±0.071^{b}	^{nvab}0.073±0.032^{b}
	10NW	0.611±0.030	^{nb}0.348±0.034^{a}	0.115±0.048^{b}	^{nva}0.090±0.010^{b}
	SW	0.629±0.019	d0.010±0.021	-0.010±0.015	^{c}0.009±0.012
โปรงแดง	NW	0.583±0.033	^{nb}0.453±0.036^{a}	^{ab}0.116±0.009^{b}	^{a}0.037±0.021^{c}
	2NW	0.527±0.034	^{vb}0.424±0.023^{a}	^{b}0.069±0.014^{b}	^{va}0.037±0.022^{b}
	5NW	0.625±0.013	^{vc}0.308±0.033^{a}	^{na}0.160±0.057^{b}	^{na}0.102±0.039^{b}
	10NW	0.551±0.013	^{na}0.584±0.029^{a}	^{b}0.068±0.013^{b}	^{va}0.038±0.022^{b}
	SW	0.618±0.020	^{d}0.008±0.024	^{c}0.005±0.015	^{b}0.005±0.025

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

7) แอมโมเนียมไอออนในดิน (ammonium ion; NH_4^+)

ก่อนการบำบัดน้ำเสียปริมาณแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นบนและดินชั้นล่างในชุดทดลองต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.028-0.049 และ 0.014-0.058 mg/g soil ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน ปริมาณแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วง 0.030-0.063, 0.023-0.061 และ 0.023-0.063 mg/g soil ตามลำดับ สำหรับปริมาณแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.026-0.056, 0.038-0.067 และ 0.031-0.112 mg/g soil ตามลำดับ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าภายหลังการทดลองในแต่ละระยะกักเก็บมีปริมาณแอมโมเนียมไอออนในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย และระยะเวลากักเก็บ (ตารางที่ ผ44 และ ตารางที่ ผ45) เมื่อเปรียบเทียบการสะสมแอมโมเนียมไอออนในดินชั้นบนระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าค่อนข้างผันแปร ทั้งนี้เนื่องจากในพื้นที่ชุ่มน้ำพืชมักดูดดึงไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมไอออนเป็นไปใช้ และแอมโมเนียมไอออนยังถูกบำบัดโดยกระบวนการไนตริฟิเคชั่นในสภาวะที่มีออกซิเจน เปลี่ยนรูปเป็นไนไตรท์และไนเตรท ตามลำดับ (Yang และคณะ, 2001) และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมแอมโมเนียมไอออนระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่สามารถบ่งชี้ได้ชัดเจนว่าชุดการทดลองที่ปลูกกล้าไม้ชนิดใดมีการสะสมแอมโมเนียมไอออนสูงสุด และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมแอมโมเนียมไอออนระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.28) สำหรับดินชั้นล่างเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างการสะสมแอมโมเนียไอออนในดินระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียที่ให้กับชุดทดลอง ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้นการสะสมแอมโมเนียมไอออนจะสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมแอมโมเนียมระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ชุดควบคุมไม่ปลูกพืชมีการสะสมแอมโมเนียมไอออนสูงสุดเช่นเดียวกับการสะสมไนโตรเจนทั้งหมด และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมแอมโมเนียมไอออนระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ผลการทดลองส่วนใหญ่ภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะกักเก็บ 7 วันมีการสะสมแอมโมเนียมไอออนมากกว่าภายหลังภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน (ตารางที่ 4.29) และจากการศึกษาพบว่าดินชั้นล่างมีปริมาณแอมโมเนียมไอออนสูงกว่าดินชั้นบน เป็นผลเนื่องมาจากดินชั้นล่างมีปริมาณออกซิเจนต่ำหรืออยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน ทำให้เกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น ทำให้ไนเตรทเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนีย ก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนได้ดีกว่าดินชั้นบน (Mitsch และ Gosselink, 2000)

ตารางที่ 4.28 ค่าเฉลี่ยการสะสมแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	แอมโมเนียมไอออน (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.049±0.007	^{nb}0.014±0.007^{a}	^{nc}-0.005±0.006^{b}	0.005±0.004^{ab}
	2NW	0.033±0.008	^{vb}0.002±0.000^{b}	^{nb}0.008±0.002^{a}	0.004±0.003^{b}
	5NW	0.042±0.000	^{b}0.000±0.000^{a}	^{nc}-0.005±0.002^{b}	0.003±0.003^{a}
	10NW	0.030±0.004	^{a}0.007±0.004^{b}	^{na}0.015±0.004^{a}	0.006±0.003^{b}
	SW	0.035±0.007	^{b}0.005±0.004^{a}	^{vnc}-0.008±0.002^{b}	0.002±0.000^{a}
โกงกางใบใหญ่	NW	0.042±0.014	^{vb}-0.005±0.011	^{va}0.004±0.002	0.002±0.004
	2NW	0.028±0.000	^{na}0.014±0.000^{a}	^{vb}-0.004±0.002^{c}	0.003±0.003^{b}
	5NW	0.033±0.008	^{b}-0.003±0.004	^{vb}-0.000±0.003	0.003±0.004
	10NW	0.033±0.004	^{a}0.014±0.008^{a}	^{nc}-0.015±0.002^{c}	0.001±0.006^{b}
	SW	0.030±0.004	^{ab}0.007±0.011	^{nb}-0.001±0.000	0.001±0.002
แสมทะเล	NW	0.033±0.008	^{n}0.011±0.004^{a}	^{na}0.017±0.020^{a}	0.001±0.003^{b}
	2NW	0.035±0.012	^{vn}0.000±0.007	^{nb}0.010±0.005	-0.002±0.003
	5NW	0.033±0.004	-0.000±0.004	^{n}b0.00±0.001	-0.000±0.008
	10NW	0.030±0.004	0007±0.004^{a}	^{vc}-0.007±0.003^{b}	0.004±0.002^{a}
	SW	0.035±0.007	0.007±0.007^{a}	^{nc}-0.012±0.003^{b}	0.003±0.004^{a}
พังกาหัวสุม	NW	0.028±0.007	^{na}0.009±0.004	^{vb}0.007±0.000	0.002±0.0004
	2NW	0.033±0.008	^{vnb}0.000±0.004	^{na}0.010±0.003	0.003±0.002
	5NW	0.042±0.000	^{c}-0.012±0.004^{b}	^{nb}0.007±0.002^{a}	0.001±0.004^{a}
	10NW	0.030±0.004	^{ab}0.007±0.004^{a}	^{vc}-0.003±0.001^{b}	0.002±0.002^{ab}
	SW	0.026±0.004	^{a}0.012±0.004^{a}	nd-0.012±0.002^{c}	0.001±0.001^{b}
โปรงแดง	NW	0.035±0.007	^{nv}0.002±0.004	^{va}0.002±0.003	^{b}0.002±0.001
	2NW	0.042±0.000	^{n}-0.007±0.007	^{nc}-0.010±0.004	^{b}0.000±0.004
	5NW	0.035±0.007	0.009±0.016^{a}	^{vd}-0.019±0.002^{b}	^{a}0.008±0.002^{a}
	10NW	0.035±0.007	0.007±0.007	^{vb}-0.003±0.002	^{b}-0.001±0.001
	SW	0.033±0.008	0.004±0.004^{a}	^{vb}-0.006±0.002^{b}	^{b}-0.001±0.002^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.29 ค่าเฉลี่ยการสะสมแอมโมเนียมไอออนของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	แอมโมเนียมไอออน (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.058±0.004	^{xd}-0.018±0.004^{a}	^{xbc}0.024±0.002^{a}	^{b}0.004±0.002^{b}
	2NW	0.035±0.007	^{cd}-0.007±0.007^{c}	^{xa}0.036±0.000^{a}	^{b}0.003±0.003^{b}
	5NW	0.030±0.004	^{b}0.010±0.011	^{xc}0.019±0.001	^{xb}0.004±0.003
	10NW	0.026±0.004	^{xy}a0.026±0.007	^{xb}0.025±0.007	^{xa}0.035±0.003
	SW	0.037±0.004	^{xbc}0.002±0.004	^{yd}-0.0001±0.001	^{b}0.000±0.002
โกงกางใบใหญ่	NW	0.026±0.004	^{yxab}0.000±0.004^{b}	^{yb}0.018±0.001^{a}	0.000±0.002^{b}
	2NW	0.040±0.014	^{b}0.000±0.011^{b}	^{yab}0.020±0.001^{a}	0.003±0.003^{b}
	5NW	0.026±0.004	^{a}0.023±0.007	^{xa}0.023±0.003	^{x}0.002±0.006
	10NW	0.023±0.004	^{xa}0.033±0.000^{a}	^{xc}-0.015±0.004^{c}	^{y}0.003±0.004^{b}
	SW	0.047±0.008	^{yc}-0.012±0.000^{c}	^{xb}0.017±0.001^{a}	0.003±0.002^{b}
แสมทะเล	NW	0.044±0.011	^{xyc}-0.011±0.004^{c}	^{xa}0.035±0.002^{a}	^{b}0.000±0.003^{b}
	2NW	0.033±0.004	^{b}0.007±0.011^{b}	^{yb}0.023±0.003^{a}	^{b}0.003±0.003^{b}
	5NW	0.035±0.007	^{a}b0.012±0.004	^{yc}0.009±0.003	^{xa}0.010±0.002
	10NW	0.026±0.004	^{ya}0.021±0.004^{a}	^{xd}-0.008±0.001^{c}	^{yb}0.003±0.005^{b}
	SW	0.042±0.012	^{yab}0.009±0.004^{a}	^{yc}-0.015±0.001^{c}	^{b}0.002±0.001^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.014±0.000	^{xyb}0.012±0.004	^{ya}0.030±0.011	^{a}0.006±0.003
	2NW	0.033±0.008	^{c}-0.000±0.008^{b}	^{ya}0.025±0.004^{a}	^{a}0.003±0.002^{b}
	5NW	0.026±0.004	^{ab}0.021±0.008^{a}	^{xbc}-0.009±0.004^{b}	^{yb}-0.006±0.006^{b}
	10NW	0.030±0.004	^{ya}0.024±0.004^{a}	^{xc}-0.011±0.004^{c}	^{a}0.005±0.002^{b}
	SW	0.026±0.004	^{xab}0.018±0.004^{a}	^{xb}-0.004±0.001^{b}	^{a}0.000±0.001^{b}
โปรงแดง	NW	0.030±0.011	^{x}0.016±0.014	^{yb}0.001±0.002	0.001±0.004
	2NW	0.028±0.007	0.012±0.011	^{xa}0.013±0.004	0.002±0.006
	5NW	0.030±0.004	0.012±0.007	^{ya}0.012±0.002	^{x}0.003±0.002
	10NW	0.030±0.004	^{y}0.021±0.004^{a}	^{ya}0.016±0.003^{a}	^{y}0.003±0.007^{b}
	SW	0.023±0.004	^{x}0.024±0.004^{a}	^{yc}-0.011±0.001^{c}	-0.001±0.002^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

7) ไนเตรทในดิน (nitrate; NO_3)

ก่อนการบำบัดน้ำเสียปริมาณไนเตรทในดินชั้นบนและดินชั้นล่างในชุดทดลองต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.106-0.218 และ 0.135-0.216 mg/g soil ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน ปริมาณไนเตรทในดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วง 0.322-0.679, 0.358-0.725 และ 0.367-0.769 mg/g soil ตามลำดับ สำหรับปริมาณไนเตรทในดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.311-0.635, 0.307-0.615 และ 0.323-0.627 mg/g soil ตามลำดับ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าภายหลังการทดลองในแต่ละระยะเวลากักเก็บปริมาณไนเตรทในดินในชุดทดลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย และระยะเวลากักเก็บ (ตารางที่ ผ46 และ ตารางที่ ผ47) เมื่อเปรียบเทียบการสะสมไนเตรทในระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ ในดินชั้นบน พบว่ามีความแตกต่างของการสะสมไนเตรทระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียที่ชุดทดลองได้รับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดิน และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมไนเตรทระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่สามารถบ่งชี้ได้ชัดเจนว่าชุดการทดลองที่ปลูกกล้าไม้ชนิดใดมีการสะสมไนเตรทสูงสุด เช่นเดียวกับการสะสมแอมโมเนียมไอออน และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมไนเตรทระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีการสะสมไนเตรทสูงกว่าภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.30) สำหรับดินชั้นล่างเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างการสะสมไนเตรทในดินระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียที่ให้กับชุดทดลอง ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีทิศทางเดียวกับดินชั้นบน (ตารางที่4.31) และพบว่าปริมาณไนเตรทของดินล่างต่ำกว่าดินบน เป็นผลเนื่องมาจากดินชั้นบนเป็นบริเวณที่มีออกซิเจน ทำให้เกิดการบำบัดไนโตรเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชั่นเปลี่ยนแอมโมเนีย เป็นไนไตรท์ และไนเตรท ตามลำดับ ซึ่งพืชสามารถดูดดึงไนเตรทไปใช้ในการเจริญเติบโต แต่ไนเตรทซึ่งมีประจุลบไม่สามารถยึดจับกับอนุภาคของดินเหนียวได้เหมือนกับแอมโมเนียมไอออน ดังนั้นหากไนเตรทไม่ถูกพืชดูดดึงไปใช้ในทันที และอยู่ในสภาพไร้อากาศแล้ว จะทำให้เกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น ทำให้ไนเตรทเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนีย ก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนเคลื่อนย้ายออกนอกระบบ (Mitsch และ Gosselink, 2000)

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนเตรทของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ไนเตรท (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.281±0.011	^{c}0.142±0.021^{a}	^{n}0.048±0.008^{b}	0.026±0.008^{b}
	2NW	0.163±0.021	^{nvb}0.220±0.016^{a}	^{nv}0.005±0.027^{b}	-0.001±0.028^{b}
	5NW	0.207±0.011	^{na}0.471±0.016^{a}	0.039±0.054^{b}	0.051±0.012^{b}
	10NW	0.173±0.004	^{a}0.505±0.030^{a}	0.047±0.029^{b}	0.023±0.038^{b}
	SW	0.182±0.013	^{b}0.246±0.065^{a}	0.011±0.050^{b}	^{n}0.027±0.021^{b}
โกงกางใบใหญ่	NW	0.165±0.014	^{b}0.207±0.035^{a}	^{nab}0.051±0.034^{b}	0.029±0.007^{b}
	2NW	0.194±0.014	^{vb}0.211±0.071^{a}	^{vnc}-0.020±0.028^{b}	0.015±0.016^{b}
	5NW	0.163±0.008	^{na}0.414±0.033^{a}	^{ab}0.037±0.025^{b}	0.043±0.027^{b}
	10NW	0.163±0.010	^{a}0.468±0.007^{a}	^{a}0.063±0.006^{b}	0.031±0.022^{c}
	SW	0.165±0.023	^{b}0.245±0.045^{a}	^{bc}0.009±0.026^{b}	^{n}0.014±0.015^{b}
แสมทะเล	NW	0.209±0.013	0.362±0.301^{a}	^{vb}-0.135±0.034^{b}	^{a}0.043±0.020^{ab}
	2NW	0.179±0.010	^{v}0.203±0.008^{a}	^{vna}-0.024±0.008^{c}	^{a}0.020±0.013^{b}
	5NW	0.172±0.008	^{n}0.465±0.034^{a}	^{a}0.031±0.041^{b}	^{a}0.025±0.029^{b}
	10NW	0.179±0.005	0.439±0.020^{a}	^{a}0.034±0.037^{b}	^{a}0.009±0.020^{b}
	SW	0.177±0.022	0.200±0.036^{a}	^{a}-0.010±0.042^{b}	^{vb}-0.037±0.008^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.254±0.018	^{d}0.133±0.009^{a}	^{na}0.037±0.020^{b}	0.000±0.020^{c}
	2NW	0.162±0.008	^{nbc}0.304±0.063^{a}	^{nb}-0.046±0.023^{b}	0.017±0.020^{b}
	5NW	0.205±0.029	^{vb}0.348±0.028^{a}	^{a}0.051±0.042^{b}	0.033±0.007^{b}
	10NW	0.167±0.006	^{a}0.476±0.071^{a}	^{a}0.023±0.022^{b}	0.041±0.015^{b}
	SW	0.158±0.028	^{c}0.248±0.062^{a}	^{a}0.016±0.041^{b}	^{nv}0.001±0.030^{b}
โปรงแดง	NW	0.182±0.018	^{b}0.192±0.008^{a}	^{n}0.036±0.009^{b}	^{b}0.023±0.012^{b}
	2NW	0.161±0.018	^{vb}0.161±0.037^{a}	^{n}0.037±0.016^{b}	^{b}0.008±0.017^{b}
	5NW	0.170±0.010	^{nv}a0.405±0.049^{a}	0.044±0.027^{b}	^{b}0.005±0.016^{b}
	10NW	0.167±0.006	^{a}0.437±0.009^{a}	0.023±0.016^{c}	^{a}0.061±0.020^{b}
	SW	0.168±0.000	^{b}0.162±0.009^{a}	0.015±0.015^{b}	^{nb}-0.005±0.009^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนเตรทของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ไนเตรท (mg/g soil)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.216±0.012	^{d}0.184±0.020^{a}	0.001±0.015^{b}	^{ab}-0.006±0.015^{b}
	2NW	0.135±0.008	^{d}0.177±0.021^{a}	-0.005±0.047^{b}	^{ab}-0.004±0.007^{b}
	5NW	0.156±0.026	^{กa}0.479±0.041^{a}	-0.020±0.057^{b}	^{a}0.012±0.015^{b}
	10NW	0.172±0.009	^{กb}0. 374±0.023^{a}	0.008±0.007^{b}	^{b}-0.027±0.015^{c}
	SW	0.154±0.014	^{c}0.252±0.012^{a}	0.014±0.023^{b}	^{a}0.007±0.008^{b}
โกงกางใบใหญ่	NW	0.156±0.004	^{b}0.180±0.022^{a}	^{a}0.013±0.013^{b}	-0.004±0.015^{b}
	2NW	0.172±0.007	^{b}0.163±0.012^{a}	^{a}0.005±0.008^{b}	-0.005±0.023^{b}
	5NW	0.180±0.014	^{กขa}0.423±0.080^{a}	^{c}-0.053±0.015^{b}	0.011±0.001^{b}
	10NW	0.161±0.006	^{กa}0.371±0.013^{a}	^{b}-0.030±0.013^{b}	-0.013±0.023^{b}
	SW	0.183±0.011	^{b}0.133±0.021^{a}	^{a}0.008±0.008^{b}	0.011±0.001^{b}
แสมทะเล	NW	0.170±0.010	^{b}0.184±0.015^{a}	0.009±0.013^{b}	0.010±0.007^{b}
	2NW	0.165±0.004	^{b}0.188±0.031^{a}	0.005±0.007^{b}	-0.014±0.007^{b}
	5NW	0.182±0.013	^{กขคa}0.375±0.028^{a}	-0.011±0.038^{b}	-0.014±0.024^{b}
	10NW	0.170±0.004	^{ขb}0.240±0.036^{a}	-0.013±0.006^{b}	0.004±0.015^{b}
	SW	0.165±0.005	^{b}0.189±0.059^{a}	-0.011±0.020^{b}	0.041±0.015^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.189±0.019	^{b}0.160±0.015^{a}	0.019±0.009^{b}	-0.004±0.013^{b}
	2NW	0.163±0.021	^{b}0.237±0.015^{a}	-0.037±0.050^{b}	-0.029±0.014^{b}
	5NW	0.172±0.008	^{ขคa}0.368±0.065^{a}	-0.005±0.020^{b}	-0.006±0.023^{b}
	10NW	0.166±0.010	^{กa}0.365±0.027^{a}	0.002±0.042^{b}	0.006±0.007^{b}
	SW	0.163±0.003	^{b}0.168±0.057^{a}	0.008±0.031^{b}	-0.019±0.026^{b}
โปรงแดง	NW	0.162±0.014	^{c}0.195±0.021^{a}	-0.002±0.023^{b}	-0.020±0.013^{b}
	2NW	0.168±0.006	^{c}0.148±0.064^{a}	0.014±0.034^{b}	-0.004±0.028^{b}
	5NW	0.170±0.015	^{คb}0.286±0.042^{a}	0.042±0.036^{b}	-0.032±0.017^{c}
	10NW	0.161±0.011	^{กa}0.384±0.012^{a}	-0.004±0.022^{b}	-0.010±0.028^{b}
	SW	0.147±0.019	^{c}0.198±0.044^{a}	-0.030±0.017^{b}	0.005±0.001^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

8) ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (total phosphorus; TP)

ก่อนการบำบัดน้ำเสียปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบนและดินชั้นล่างในชุดทดลองต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.089-0.116 และ 0.088-0.119 mg/g dry weight ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วง 0.102-0.243, 0.116-0.330 และ 0.118-0.388 mg/g dry weight ตามลำดับ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.097-0.123, 0.101-0.125 และ 0.102-0.126 mg/g dry weight ตามลำดับ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าภายหลังการทดลองในแต่ละระยะเวลากักเก็บปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินในชุดทดลอง ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย และระยะเวลากักเก็บ (ตารางที่ ผ48 และตารางที่ ผ49) เมื่อเปรียบเทียบสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ ในดินชั้นบน พบว่ามีความแตกต่างของการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียที่ชุดทดลองได้รับอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ คือเมื่อระดับความเข้มข้นของ น้ำเสียเพิ่มขึ้นปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินจะสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tam และWong (2001) พบว่า การระบายน้ำเสียที่มีฟอสฟอรัสทั้งหมด 57 mg/l สู่พื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ปลูกรังกระแท้และพังกาหัวสุมดอกแดง เป็นระยะเวลา 144 วัน ทำให้การสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงขึ้นเป็น 2 เท่าของชุดควบคุมที่ไม่ได้เติมน้ำเสีย และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ส่วนใหญ่ชุดทดลองที่ไม่ปลูกพืชมีการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.32) เช่นเดียวกับการศึกษาของ กฤติกา ทองสมบัติ (2546) ที่ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียชุมชนขั้นที่สามโดยพื้นที่ชุ่มน้ำโกงกางใบใหญ่ โดยใช้การปล่อยน้ำแบบกะ ระยะเวลากักเก็บ 5, 7 และ 10 วัน พบว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 10 วัน การสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินสูงกว่าที่ระยะเวลากักเก็บ 7 และ 5 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เพราะเมื่อระยะเวลากักเก็บน้ำนานขึ้นฟอสฟอรัสในน้ำเสียจะถูกดูดซับในดินได้สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการบำบัดฟอสฟอรัสในพื้นที่ชุ่มน้ำที่สำคัญ คือ กระบวนการทางกายภาพ ได้แก่ การตกตะกอน การตกตะกอนทางเคมี การดูดซับ และการแลกเปลี่ยนระหว่างดินและน้ำที่สัมผัสกับดิน (Klomjek และ Nitisoravut, 2005) สำหรับดินชั้นล่างเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียที่ให้กับชุดทดลอง ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่าค่อนข้างผันแปร (ตารางที่ 4.33) เนื่องจากส่วนมากอนุภาคดินเหนียวตรึงฟอสฟอรัสไว้ที่ดินด้านบน บ่งชี้ว่าดินมีความสามารถในการกักเก็บฟอสฟอรัสได้สูง เนื่องจากดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินเลนซึ่งมีพื้นที่ผิว (surface area) สูง และมีสภาพนำน้ำ (hydraulic conductivity) ต่ำ

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.106±0.011	^{nc}0.025±0.004^{a}	^{nc}0.000±0.002^{c}	^{nc}0.009±0.003^{b}
	2NW	0.108±0.003	^{c}0.025±0.010	^{nbc}0.029±0.007	^{b}0.028±0.004
	5NW	0.098±0.005	^{b}0.071±0.010	^{b}0.047±0.021	^{na}0.072±0.006
	10NW	0.109±0.004	^{na}0.129±0.013^{a}	^{va}0.082±0.035^{b}	^{nva}0.067±0.011^{b}
	SW	0.102±0.006	^{d}0.003±0.002	^{c}0.003±0.001	^{vc}0.003±0.002
โกงกางใบใหญ่	NW	0.099±0.005	^{nc}0.017±0.007^{a}	^{nc}0.001±0.002^{b}	nd0.007±0.002^{b}
	2NW	0.109±0.004	^{c}0.015±0.004^{b}	^{nb}0.028±0.006^{a}	^{c}0.032±0.004^{a}
	5NW	0.096±0.004	^{b}0.062±0.015	^{a}0.046±0.015	^{nb}0.053±0.018
	10NW	0.108±0.003	^{na}0.135±0.031^{a}	^{nb}0.028±0.004^{c}	^{na}0.095±0.006^{b}
	SW	0.098±0.006	^{c}0.004±0.004^{a}	^{c}0.008±0.003^{a}	^{vd}-0.006±0.001^{b}
แสมทะเล	NW	0.112±0.009	^{nc}-0.003±0.002^{b}	^{vc}0.011±0.007^{a}	^{vc}0.004±0.001^{ab}
	2NW	0.111±0.007	^{c}0.015±0.010^{b}	^{nb}0.035±0.005^{a}	^{b}0.023±0.005^{ab}
	5NW	0.111±0.008	^{b}0.041±0.023	^{b}0.044±0.009	^{na}0.055±0.017
	10NW	0.100±0.004	^{nva}0.109±0.010^{a}	^{na}0.121±0.004^{a}	^{va}0.050±0.013^{b}
	SW	0.093±0.007	^{c}0.003±0.003^{b}	^{nc}0.012±0.001^{a}	^{nvc}0.004±0.000^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.099±0.009	^{vc}0.024±0.003^{a}	nd0.018±0.001^{b}	^{cd}-0.011±0.001^{c}
	2NW	0.107±0.004	^{cd}0.012±0.010^{b}	^{nc}0.029±0.005^{a}	^{b}0.026±0.002^{a}
	5NW	0.116±0.005	^{b}0.041±0.006^{b}	^{b}0.061±0.009^{a}	^{vb}0.029±0.004^{b}
	10NW	0.110±0.006	^{va}0.077±0.009^{a}	^{va}0.077±0.004^{a}	^{va}0.041±0.005^{b}
	SW	0.111±0.003	^{d}0.004±0.004	^{nvd}0.010±0.002	^{nc}0.006±0.001
โปรงแดง	NW	0.098±0.001	^{vd}0.009±0.002^{a}	^{vc}0.009±0.002^{a}	^{vc}0.002±0.001^{b}
	2NW	0.110±0.007	^{c}0.026±0.007	^{vc}0.015±0.005	^{bc}0.023±0.002
	5NW	0.113±0.006	^{b}0.053±0.012^{a}	^{b}0.047±0.003^{a}	^{vb}0.028±0.008^{b}
	10NW	0.102±0.003	^{va}0.079±0.013	^{va}0.078±0.003	^{na}0.080±0.028
	SW	0.090±0.006	^{d}0.001±0.003^{b}	^{nc}0.013±0.003^{a}	^{nc}-0.002±0.001^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.33 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.094±0.005	^{กa}0.019±0.002^{a}	$^{ง b}$0.000±0.001^{b}	^{กb}0.004±0.004^{b}
	2NW	0.105±0.004	^{c}-0.003±0.004^{b}	^{ขa}0.005±0.001^{a}	^{ขab}0.008±0.003^{a}
	5NW	0.105±0.011	^{กbc}0.004±0.004	^{กขa}0.004±0.003	^{a}0.010±0.002
	10NW	0.102±0.006	^{ขb}0.005±0.007^{a}	^{ฉc}-0.014±0.001^{b}	^{กab}0.008±0.001^{a}
	SW	0.100±0.004	^{bc}0.002±0.002^{a}	^{คab}0.003±0.001^{a}	^{ขc}-0.002±0.001^{b}
โกงกางใบใหญ่	NW	0.114±0.007	^{คb}-0.009±0.003^{b}	^{คc}0.004±0.001^{a}	^{กb}0.004±0.001^{a}
	2NW	0.119±0.005	^{b}-0.009±0.008^{b}	^{กb}0.009±0.002^{a}	^{ขคab}0.007±0.001^{a}
	5NW	0.107±0.004	^{ขb}-0.009±0.002^{c}	^{ขd}0.000±0.001^{b}	^{a}0.012±0.001^{a}
	10NW	0.107±0.003	^{กa}0.016±0.005^{a}	^{งc}-0.011±0.001^{c}	^{ขคc}-0.003±0.004^{b}
	SW	0.107±0.008	^{a}0.009±0.007^{a}	^{กa}0.013±0.001^{a}	^{ขc}-0.005±0.007^{b}
แสมทะเล	NW	0.111±0.010	^{คab}-0.002±0.006^{b}	^{ก}0.015±0.003^{a}	^{ขb}-0.008±0.005^{b}
	2NW	0.115±0.004	^{bc}-0.008±0.005^{b}	^{ข}0.004±0.001^{a}	^{คงa}0.002±0.002^{a}
	5NW	0.116±0.007	^{ขc}-0.015±0.005^{c}	^{ก}0.013±0.009^{a}	^{a}0.001±0.001^{b}
	10NW	0.104±0.005	^{กab}-0.001±0.004^{b}	^{ก}0.007±0.001^{a}	^{คb}-0.008±0.001^{c}
	SW	0.099±0.002	^{a}0.003±0.002^{b}	^{ข}0.010±0.001^{a}	^{กa}0.005±0.001^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.088±0.005	^{ขa}0.009±0.005^{a}	^{คa}0.007±0.003^{a}	^{ขb}-0.008±0.001^{b}
	2NW	0.108±0.004	^{c}-0.006±0.004^{b}	^{คb}-0.001±0.001^{ab}	^{ขคa}0.003±0.001^{a}
	5NW	0.115±0.007	^{ขc}-0.010±0.002^{c}	^{กa}0.011±0.004^{a}	^{ab}-0.002±0.001^{b}
	10NW	0.111±0.003	^{กab}0.004±0.002	^{คb}0.000±0.001	^{ขa}-0.001±0.006
	SW	0.097±0.003	^{b}0.002±0.002^{b}	^{กขa}0.011±0.001^{a}	^{กขa}0.001±0.003^{b}
โปรงแดง	NW	0.109±0.006	^{ก}-0.001±0.006^{b}	^{ขa}0.011±0.001^{a}	^{กc}0.000±0.001^{b}
	2NW	0.098±0.004	0.003±0.006^{b}	^{งc}-0.005±0.001^{b}	^{กa}0.013±0.003^{a}
	5NW	0.101±0.002	^{ก}0.004±0.004	^{กขb}0.005±0.003	^{c}-0.001±0.001
	10NW	0.096±0.004	^{ก}0.004±0.001	^{ขb}0.004±0.000	^{กb}0.005±0.001
	SW	0.092±0.010	0.000±0.001^{b}	^{กa}0.012±0.001^{a}	^{ขd}-0.005±0.001^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

9) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Available phosphorus)

ก่อนการบำบัดน้ำเสียปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินชั้นบนและดินชั้นล่างในชุดทดลองต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 0.082-0.097 และ 0.082-0.098 mg/g dry weight ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วง 0.093-0.194, 0.096-0.273 และ 0.098-0.344 mg/g dry weight ตามลำดับ สำหรับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.083-0.098, 0.085-0.100 และ 0.085-0.102 mg/g dry weight ตามลำดับ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าภายหลังการทดลองใน แต่ละระยะกักเก็บปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินในชุดทดลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย และระยะเวลากักเก็บ (ตารางที่ ผ50 และ ตารางที่ ผ51) เมื่อเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะกักเก็บ ในดินชั้นบน พบว่ามีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียที่ชุดทดลองได้รับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้น การสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินจะสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์ (2547) ที่ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียของพื้นที่ชุ่มน้ำโกงกางใบใหญ่ โดยใช้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ความเข้มข้นปกติ และน้ำเสียชุมชนที่มีความเข้มข้นทีเคเอ็นและฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 5 และ 25 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 25 เท่ามีการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงสุด รองลงมา คือ ชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 5 เท่า และน้ำเสียชุมชนปกติ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเข้มข้น 10NW ภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน โดยพบว่าชุดทดลองไม่ปลูกพืชมีการสะสมฟอสฟอรัสฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ (ตารางที่4.34) ในขณะที่ดินชั้นล่างเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสียที่ให้กับชุดทดลอง ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.35)

การสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินสูงขึ้น เพราะการให้น้ำเสียที่มีออร์โธฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบหลักลงในชุดทดลอง ออร์โธฟอสเฟตจะถูกดูดซับได้ดีโดยดินเลน นอกจากนี้จากผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในชุดทดลองส่วนใหญ่ เพราะแม้ว่าพืชจะดูดดึงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในรูปของออร์โธฟอสเฟตในการเจริญเติบโต แต่ความสามารถในการดูดดึงออร์โธฟอสเฟตขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยที่ความเป็นกรด-ด่างของดินต่ำกว่า 6.8 พืชสามารถนำออร์โธฟอสเฟตไปใช้ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 6.8-7.2 แต่ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 7.2 พืชจะดูดดึงออร์โธฟอสเฟตไปใช้ได้ต่ำ ซึ่งการทดลองครั้งนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินสูงกว่า 7.2 ในทุกชุดทดลอง การบำบัดออร์โธฟอสเฟตโดยการดูดดึงของพืชจึงต่ำ

ตารางที่ 4.34 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินชั้นบน (0-10 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.093±0.010	^{cd}0.007±0.012	^{cd}0.005±0.004	^{c}0.003±0.002
	2NW	0.097±0.003	^{c}0.023±0.011	^{c}0.021±0.006	^{c}0.017±0.005
	5NW	0.084±0.004	^{b}0.062±0.012^{a}	^{b}0.045±0.015^{ab}	^{b}0.036±0.008^{b}
	10NW	0.090±0.003	$^{ก a}$0.105±0.010	^{a}0.070±0.012	^{a}0.055±0.015
	SW	0.090±0.005	^{d}0.002±0.004	^{d}0.001±0.001	^{c}0.002±0.001
โกงกางใบใหญ่	NW	0.088±0.005	^{c}0.005±0.006	^{c}0.006±0.005	^{c}0.004±0.003
	2NW	0.086±0.004	^{c}0.024±0.006	^{bc}0.024±0.007	^{bc}0.017±0.002
	5NW	0.082±0.004	^{b}0.054±0.009	^{b}0.036±0.024	^{b}0.031±0.028
	10NW	0.088±0.003	$^{ก ข a}$0.092±0025	^{a}0.066±0.019	^{a}0.063±0.006
	SW	0.087±0.005	^{c}0.002±0.002	^{c}0.002±0.004	^{c}0.001±0.001
แสมทะเล	NW	0.090±0.007	^{c}0.005±0.006	^{c}0.004±0.000	^{c}0.003±0.002
	2NW	0.088±0.005	^{c}0.024±0.014	^{b}0.024±0.013	^{c}0.016±0.007
	5NW	0.086±0.006	^{b}0.048±0.020	^{b}0.037±0.014	^{b}0.031±0.007
	10NW	0.083±0.003	$^{ก a}$0.100±0.011^{a}	^{a}0.091±0.006^{ab}	^{a}0.071±0.016^{b}
	SW	0.082±0.007	^{c}0.003±0.006	^{c}0.002±0.003	^{c}0.001±0.001
พังกาหัวสุม	NW	0.083±0.004	^{b}0.014±0.003^{a}	^{c}0.006±0.00^{b}	^{d}0.003±0.001^{b}
	2NW	0.085±0.004	^{b}0.016±0.012	^{b}0.026±0.010	^{c}0.020±0.001
	5NW	0.090±0.003	^{a}0.049±0.005^{a}	^{b}0.032±0.010^{b}	^{b}0.029±0.004^{b}
	10NW	0.093±0.004	$^{ก a}$0.064±0.011	^{a}0.063±0.012	^{a}0.057±0.007
	SW	0.089±0.008	^{b}0.002±0.007	^{c}0.001±0.002	^{d}0.002±0.000
โปรงแดง	NW	0.088±0.001	^{d}0.005±0.001	^{d}0.003±0.003	^{c}0.002±0.002
	2NW	0.089±0.003	^{c}0.025±0.009	^{c}0.017±0.002	^{bc}0.014±0.006
	5NW	0.093±0.005	^{b}0.042±0.015	^{b}0.033±0.007	^{b}0.028±0.010
	10NW	0.086±0.003	$^{ข ค a}$0.069±0.007	^{a}0.061±0.006	^{a}0.066±0.021
	SW	0.080±0.003	^{d}0.003±0.000	^{d}0.003±0.003	^{c}0.002±0.001

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.35 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชของดินชั้นล่าง (10-20 ซม.)

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
ไม่ปลูกพืช	NW	0.084±0.005	0.004±0.005	0.005±0.002	0.001±0.001
	2NW	0.090±0.003	0.001±0.003	0.002±0.003	0.002±0.002
	5NW	0.090±0.004	0.004±0.002	0.002±0.002	0.001±0.004
	10NW	0.086±0.003	0.001±0.001	0.001±0.001	0.001±0.002
	SW	0.089±0.004	0.002±0.001	0.001±0.002	0.001±0.002
โกงกางใบใหญ่	NW	0.092±0.006	-0.001±0.003	0.001±0.002	0.000±0.000
	2NW	0.093±0.004	0.004±0.007	0.003±0.006	0.002±0.001
	5NW	0.083±0.003	0.002±0.001	0.001±0.001	0.001±0.001
	10NW	0.088±0.002	0.003±0.004	0.001±0.004	0.001±0.000
	SW	0.095±0.007	0.010±0.008	0.001±0.006	0.001±0.001
แสมทะเล	NW	0.090±0.009	0.004±0.008	0.003±0.004	0.001±0.002
	2NW	0.091±0.004	0.001±0.005	0.002±0.004	0.001±0.001
	5NW	0.090±0.005	0.000±0.001	0.004±0.003	0.001±0.001
	10NW	0.088±0.004	0.001±0.007	0.002±0.003	0.001±0.001
	SW	0.090±0.002	0.002±0.002	0.001±0.001	0.001±0.002
พังกาหัวสุม	NW	0.082±0.004	0.001±0.004	0.001±0.005	0.000±0.000
	2NW	0.086±0.003	0.000±0.006	0.001±0.003	0.000±0.000
	5NW	0.093±0.005	0.000±0.007	0.000±0.000	0.002±0.004
	10NW	0.094±0.002	0.001±0.001	0.001±0.001	0.001±0.000
	SW	0.088±0.003	0.002±0.001	0.001±0.001	0.002±0.001
โปรงแดง	NW	0.098±0.005	0.000±0.000	0.001±0.005	0.000±0.000
	2NW	0.084±0.003	0.003±0.005	0.001±0.004	0.001±0.001
	5NW	0.083±0.002	0.002±0.005	0.002±0.001	0.002±0.002
	10NW	0.085±0.004	0.002±0.005	0.002±0.001	0.001±0.001
	SW	0.079±0.008	0.004±0.006	0.002±0.003	0.001±0.000

4.3 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตและองค์ประกอบธาตุอาหารของกล้าไม้

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าไม้ ซึ่งได้ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลาง และมวลชีวภาพของกล้าไม้ ก่อนดำเนินการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองทุกครั้งในแต่ละระยะเวลากักเก็บ รวมทั้งสิ้น 10 ครั้ง

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าไม้ จะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเจริญเติบโตระหว่างกล้าไม้ซึ่งได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกัน และระยะเวลากักเก็บต่างกัน โดยวิธี three-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การเจริญเติบโตทางด้านความสูง

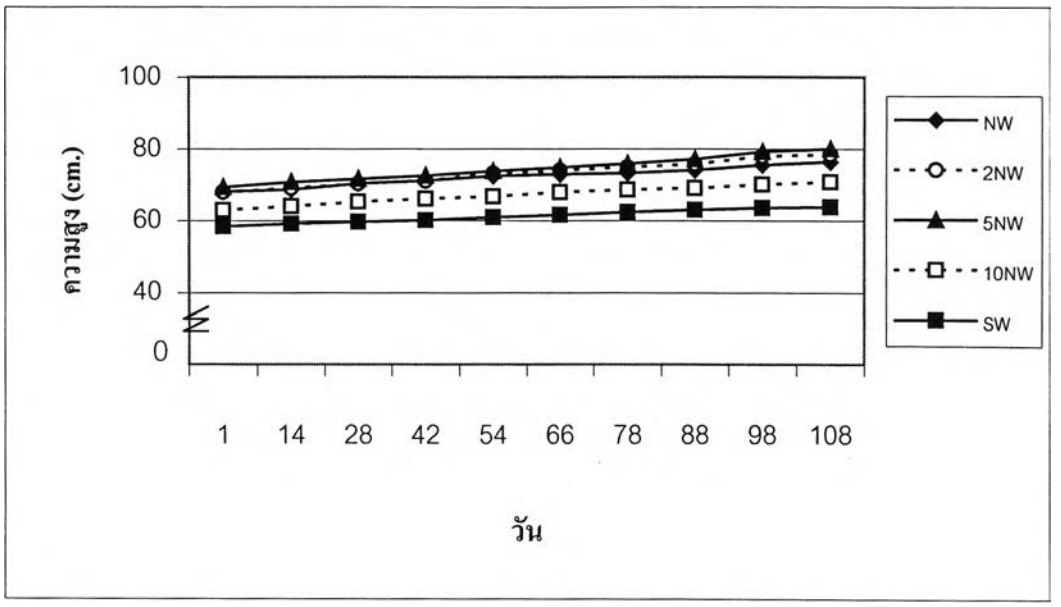
ก่อนการทดลองกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 58.38-69.90, 55.31-66.73, 43.58-47.81 และ 35.80-42.28 เซนติเมตร ตามลำดับ และภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสีย กล้าไม้ทุกชนิดมีการเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้น โดยมีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 63.83-79.97, 61.83-91.03, 47.40-60.12 และ 40.88-53.25 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ ผ52) ดังนั้นจึงทำการเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนความสูงต่อเดือนของกล้าไม้ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย โดยชุดทดลองที่มีการเติมน้ำเสียมีอัตราการเพิ่มพูนความสูงสูงกว่าชุดควบคุมน้ำทะเล ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Bolton และ Greenway (1997) ที่ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชสกุลเสม็ด (*Melaleuca*) ในรัฐควีนแลนด์ ประเทศออสเตรเลียโดยทำการเติมน้ำเสีย 4 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ น้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดขั้นที่ 2 น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้น 0.5 เท่าของน้ำเสียชุมชนน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่ปรับความเข้มข้นให้มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 2 เท่าของน้ำเสียชุมชน และน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่ปรับความเข้มข้นให้มีความเข้มข้นไนโตรเจนทั้งหมดเป็น 2 เท่าของน้ำเสียชุมชน จากผลการศึกษาพบว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่ปรับความเข้มข้นให้มีความเข้มข้นไนโตรเจนทั้งหมดเป็น 2 เท่าของน้ำเสียชุมชนมีการเจริญเติบโตสูงที่สุด และชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้น 0.5 เท่าของน้ำเสียชุมชนมีการเจริญเติบโตต่ำที่สุด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Feller และคณะ (2003) ที่ทำการศึกษาผลของการได้รับธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืชสกุลโกงกาง (*Rhizophora mangle*) และ พืชสกุลแสม (*Avicennia germinans*) บริเวณแม่น้ำอินเดียน ในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทำการเติมไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่าชุดทดลองที่ได้รับการเติมไนโตรเจนมีการเจริญเติบโต และการเพิ่มจำนวนใบสูงที่สุด แต่ในการทดลองครั้งนี้ พบว่า ส่วนใหญ่ชุดทดลองที่ได้ชุดทดลองที่เติมน้ำเสีย 5NW มีอัตราการเพิ่มพูนความสูงสูงที่สุด ซึ่งสูงกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 10NW อาจเป็นเพราะน้ำเสีย

10NW มีปริมาณสารอินทรีย์สูง น้ำในชุดทดลองจึงเกิดสภาพเน่าเสีย ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในชุดทดลองต่ำ ส่งผลให้ดินเกิดสภาพรีดิวซ์ รากพืชจึงทำงานผิดปกติ ทำให้เกิดการยับยั้งการดูดดึงและการลำเลียงธาตุอาหารในดินไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช (Pezeshki, 2001) และเมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนความสูงต่อเดือนของกล้าไม้ระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ภายหลังการทดลองในแต่ละระยะเวลากักเก็บ แสมทะเลมีอัตราการเพิ่มพูนความสูงสูงที่สุด ขณะที่โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีอัตราการเพิ่มพูนความสูงใกล้เคียงกัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนความสูงต่อเดือนของกล้าไม้ระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน กล้าไม้ทุกชนิดมีอัตราการเพิ่มพูนความสูงสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากกล้าไม้เร่งการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเพื่อรับแสงแดด และยังเห็นได้อย่างชัดเจนว่าเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน แสมทะเลมีอัตราการเพิ่มพูนความสูงต่อเดือนสูงที่สุด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.22-14.39 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับที่ Chapman และ Ronaldson (1958) อ้างถึงใน สนิท อักษรแก้ว (2542) ที่กล่าวว่า ไม้สกุลแสมจะเจริญเติบโตด้านความสูงได้ดีเมื่อมีการระบายน้ำสูง (ตารางที่ 4.36)

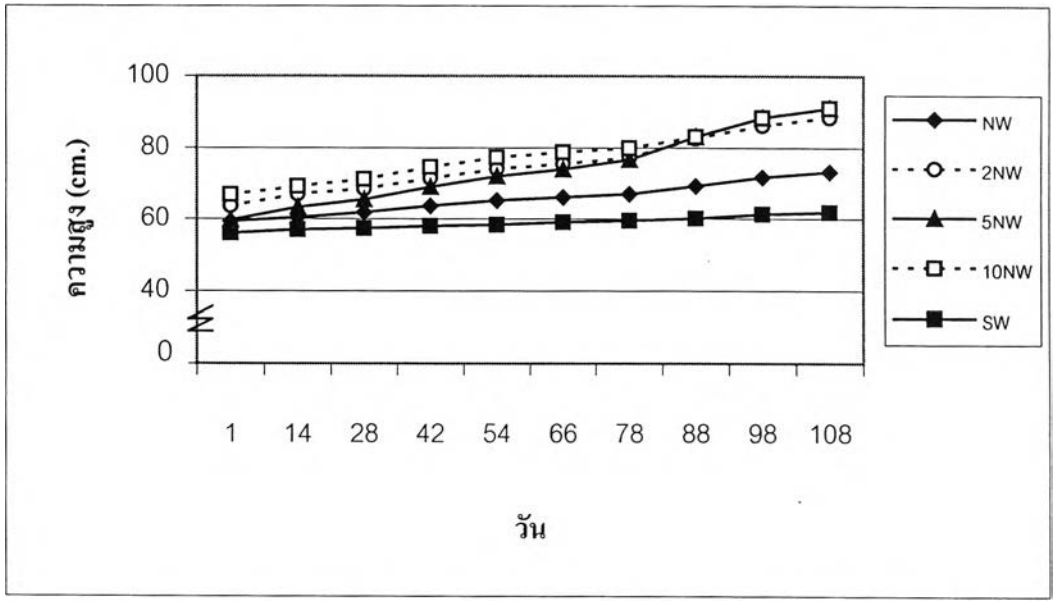
ตารางที่ 4.36 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนความสูงของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	อัตราการเพิ่มพูนความสูงต่อเดือน (cm)			
		ความสูงก่อนการทดลอง	ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	68.03±10.84	^{บa}2.22±0.82^{b}	^{บb}1.42±0.87^{c}	^{บกb}3.17±1.38^{a}
	2NW	67.98±8.43	^{บa}2.17±1.46^{b}	^{บกa}2.38±1.02^{b}	^{กab}3.59±1.48^{a}
	5NW	69.30±8.32	^{บa}2.23±0.83^{b}	^{บab}1.90±0.84^{b}	^{บa}4.14±1.65^{a}
	10NW	62.90±7.64	^{บa}2.24±0.75	^{บ}b1.54±1.44	^{กc}2.21±1.47
	SW	58.38±7.50	^{b}1.21±0.70	^{กb}1.23±0.62	^{บกc}1.47±1.10
แสมทะเล	NW	59.30±9.38	^{กb}3.06±1.38^{b}	^{บb}2.02±1.97^{b}	^{กc}6.22±2.30^{a}
	2NW	63.62±11.31	^{กa}5.55±1.84^{b}	^{กa}3.33±2.39^{b}	^{กb}11.30±6.45^{a}
	5NW	59.64±10.36	^{กab}6.67±2.43^{b}	^{กa}3.76±2.55^{b}	^{กab}14.39±5.67^{a}
	10NW	66.73±10.49	^{กa}6.17±3.52^{b}	^{กa}3.42±1.82^{c}	^{กab}9.95±4.49^{a}
	SW	55.91±6.09	^{c}1.41±0.82^{b}	^{กบc}0.83±1.07^{b}	^{กc}2.38±1.67^{a}
พังกาหัวสุม	NW	44.42±5.62	^{บa}1.89±0.66^{b}	^{บb}1.67±0.80^{b}	^{บc}4.14±2.50^{a}
	2NW	47.81±6.92	^{กa}1.82±0.84^{c}	^{กบa}3.14±1.69^{b}	^{บa}7.36±2.63^{a}
	5NW	43.58±3.11	^{บa}1.93±0.85^{b}	^{บa}2.59±1.12^{b}	^{บbc}5.42±2.38^{a}
	10NW	47.20±6.02	^{บa}1.90±1.04^{b}	^{บa}2.79±1.23^{b}	^{บb}5.70±2.72^{a}
	SW	44.04±6.27	^{b}1.07±0.45^{a}	^{กc}0.57±0.39^{b}	^{กd}0.92±0.58^{a}
โปรงแดง	NW	39.55±5.44	^{บa}2.06±0.84^{b}	^{กa}2.97±1.28^{a}	^{กb}2.16±1.20^{b}
	2NW	37.75±4.81	^{กab}1.72±0.77^{b}	^{กb}2.13±0.58^{b}	^{กa}3.22±1.49^{a}
	5NW	42.28±5.15	^{บa}2.04±0.98^{b}	^{บab}2.56±0.92^{b}	^{กa}3.71±1.45^{a}
	10NW	40.74±3.94	^{บbc}1.56±0.62^{b}	^{กab}2.60±0.96^{a}	^{บa}2.19±0.87^{a}
	SW	35.80±3.76	^{c}1.18±0.46	^{กc}1.27±0.73	^{บb}1.69±1.14

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

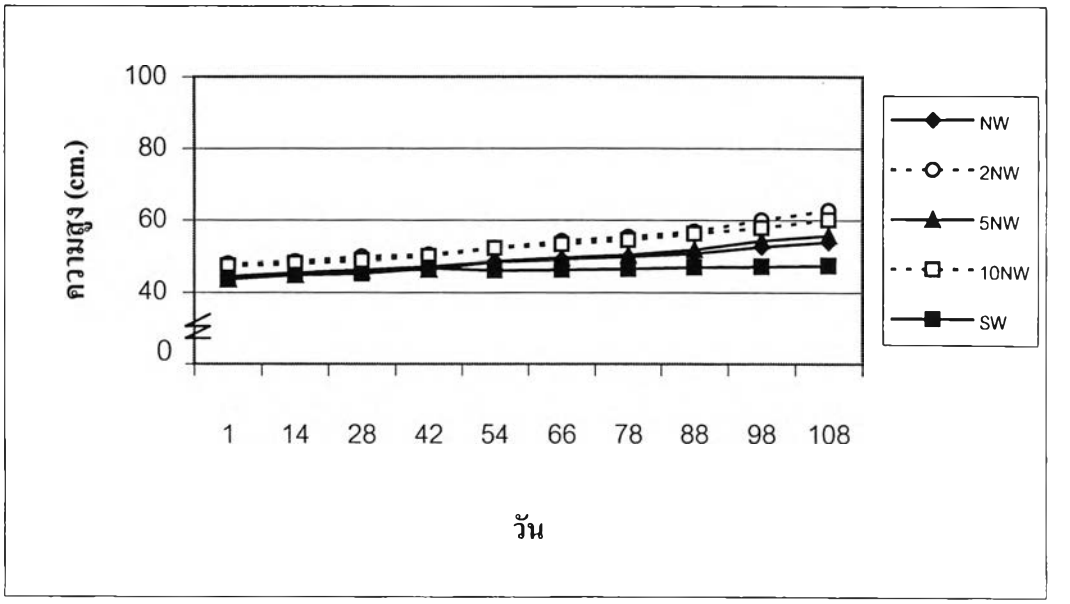


(ก) ความสูงของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่

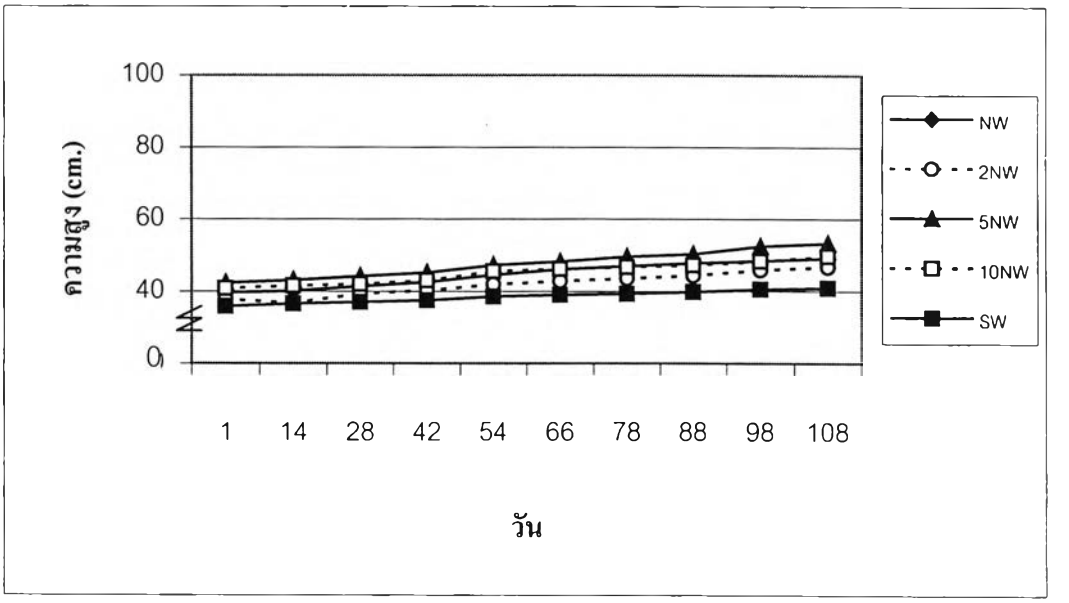


(ข) ความสูงของกล้าไม้แสมทะเล

รูปที่ 4.13 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกล้าไม้



(ค) ความสูงของกล้าไม้พังกาหัวสุม



(ง) ความสูงของกล้าไม้โปรงแดง

รูปที่ 4.13 (ต่อ) การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของกล้าไม้

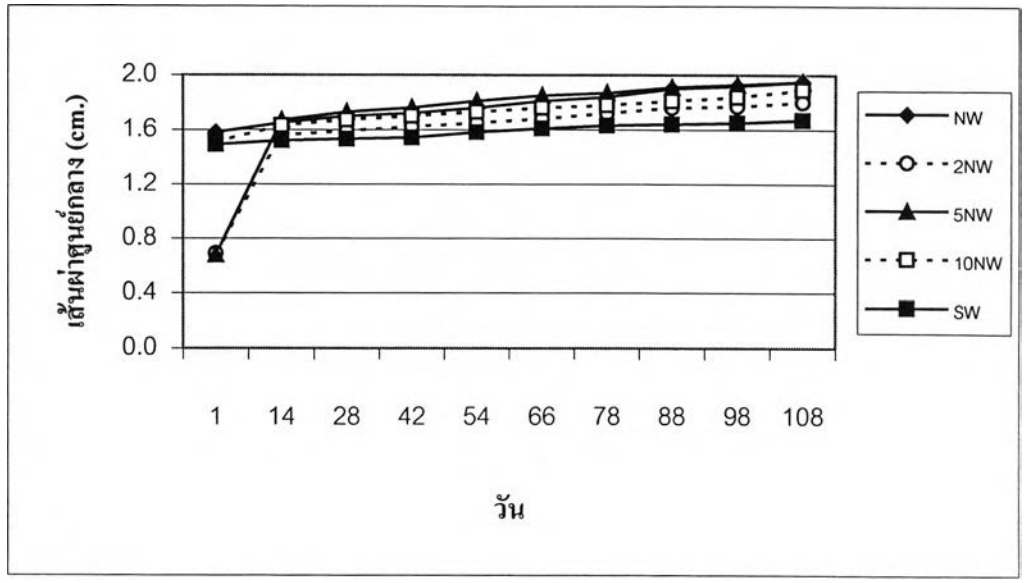
2) การเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลาง

ก่อนการทดลองกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.68-1.58, 0.50-0.60, 0.47-0.53 และ 0.47-0.56 เซนติเมตร ตามลำดับ และภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสีย กล้าไม้ทุกชนิดมีการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 1.67-1.95, 0.60-0.89, 0.65-0.94 และ 0.61-0.87 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ ผ53) เมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางต่อเดือนของกล้าไม้ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่าเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางต่อเดือนของกล้าไม้ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าค่อนข้างผันแปร แต่มีแนวโน้มว่าชุดทดลองที่มีการเติมน้ำเสียมีอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางสูงกว่าชุดควบคุมน้ำทะเล และพบว่าโดยส่วนใหญ่ชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 5NW มีอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางสูงที่สุด เช่นเดียวกับการเพิ่มพูนความสูง และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางต่อเดือนระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ภายหลังการบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน โกงกางใบใหญ่มีอัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางต่อเดือนสูงที่สุด ขณะที่ภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน พังกาหัวสุมดอกแดง มีอัตราการเจริญเติบโตต่อเดือนสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้อง สนิท อักษรแก้ว (2542) ที่กล่าวไว้ว่า โกงกางใบใหญ่เป็นพืชที่ชอบสภาพดินเลน และสามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้ดีในขณะที่พังกาหัวสุมดอกแดงเป็นพืชที่ชอบสภาพที่มีการระบายน้ำดี ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของการศึกษาของ Ye et al. (2003) ซึ่งทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชป่าชายเลน 2 ชนิด คือพังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza*) และรังกระแท้ (*Kandelia candel*) เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บน้ำต่างกัน คือ ระยะเวลากักเก็บน้ำ 12 สัปดาห์ ระยะเวลากักเก็บน้ำ 8 สัปดาห์ ปล่อยให้แห้ง 4 สัปดาห์ และระยะเวลากักเก็บน้ำ 4 สัปดาห์ ปล่อยให้แห้ง 8 สัปดาห์ พบว่า เมื่อระยะในการเวลากักเก็บน้ำในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเพิ่มขึ้นการเจริญเติบโตของพังกาหัวสุมดอกแดงจะลดลง เมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่อเดือนของกล้าไม้ระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชุดทดลองมีความหนาแน่นของกล้าไม้สูง (36 ต้น/ตารางเมตร) ทำให้กล้าไม้เร่งการเจริญเติบโตทางด้านความสูง เพื่อแย่งรับแสงแดด ทำให้มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงเพิ่มขึ้น อย่างรวดเร็ว ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำ (ตารางที่ 4.37)

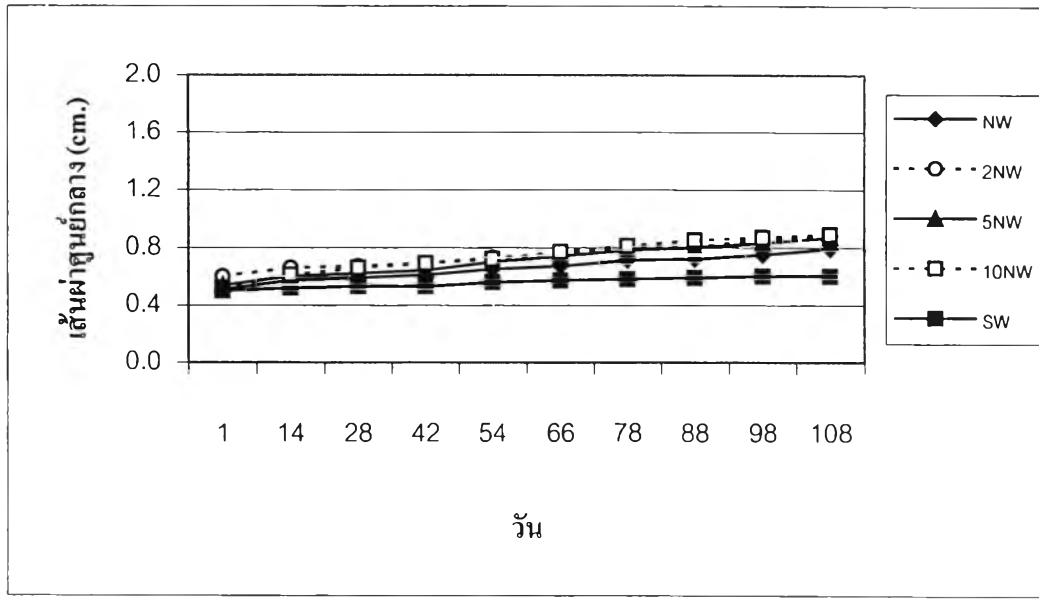
ตารางที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	อัตราการเพิ่มพูนเส้นผ่าศูนย์กลางต่อเดือน (cm.)			
		ความสูงก่อนการทดลอง	ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	1.58±0.19	^{na}0.10±0.05	0.10±0.05	^{va}0.11±0.07
	2NW	0.69±0.11	^{na}0.09±0.03	^{v}0.08±0.04	^{vab}0.08±0.05
	5NW	0.68±0.13	^{na}0.12±0.05	^{nv}0.09±0.06	^{ab}0.08±0.06
	10NW	1.51±0.23	^{a}0.09±0.05	^{n}0.07±0.03	^{a}0.10±0.10
	SW	1.49±0.24	^{b}0.03±0.02	^{n}0.08±0.05	^{b}0.05±0.03
แสมทะเล	NW	0.51±0.11	^{vb}0.07±0.03	^{b}0.09±0.07	^{v}a0.08±0.06
	2NW	0.60±0.10	^{vb}0.07±0.02	^{vb}0.08±0.05	^{v}a0.10±0.08
	5NW	0.54±0.11	^{vb}0.07±0.04	^{va}0.12±0.07	^{a}0.09±0.07
	10NW	0.52±0.09	^{a}0.09±0.05	^{nvb}0.11±0.04	^{a}0.08±0.04
	SW	0.50±0.07	^{c}0.02±0.01	^{nvc}0.04±0.03	^{b}0.02±0.02
พังกาหัวสุม	NW	0.51±0.12	^{vc}0.06±0.02	^{a}0.13±0.05	^{na}0.16±0.07
	2NW	0.52±0.08	^{vbc}0.06±0.03	^{na}0.15±0.06	^{na}0.16±0.08
	5NW	0.47±0.08	^{va}0.09±0.04	^{na}0.13±0.05	^{b}0.08±0.05
	10NW	0.53±0.10	^{ab}0.08±0.05	^{na}0.13±0.05	^{b}0.10±0.05
	SW	0.52±0.13	^{d}0.03±0.02	^{vb}0.05±0.04	^{c}0.03±0.04
โปรงแดง	NW	0.56±0.08	^{vb}0.06±0.03	^{c}0.05±0.03	^{va}0.09±0.05
	2NW	0.48±0.10	^{vb}0.06±0.03	^{vbc}0.07±0.04	^{va}0.08±0.06
	5NW	0.55±0.08	^{va}0.08±0.04	^{na}0.11±0.06	^{a}0.08±0.05
	10NW	0.54±0.09	^{a}0.08±0.03	^{vnab}0.09±0.04	^{a}0.07±0.04
	SW	0.47±0.08	^{c}0.02±0.01	^{nbc}0.07±0.05	^{ab}0.03±0.03

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

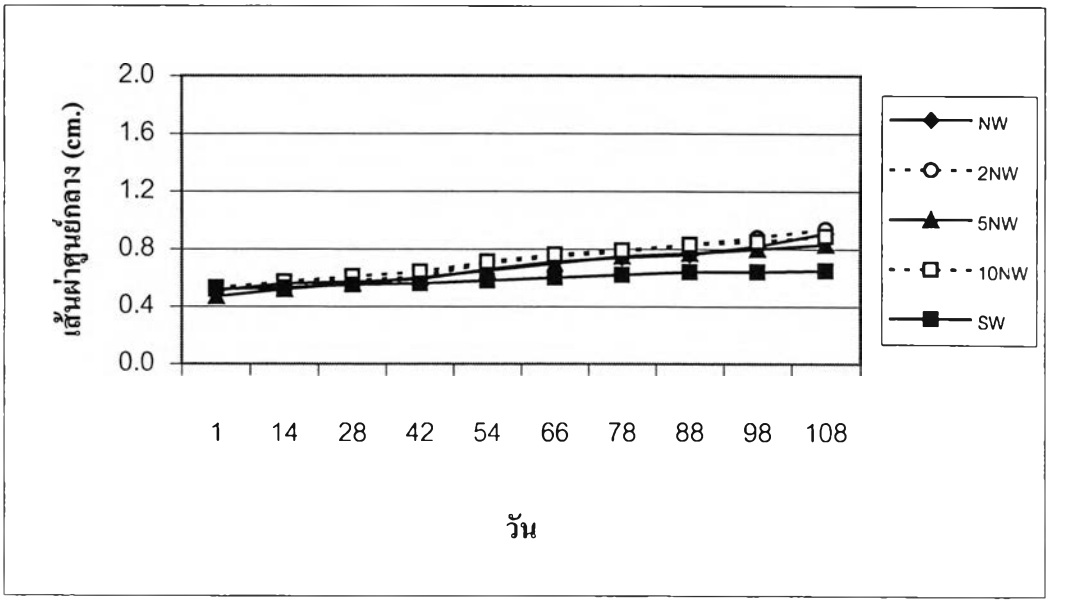


(ก) เส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่

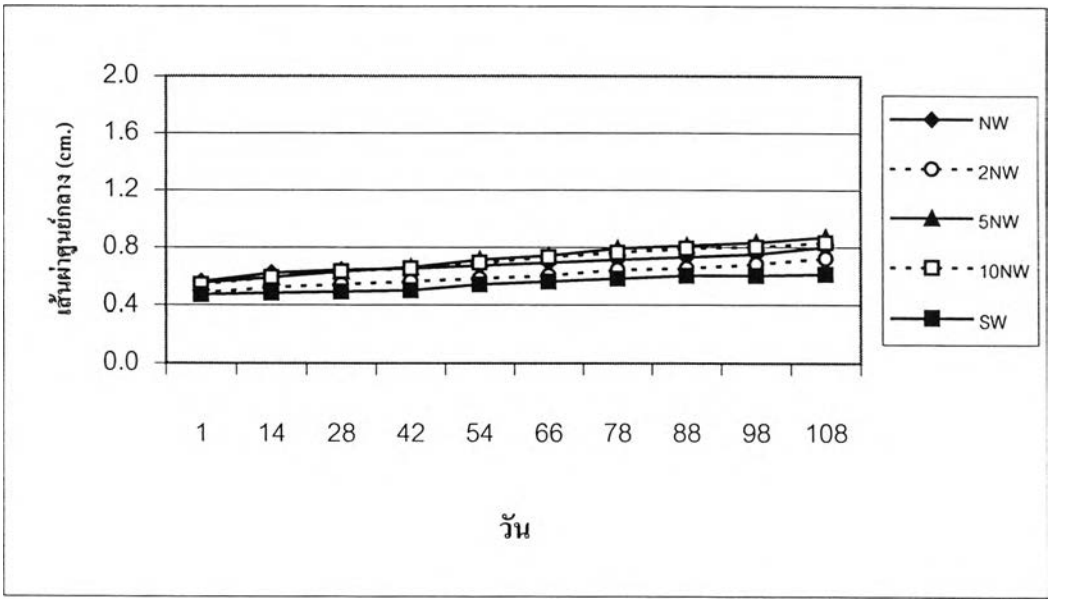


(ข) เส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้แสมทะเล

รูปที่ 4.14 การเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้



(ค) เส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้พังกาหัวสุม



(ง) เส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้โปรงแดง

รูปที่ 4.14 (ต่อ) การเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้

3) การเจริญเติบโตทางด้านมวลชีวภาพ

ผลการศึกษามวลชีวภาพส่วนเหนือดิน ของกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิด โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลาง กับน้ำหนักแห้ง โดยใช้สมการความสัมพันธ์ในรูป allometric relation (ภาคผนวก ค) โดยมีสมการความสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.38

ตารางที่ 4.38 สมการ allometric relation สำหรับคำนวณมวลชีวภาพของกล้าไม้

ชนิดพืช	สมการ allometric relation	
	ลำต้น	ใบ
โกงกางใบใหญ่	$y = 0.6807x^{0.8294}$	$y = 0.0644x^{0.9051}$
แสมทะเล	$y = 0.8550x^{0.7227}$	$y = 0.5195x^{0.7087}$
พังกาหัวสุม	$y = 0.8435x^{0.8603}$	$y = 0.0287x^{1.6617}$
โปรงแดง	$y = 0.7863x^{0.7403}$	$y = 0.0382x^{1.7771}$

นำสมการที่สร้างขึ้นมาคำนวณมวลชีวภาพของลำต้นและใบของกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิด ในแต่ละครั้งที่วัดความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้

ก่อนการทดลองกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนลำต้นอยู่ในช่วง 59.84-76.34, 8.76-12.54, 9.18-12.00 และ 5.63-8.02 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนใบอยู่ในช่วง 8.25-10.75, 5.13-7.29, 0.50-0.70 และ 2.61-6.25 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ และภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสีย กล้าไม้ทุกชนิดมีการเจริญเติบโตด้านมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนลำต้นอยู่ในช่วง 77.15-119.15, 12.19-28.26, 17.77-41.60 และ 9.05-17.78 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพส่วนใบอยู่ในช่วง 10.88-17.46, 7.09-16.14, 1.10-3.27 และ 8.34-44.67 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ ผ54 และ ตารางที่ ผ55) เมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนลำต้นและส่วนใบต่อเดือนของกล้าไม้ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่าเมื่อเปรียบเทียบอัตราเพิ่มพูนมวลชีวภาพต่อเดือนระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าค่อนข้างผันแปร แต่มีแนวโน้มว่าในชุดทดลองที่มีการเติมน้ำเสียมีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพสูงกว่าชุดควบคุมน้ำทะเล และในส่วนใบชุดทดลองส่วนใหญ่ที่ได้รับน้ำเสีย 5NW มีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพต่อเดือนสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางของกล้าไม้ และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพต่อเดือนระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสามารถสรุปโดยรวมได้ว่า กล้าไม้โกงกางใบใหญ่มีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพต่อเดือนสูงที่สุด รองลงมา คือ พังกาหัวสุมดอกแดง แสมทะเล และโปรงแดง ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพ

ต่อเดือนระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วันชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพสูงกว่าเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 7 วัน ทั้งนี้เนื่องมาจากกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิด ชอบดินที่เป็นดินเลนค่อนข้างแข็ง หรือดินเลนปนทราย ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Champman และ Ronaldson, 1958 อ้างถึงใน สนิท อักษรแก้ว, 2542) แต่เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน กล้าไม้โกงกางใบใหญ่มีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากโกงกางใบใหญ่เป็นพืชที่ชอบดินเลน และสามารถทนต่อน้ำท่วมขังได้ดี (สนิท อักษรแก้ว, 2542) (ตารางที่ 4.39 และ ตารางที่ 4.40) นอกจากนี้จากผลการศึกษาที่พบว่าเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน กล้าไม้ส่วนใหญ่มีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพสูงกว่าเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วันทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน กล้าไม้อาจยังไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้ดีนัก ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้าๆ ในขณะที่ช่วงการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน กล้าไม้สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี และมีการเจริญเติบโตของลำต้นทั้งทางด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลาง รวมทั้งมีการเพิ่มจำนวนใบและรากเพื่อหาและสร้างอาหารในการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.39 ค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้

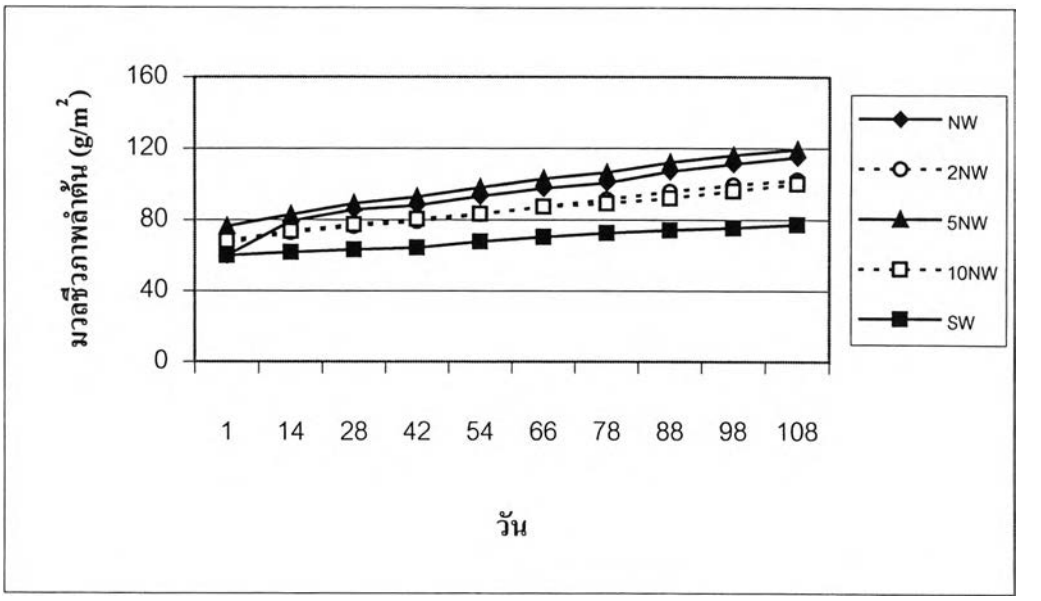
ชนิดพืช	ชุดทดลอง	อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพต่อเดือน (g/m^2)			
		มวลชีวภาพ ก่อนการทดลอง	ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	59.84±20.80	^{n_a}23.61±16.34^{a}	$^{n_{ab}}$10.57±5.59^{b}	^{n_a}14.41±9.11^{b}
	2NW	66.59±18.52	^{n_b}8.91±3.06	$^{n_{ab}}$10.16±4.12	^{v_a}10.86±5.72
	5NW	76.34±21.51	$^{n v_b}$11.68±4.61	^{n_a}11.25±6.24	^{n_a}12.95±7.05
	10NW	68.04±18.15	^{n_b}8.80±3.76	$^{n_{bc}}$7.78±3.63	^{n_a}11.20±8.55
	SW	59.84±20.80	^{n_c}3.12±0.21	^{n_c}6.81±4.05	^{n_b}4.76±2.79
แสมทะเล	NW	9.42±3.60	^{v_b}2.44±0.97^{b}	^{n_c}3.20±2.55^{ab}	^{v_b}4.04±2.10^{a}
	2NW	12.54±3.85	^{v_b}2.99±0.98^{b}	$^{v_{bc}}$3.72±1.72^{b}	^{n_a}6.74±3.86^{a}
	5NW	10.39±3.68	$^{v n_b}$3.04±1.29^{b}	$^{v n_a}$5.54±3.12^{a}	^{v_a}6.92±3.92^{a}
	10NW	11.67±3.07	^{v_a}3.77±1.73^{b}	$^{v_{ab}}$4.72±1.59^{ab}	$^{v_{ab}}$5.64±2.43^{a}
	SW	8.76±2.13	^{n_c}0.77±0.42	^{v_d}1.17±0.85	^{v_c}0.94±0.76
พังกาหัวสุม	NW	11.06±5.33	^{v_c}2.57±1.04^{c}	^{v_b}6.16±2.82^{b}	$^{n_{ab}}$11.65±5.80^{a}
	2NW	11.87±3.84	$^{v_{bc}}$2.87±1.67^{c}	^{n_a}9.12±4.79^{b}	^{n_a}14.76±8.27^{a}
	5NW	9.18±2.86	$^{v_{ab}}$3.71±1.79^{b}	^{v_b}6.99±3.13^{a}	^{v_c}6.92±3.31^{a}
	10NW	12.00±4.49	^{v_a}4.01±2.76^{b}	$^{n_{ab}}$8.15±4.04^{a}	$^{n_{bc}}$ 9.51±5.61^{a}
	SW	11.42±6.23	^{v_d}1.42±0.98	^{v_c}2.03±1.37	^{v_d}1.32±1.82
โปรงแดง	NW	7.83±1.95	^{v_a}1.59±0.60^{b}	$^{n_{bc}}$1.88±1.01^{b}	^{n_a}2.79±1.40^{a}
	2NW	6.13±1.76	^{n_b}1.22±0.55^{b}	$^{v_{bc}}$1.89±1.00^{a}	^{v_a}2.35±1.39^{a}
	5NW	8.02±2.07	^{n_a}1.97±0.99^{b}	^{n_a}3.33±1.75^{a}	^{n_a}3.00±1.42^{a}
	10NW	7.65±2.14	^{n_a}1.86±0.61^{b}	^{n_b}2.59±0.98^{a}	^{n_a}2.49±1.33^{a}
	SW	5.63±1.60	^{n_c}0.51±0.22^{b}	^{v_c}1.50±0.93^{a}	^{v_b}0.90±0.86^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

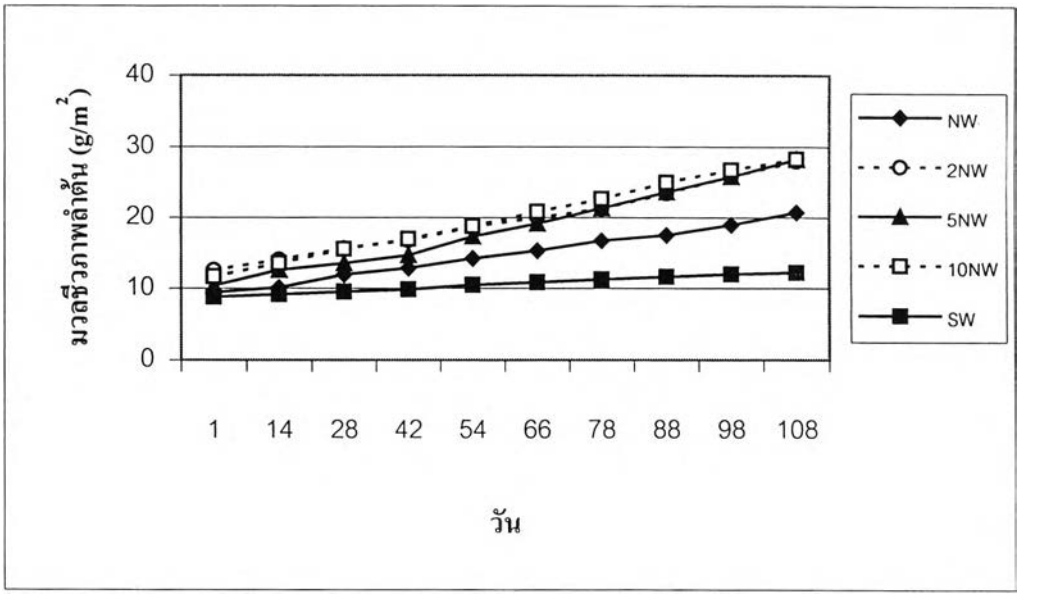
ตารางที่ 4.40 ค่าเฉลี่ยอัตราการเพิ่มพูนชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพต่อเดือน (g/m^2)			
		มวลชีวภาพ ก่อนการทดลอง	ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	8.25±3.12	^{กa}3.61±2.48^{a}	^{ขab}1.65±0.90^{b}	^{ขa}1.28±0.78^{b}
	2NW	9.25±2.83	^{ขb}1.36±0.49^{a}	^{ขกab}1.57±0.66^{a}	^{ขa}1.03±0.46^{b}
	5NW	10.75±3.31	^{ขb}1.81±0.74^{a}	^{ขa}1.77±1.01^{a}	^{ขa}1.15±0.70^{b}
	10NW	9.47±2.78	^{กb}1.34±0.59	^{กbc}1.20±0.57	^{ขa}1.31±1.31
	SW	8.25±3.12	^{กc}0.47±0.27^{b}	^{ขc}1.03±0.64^{a}	^{ขb}0.48±0.43^{b}
แสมทะเล	NW	5.50±2.06	^{ขb}1.40±0.55	^{ขc}1.82±1.44	^{ขa}1.84±1.07
	2NW	7.29±2.20	^{กขb}1.70±0.55^{a}	^{ขbc}2.11±0.98^{ab}	^{ขa}2.56±1.84^{a}
	5NW	6.06±2.11	^{ขb}1.74±0.73^{b}	^{ขa}3.14±1.76^{a}	^{ขa}2.61±1.48^{a}
	10NW	6.79±1.76	^{ขa}2.15±0.98a^{b}	^{ขab}2.67±0.889^{a}	^{ขa}1.87±1.10^{b}
	SW	5.13±1.22	^{กc}0.44±0.24^{b}	^{ขกd}0.67±0.48^{a}	^{ขกb}0.32±0.32^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.64±0.38	^{กb}0.19±0.09^{c}	^{ขb}0.53±0.24^{b}	^{ขa}0.91±0.57^{a}
	2NW	0.69±0.27	^{กb}0.21±0.09^{c}	^{กa}0.75±0.44^{b}	^{ขa}1.04±0.67^{a}
	5NW	0.50±0.19	^{กab}0.26±0.14^{b}	^{ขb}0.56±0.28^{a}	^{ขb}0.45±0.28^{a}
	10NW	0.70±0.32	^{กa}0.31±0.23^{b}	^{กab}0.68±0.39^{a}	^{ขb}0.59±0.40^{a}
	SW	0.67±0.46	^{ขc}0.10±0.08^{a}	^{กc}0.15±0.10^{a}	^{กc}0.04±0.04^{b}
โปรงแดง	NW	5.80±3.07	^{ขa}3.60±2.27^{b}	^{กbc}6.35±5.57^{b}	^{กa}10.70±8.73^{a}
	2NW	3.23±2.12	^{กb}1.82±1.10^{c}	^{กcd}4.38±2.92^{b}	^{ก}b6.67±5.39^{a}
	5NW	6.25±3.99	^{กa}4.75±3.71^{b}	^{กa}12.71±9.15^{a}	^{กa}13.41±10.76^{a}
	10NW	5.66±4.10	^{กa}4.03±2.36^{b}	^{กb}8.52±4.47^{a}	^{กab}8.17±7.34^{a}
	SW	2.61±1.75	^{กb}0.56±0.29^{b}	^{กd}2.40±1.89^{b}	^{กc}1.13±1.11^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

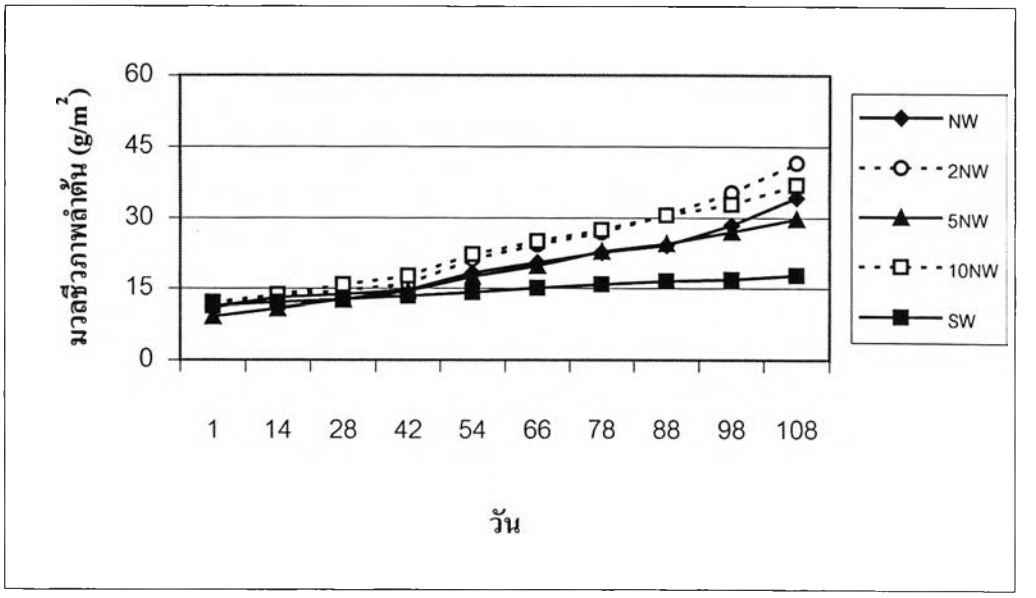


(ก) มวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่

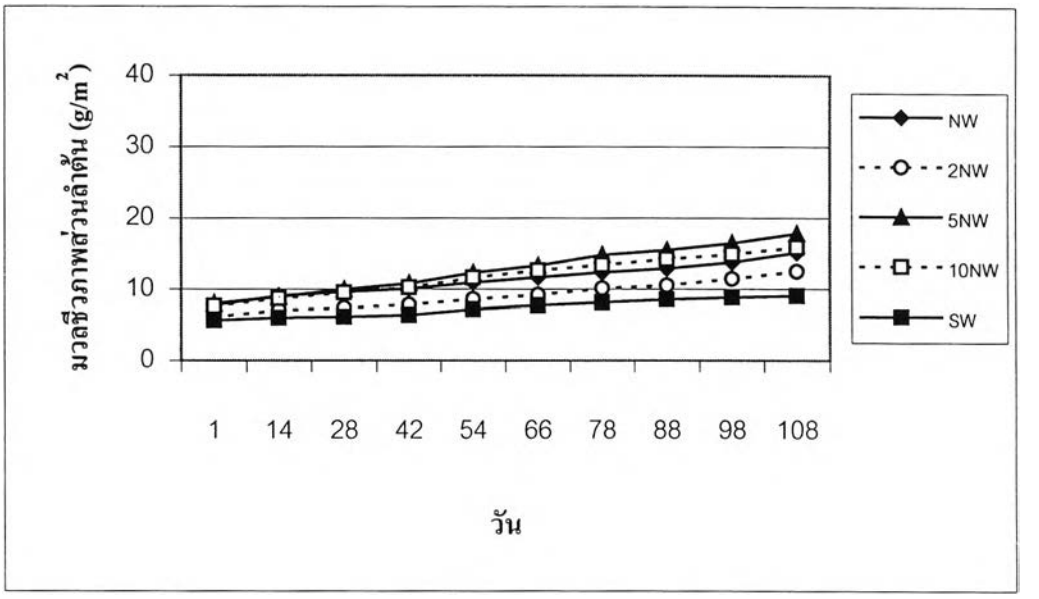


(ข) มวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้แสมทะเล

รูปที่ 4.15 การเจริญเติบโตทางด้านมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้

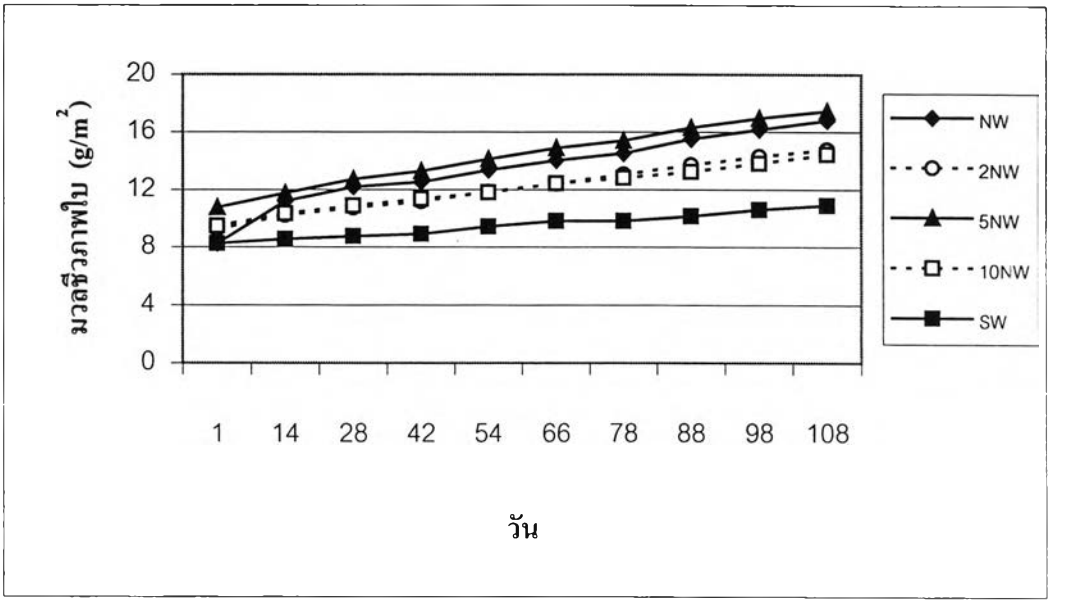


(ค) มวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้พังกาหัวสุม

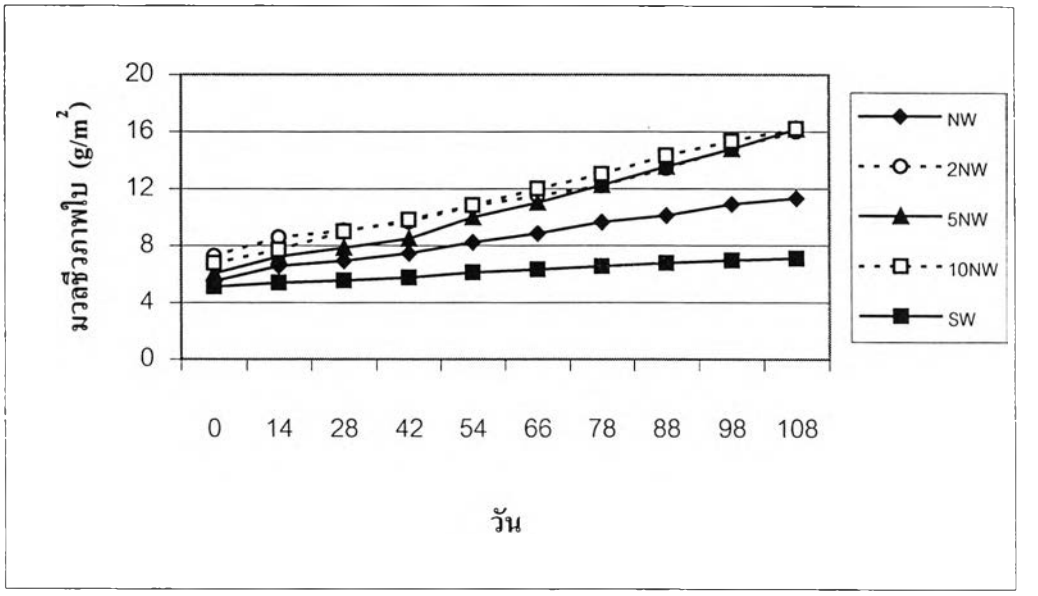


(ง) มวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้โปรงแดง

รูปที่ 4.15 (ต่อ) การเจริญเติบโตทางด้านมวลชีวภาพส่วนลำต้นของกล้าไม้

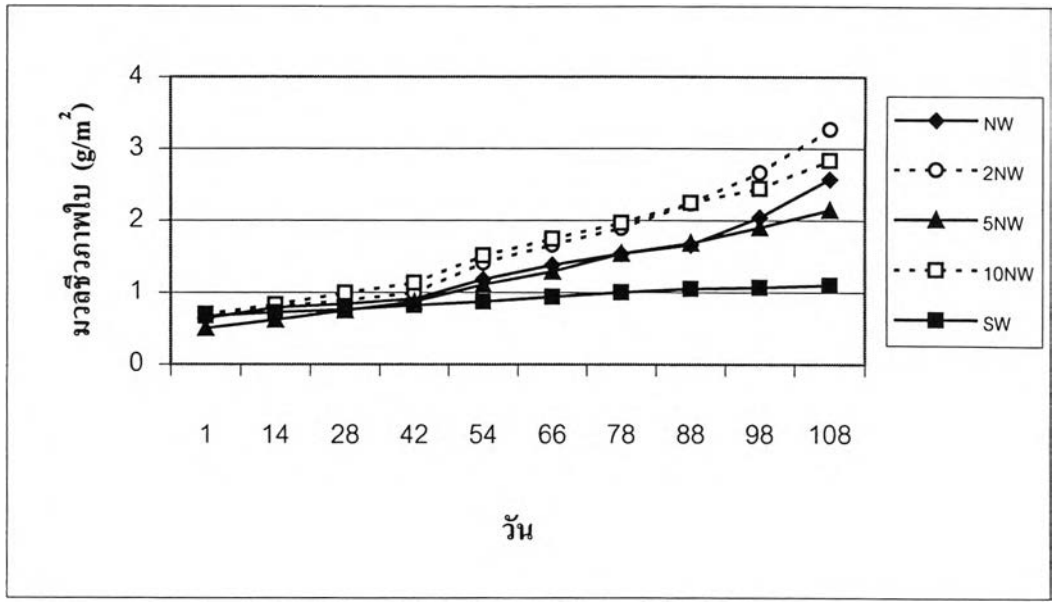


(ก) มวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่

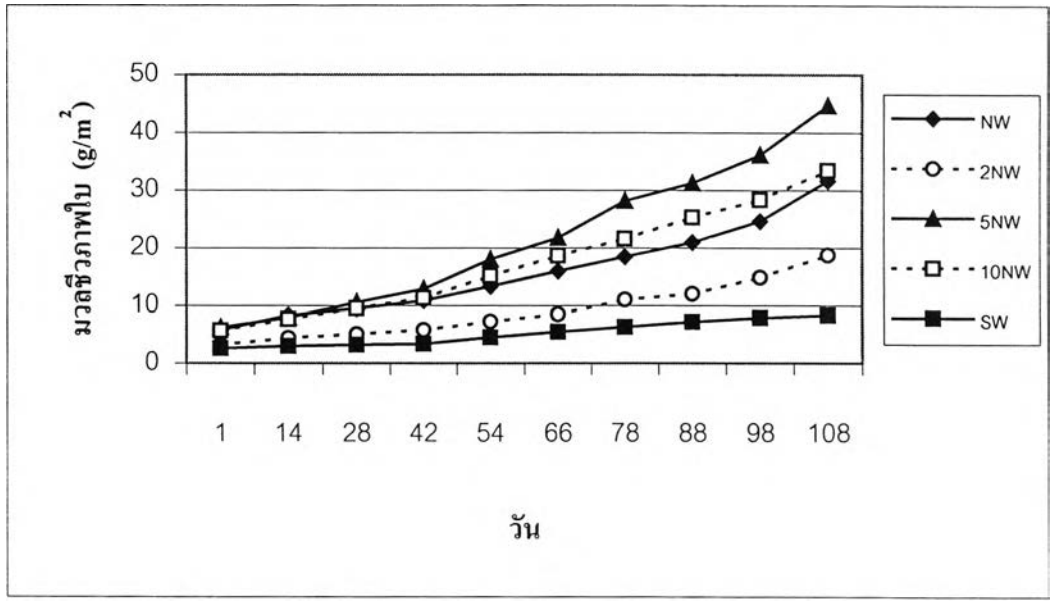


(ข) มวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้แสมทะเล

รูปที่ 4.16 การเจริญเติบโตทางด้านมวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้



(ค) มวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้พังกาหัวสุม



(ง) มวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้โปรงแดง

รูปที่ 4.16 (ต่อ) การเจริญเติบโตทางด้านมวลชีวภาพส่วนใบของกล้าไม้

36 - 137

4) องค์ประกอบธาตุอาหารในใบของกล้าไม้

ผลการศึกษาองค์ประกอบของธาตุอาหารในใบของกล้าไม้ โดยการเก็บตัวอย่างใบแก่ โดยทำการเก็บตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1 (ภายหลังการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน), 2 (ภายหลังการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 5 วัน) และ 3 (ภายหลังการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 3 วัน) รวม 4 ครั้ง

ผลการศึกษาองค์ประกอบของธาตุอาหารในใบของกล้าไม้ จะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของการสะสมธาตุอาหารระหว่างกล้าไม้ซึ่งได้รับน้ำเสียความเข้มข้นต่างกัน และระยะเวลากักเก็บต่างกัน โดยวิธี three-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1) ไนโตรเจนทั้งหมดในใบกล้าไม้

ก่อนการทดลองกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อน เท่ากับ 11.360, 33.856, 14.288 และ 9.250 mg/g dry weight ตามลำดับ และมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบแก่ เท่ากับ 10.500, 23.580, 10.610 และ 6.397 mg/g dry weight ตามลำดับ และภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน กล้าไม้โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อนและใบแก่สูงขึ้น โดยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อนมีค่าอยู่ในช่วง 15.098-21.103, 15.076-25.968 และ 13.394-18.205 mg/g dry weight ตามลำดับ และในใบแก่มีค่าอยู่ในช่วง 12.781-18.771, 10.635-15.174 และ 9.476-14.195 mg/g dry weight ตามลำดับ เพราะในน้ำเสียที่เติมแก่ชุดทดลองมีธาตุอาหารซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ โดยเฉพาะไนโตรเจนที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของยอดอ่อน กิ่งก้าน และใบ แต่ในชุดทดลองที่ปลูกกล้าไม้แสมทะเลมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และมีการแตกกิ่งก้าน และแตกยอดอ่อนเพื่อเพิ่มจำนวนใบสูง ทำให้มีการใช้ไนโตรเจนในการเจริญเติบโตสูง ส่งผลให้มีการสะสมไนโตรเจนในกล้าไม้น้อยกว่ากล้าไม้ชนิดอื่น และจากการศึกษาพบว่าภายหลังการทดลองที่ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3วัน พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อนและใบแก่ของกล้าไม้ทุกชนิดสูงขึ้น (ตารางที่ ผ56 ตารางที่ ผ57) เมื่อเปรียบเทียบการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อนและใบแก่ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ ในใบอ่อนเมื่อทำการเปรียบเทียบการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย พบว่ามีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำเสียเพิ่มขึ้นการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของของปวีณา วัฒนสุทธิพงศ์ (2547) ที่ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียของพื้นที่ชุ่มน้ำโกงกางใบใหญ่ โดยใช้น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ความเข้มข้นปกติ (NW) และน้ำเสียชุมชนที่มีความเข้มข้นทีเคเอ็นและฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 5 และ 25 เท่าของน้ำเสียชุมชนปกติ (5NW และ 25NW) พบว่าเมื่อ

สิ้นสุดการทดลองชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสีย 25NW มีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในกล้าไม้สูงที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างชนิดพืช พบว่าภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่สามารถบ่งชี้ได้ชัดเจนว่ากล้าไม้ชนิดใดมีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในกล้าไม้สูงที่สุด ในขณะที่ภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการเปรียบเทียบการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 5 และ 3 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.41) เนื่องจากเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน กล้าไม้ได้รับธาตุอาหารจากน้ำเสียเป็นระยะเวลาที่นาน ทำให้พืชสามารถดูดดึงธาตุอาหารไปสะสมเพื่อการเจริญเติบโตได้สูงขึ้น สำหรับการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบแก่ พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับในใบอ่อน (ตารางที่ 4.42) และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดระหว่างใบอ่อนและใบแก่ พบว่าใบอ่อนมีการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าใบแก่ ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนถูกส่งจากรากไปสู่ยอด เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของยอดอ่อน และกิ่งก้านต่อไป

ตารางที่ 4.41 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	11.360±0.232	^{yb}4.905±0.276^{a}	0.917±0.385^{b}	0.535±0.164^{b}
	2NW		^{nc}3.738±0.605^{a}	0.504±0.244^{b}	0.360±0.123^{b}
	5NW		^{na}9.743±0.833^{a}	0.419±0.243^{b}	0.294±0.209^{b}
	10NW		^{yb}5.872±0.453^{a}	1.177±0.289^{b}	0.712±0.357^{b}
	SW		^{nc}3.376±0.658^{a}	0.654±0.290^{b}	0.354±0.070^{b}
แสมทะเล	NW	33.856±0.772	^{xd}-12.810±0.214^{c}	1.121±0.253^{a}	0.655±0.229^{b}
	2NW		^{nc}-4.871±1.116^{b}	0.909±0.364^{a}	0.635±0.291^{a}
	5NW		^{nb}2.085±0.647^{a}	1.178±0.551^{ab}	0.337±0.225^{b}
	10NW		^{na}10.509±1.969^{a}	1.673±1.118^{b}	0.888±0.511^{b}
	SW		^{nc}-5.113±0.811^{b}	0.711±0.359^{a}	0.366±0.240^{a}
พังกาหัวสุม	NW	14.288±0.757	^{nb}3.700±0.642^{a}	^{b}0.434±0.406^{b}	0.551±0.721^{b}
	2NW		^{yc}0.789±1.073	^{a}1.348±0.012	0.738±0.761
	5NW		^{nb}3.171±0.568^{a}	^{b}0.413±0.312^{b}	0.330±0.307^{b}
	10NW		^{na}11.681±1.606^{a}	^{ab}1.063±0.847^{b}	0.531±0.382^{b}
	SW		^{yd}-2.431±1.154^{b}	b0.481±0.229^{a}	0.321±0.171^{a}
โปรงแดง	NW	9.250±0.678	^{na}8.954±0.759^{a}	^{c}0.588±0.205^{b}	0.254±0.053^{b}
	2NW		^{nb}4.144±0.840^{a}	^{bc}0.727±0.419^{b}	0.552±0.333^{b}
	5NW		^{yb}5.746±0.861^{a}	^{ab}1.331±0.499^{b}	0.681±0.247^{b}
	10NW		^{yb}6.203±0.946^{a}	^{a}1.467±0.314^{b}	0.632±0.149^{b}
	SW		^{nc}3.361±0.944^{a}	^{bc}0.637±0.325^{b}	0.364±0.072^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.42 ค่าเฉลี่ยการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ไนโตรเจนทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	10.500±0.085	^{yb}2.528±0.137^{a}	^{ab}0.608±0.414^{b}	^{c}0.020±0.227^{c}
	2NW		^{yb}2.281±0.999^{a}	^{a}0.884±0.352^{b}	^{ab}0.577±0.317^{b}
	5NW		^{na}8.271±0.537^{a}	^{a}0.918±0.327^{b}	^{a}0.729±0.068^{b}
	10NW		^{na}7.173±0.499^{a}	^{a}0.876±0.421^{b}	^{bc}0.308±0.185^{b}
	SW		^{กyc}1.047±0.767	^{ab}0.120±0.043	^{c}0.093±0.045
แสมทะเล	NW	23.580±0.406	^{yc}-7.683±0.116^{b}	^{b}0.265±0.238^{a}	0.388±0.147^{a}
	2NW		^{nc}-7.797±0.462^{b}	^{b}0.468±0.228^{a}	0.372±0.099^{a}
	5NW		^{na}2.750±0.679^{a}	^{b}0.326±0.086^{b}	0.245±0.179^{b}
	10NW		^{nb}-1.704±0.718^{b}	^{a}1.257±0.682^{a}	0.657±0.534^{a}
	SW		nd-9.528±0.597^{b}	^{b}0.289±0.071^{a}	0.125±0.107^{a}
พังกาหัวสุม	NW	10.610±0.092	^{nb}0.025±0.528	0.805±0.058	0.577±0.174
	2NW		^{na}4.564±1.025^{a}	0.236±0.134^{b}	0.113±0.098^{b}
	5NW		^{ya}4.116±0.442^{a}	0.584±0.468^{b}	0.380±0.291^{b}
	10NW		^{ya}3.953±0.582^{a}	0.672±0.649^{b}	0.453±0.276^{b}
	SW		^{yb}0.715±0.634	0.173±0.158	0.149±0.135
โปรงแดง	NW	6.397±0.330	^{ya}7.798±0.579^{a}	0.848±0.349^{b}	0.602±0.354^{b}
	2NW		^{กyc}3.079±0.713^{a}	0.420±0.378^{b}	0.448±0.319^{b}
	5NW		^{yb}4.572±0.706^{a}	1.071±0.393^{b}	0.568±0.264^{b}
	10NW		^{na}7.420±0.784^{a}	0.435±0.310^{b}	0.285±0.249^{b}
	SW		^{nc}2.138±0.643^{a}	0.585±0.602^{b}	0.308±0.175^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2) ฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบกล้าไม้

ก่อนการทดลองกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ แสมทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อน เท่ากับ 0.322, 0.784, 0.280 และ 0.216 mg/g dry weight ตามลำดับ และมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบแก่ เท่ากับ 0.188, 0.390, 0.158 และ 0.129 mg/g dry weight ตามลำดับ ภายหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระยะเวลากักเก็บ 7, 5 และ 3 วัน พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อนและใบแก่ของกล้าไม้มีค่าค่อนข้างผันแปร โดยที่ในชุดทดลองบางชุดมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่บางชุดมีค่าต่ำลง (ตารางที่ ผ58และ ตารางที่ ผ59) เมื่อทำการเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อนและใบแก่ ระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย ชนิดพืช และระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ภายหลังการทดลองบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 วัน มีแนวโน้มว่าที่ระดับความเข้มข้น 10NW มีการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบสูงที่สุด แต่โดยส่วนใหญ่การสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าผันแปร และพบว่าค่าการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบของกล้าไม้ไม่แปรผันตามระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการดูดดึงธาตุอาหารฟอสฟอรัสถูกจำกัดโดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ดินในชุดทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 7.2 ซึ่งเป็นค่าที่ออร์โธฟอสเฟตอยู่ในรูป PO_4^{3-} เป็นส่วนใหญ่ พืชจึงดูดดึงไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ต่ำ (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2545) และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดระหว่างชนิดพืช พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่สามารถบ่งชี้ได้ชัดเจนว่าพืชชนิดใดมีการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพืชต้องการฟอสฟอรัสสูงเฉพาะในช่วงเจริญพันธุ์ (Wong และคณะ 1995) และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัส ทั้งหมดระหว่างระยะเวลากักเก็บ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มว่าเมื่อระยะเวลากักเก็บนานขึ้นการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบของกล้าไม้จะสูงขึ้น (ตารางที่ 4.43 และ ตารางที่ 4.44) เช่นเดียวกับการศึกษาของกฤติกา ทองสมบัติ (2546) ที่ทำการศึกษาการบำบัดน้ำเสียชุมชนขั้นที่สามโดยพื้นที่ชุ่มน้ำโกงกางใบใหญ่ โดยใช้การปล่อยน้ำแบบกะ โดยมีระยะเวลากักเก็บ 5, 7 และ 10 วัน พบว่าเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบของกล้าไม้โกงกางใบใหญ่เมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 10 วัน มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้ระยะเวลากักเก็บ 7 และ 5 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการศึกษาการสะสมธาตุอาหารในพืชป่าชายเลน Wong และคณะ (1995) ทำการศึกษาโดยทำการเปรียบเทียบการสะสมธาตุอาหารพืชระบบที่ได้รับน้ำเสีย และระบบที่ไม่ได้รับน้ำเสียเสียเป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าการสะสมธาตุอาหารรวมทั้งฟอสฟอรัสของทั้ง 2 ระบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ Greenway และ Simson (1996) ที่ทำการศึกษาพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ได้รับน้ำเสียจากการเกษตรเปรียบเทียบกับพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติ พบว่าพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมที่ได้รับน้ำเสียมีการสะสมฟอสฟอรัสในพืชมากกว่าพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Bolto และ Greenway (1997) ที่ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชสกุลเสม็ด (*Melaleuca*) ในรัฐควีนแลนด์ ประเทศออสเตรเลียโดยทำการเติมน้ำเสีย 4 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ น้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดลำดับที่ 2 น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้น 0.5 เท่าของน้ำเสียชุมชน น้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่ปรับความเข้มข้นให้มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 2 เท่าของน้ำเสียชุมชน และน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่ปรับความเข้มข้นให้มีความเข้มข้นไนโตรเจนทั้งหมดเป็น 2 เท่าของน้ำเสียชุมชน จากผลการศึกษาพบว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำเสียชุมชนสังเคราะห์ที่ปรับความเข้มข้นให้มีความเข้มข้นฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็น 2 เท่าของน้ำเสียชุมชนมีการการสะสมฟอสฟอรัสในใบสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อนและใบแก่ของกล้าไม้ พบว่า โดยส่วนใหญ่ในใบอ่อนมีการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงกว่าใบแก่ ทั้งนี้เนื่องจากฟอสฟอรัสถูกส่งจากใบแก่ไปยังยอด (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2545) และนอกจากนี้พบว่าหากพืชได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณที่มากเกินไป พืชจะทำการกำจัดโดยการสะสมไว้ในใบแก่แล้วทิ้งใบ (Greenway และ Simpson, 1996)

ตารางที่ 4.43 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบอ่อนของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	0.322±0.004	^{Bd}-0.126±0.014^{b}	^{Bb}0.010±0.001^{a}	^{Ba}0.008±0.005^{a}
	2NW		^{Bb}0.083±0.008^{a}	^{Ba}0.022±0.006^{b}	^{Abc}-0.081±0.006^{c}
	5NW		^{Bc}0.062±0.002^{a}	^{Bb}0.011±0.003^{b}	^{Ba}0.014±0.006^{b}
	10NW		^{Ba}0.119±0.007^{a}	^{Ab}0.012±0.003^{b}	^{Ac}-0.089±0.010^{c}
	SW		^{Bc}0.063±0.100^{a}	^{Ab}0.007±0.002^{b}	^{Bb}-0.075±0.008^{c}
แสมทะเล	NW	0.784±0.123	^{Ac}-0.178±0.011^{c}	^{Bb}0.209±0.005^{a}	^{Ba}0.011±0.006^{b}
	2NW		^{Bb}0.076±0.009^{a}	^{Bbc}0.014±0.009^{b}	^{Bc}-0.020±0.006^{c}
	5NW		^{Bb}0.075±0.013^{b}	^{B}a0.353±0.004^{a}	^{Bb}0.000±0.004^{c}
	10NW		^{Ba}0.134±0.013^{a}	^{Bc}0.070±0.010^{b}	^{Aa}-0.150±0.004^{c}
	SW		^{Ad}-0.253±0.009^{c}	^{Bd}0.032±0.006^{a}	^{Bab}0.004±0.001^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.280±0.006	^{Bc}0.051±0.003^{a}	^{Ac}0.003±0.005^{b}	^{Ba}-0.003±0.009^{b}
	2NW		^{Ba}0.132±0.011^{a}	^{Bc}0.006±0.006^{b}	^{Ab}-0.044±0.009^{c}
	5NW		^{Bb}0.113±0.007^{a}	^{Bc}0.011±0.004^{b}	^{Ac}-0.070±0.009^{c}
	10NW		^{Bd}0.038±0.006^{a}	^{Bb}0.045±0.005^{a}	^{Ba}0.007±0.005^{b}
	SW		^{Bc}0.001±0.003^{b}	^{Ba}0.117±0.007^{a}	^{Ba}0.000±0.011^{b}
โปรงแดง	NW	0.216±0.120	^{Bbc}0.027±0.017	^{Bb}0.014±0.004	^{Ba}0.016±0.006
	2NW		^{Ad}-0.027±0.018^{b}	^{Ba}0.024±0.005^{a}	^{Ba}0.016±0.007^{a}
	5NW		^{Ba}0.070±0.014^{a}	^{Bc}0.004±0.003^{b}	^{Bab}0.004±0.006^{b}
	10NW		^{Bab}0.043±0.018^{a}	^{Abc}0.011±0.005^{b}	^{Bc}-0.033±0.006^{c}
	SW		^{Bcd}-0.001±0.013	^{Abc}0.006±0.005	^{Bb}0.003±0.004

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.44 ค่าเฉลี่ยการสะสมฟอสฟอรัสทั้งหมดในใบแก่ของกล้าไม้

ชนิดพืช	ชุดทดลอง	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/g dry weight)			
		ก่อนการทดลอง	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 7 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 5 วัน	ภายหลังระยะเวลากักเก็บ 3 วัน
โกงกางใบใหญ่	NW	0.188±0.006	^{Bd}-0.012±0.004^{b}	b0.002±0.003^{a}	^{Aa}0.003±0.002^{a}
	2NW		^{Bc}0.027±0.010^{a}	^{a}0.008±0.004^{b}	^{Bb}-0.032±0.003^{c}
	5NW		^{Aa}0.094±0.009^{a}	^{Bb}0.003±0.006^{b}	^{Bd}-0.089±0.005^{b}
	10NW		^{Bb}0.079±0.004^{a}	^{Bb}0.009±0.006^{b}	^{Bc}-0.059±0.005^{c}
	SW		^{Bd}-0.005±0.009^{b}	^{Aa}0.033±0.006^{a}	^{Aa}0.006±0.003^{c}
แสมทะเล	NW	0.390±0.003	^{Ad}-0.122±0.004^{b}	^{b}0.007±0.007^{a}	^{Abc}0.003±0.009^{a}
	2NW		^{Bb}-0.002±0.006	^{b}0.003±0.003	^{Bbc}-0.002±0.004
	5NW		^{Aa}0.087±0.003^{a}	^{Bb}0.013±0.009^{b}	^{Aab}0.010±0.006^{a}
	10NW		^{Ac}-0.059±0.006^{b}	^{Aa}0.032±0.008^{a}	^{Aa}0.019±0.011^{b}
	SW		^{Bd}-0.131±0.007^{c}	^{Bb}0.006±0.004^{a}	^{Bc}-0.008±0.004^{b}
พังกาหัวสุม	NW	0.158±0.005	^{Ab}0.083±0.007^{a}	^{b}0.004±0.004^{b}	^{Bc}-0.032±0.007^{c}
	2NW		^{Ab}0.078±0.004^{a}	^{a}0.029±0.021^{b}	^{Ad}-0.121±0.005^{c}
	5NW		^{Bd}-0.020±0.006^{c}	^{Aa}0.034±0.007^{a}	^{Aa}0.017±0.008^{c}
	10NW		^{Aa}0.147±0.002^{a}	^{Aa}0.026±0.008^{b}	^{Bb}0.003±0.008^{c}
	SW		^{Ac}0.035±0.008^{a}	^{Ab}0.003±0.003^{b}	^{Bc}-0.036±0.004^{c}
โปรงแดง	NW	0.129±0.009	^{Ba}0.038±0.007^{a}	^{ab}0.005±0.006^{b}	^{Bc}-0.013±0.006^{c}
	2NW		^{Bb}-0.008±0.007^{b}	^{a}0.012±0.006^{a}	^{Aa}0.009±0.003^{a}
	5NW		^{Bb}0.005±0.006^{ab}	^{Ba}0.014±0.0006^{a}	^{Bb}-0.003±0.007^{b}
	10NW		^{Bb}-0.006±0.008	^{Bb}-0.001±0.007	^{Bb}-0.003±0.004
	SW		^{Aa}0.040±0.004	^{Bc}-0.014±0.007	^{Aa}0.009±0.002

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรภาษาอังกฤษมุมขวามือ (แนวนอน) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างระยะเวลากักเก็บอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
ตัวอักษรไทยมุมซ้ายมือ (แนวตั้ง) ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างระหว่างชนิดพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%